

Mustafa Kemal Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences
e-ISSN:2667-7733

Sahibi/Publisher

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi adına
Prof.Dr. Nihat DEMİREL, Dekan

On behalf of the Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University
Prof.Dr. Nihat DEMİREL, Dean

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı
31034 Antakya-Hatay/TURKIYE
Tel: (+90).326.2455845
Fax: (+90).326.2455832
e-mail: zfdergi@mku.edu.tr

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, yılda üç sayı olarak yayınlanmakta ve "CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, CABI (CAB Abstracts ve Global Health), EBSCO Discovery, Scientific Indexing Services (SIS), Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Crossref, Advanced Sciences Index (ASI), Information Matrix for the Analysis of Journals (MIAR), I2OR ve Google Scholar" tarafından dizinlenmektedir . Her makale 2 hakem tarafından incelenmektedir.

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences is published three a year and abstracted/indexed in "CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, CABI (CAB Abstracts ve Global Health), EBSCO Discovery, Scientific Indexing Services (SIS), Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Crossref, Advanced Sciences Index (ASI), Information Matrix for the Analysis of Journals (MIAR), I2OR ve Google Scholar" databases. Each manuscript is evaluated by two referees.

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences

e-ISSN:2667-7733

Cilt/Volume: 27, Sayı/Number: 1, 2022

Baş Editör / Editor in Chief

Prof.Dr. Soner SOYLU, Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye

Yayın Kurulu / Associate Editorial Board of Section

- Prof.Dr. Kazım MAVİ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Şerafettin KAYA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Erdal DAĞISTAN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Zehra GÜLER, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Doç.Dr. Cahit ERDOĞAN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Doç.Dr. Cengiz KARACA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Ali KAYGISIZ, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. İzzet AKÇA, *Ondokuz Mayıs Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Fatih ŞEN, *Ege Üni., Türkiye*

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

- Prof.Dr. Erdal SERTKAYA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Ömür BAYSAL, *Muğla Sıtkı Koçman Üni., Türkiye*
- Assoc. Prof.Dr. Young-Joon CHOI, *Kunsan National Üni., South Korea*
- Dr.Öğr.Üyesi Murat ÖZTÜRK, *Yozgat Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Elif ÇANDIR, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Volkan ÇEVİK, *Üni. of Bath, U.K.*
- Dr. Öğr.Üyesi Ahsen Eren ÖZDEN, *Iğdır University, Türkiye*
- Prof.Dr. Murat KAÇIRA, *The Üni. of Arizona, USA*
- Doç.Dr. Gürkan Alp Kaan GÜRDİL, *Ondokuzmayıs Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Mevlüt GÜL, *Isparta Uygulamalı Bilimler Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. K. Mesut ÇİMRİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board (Devam/Continued)

- Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAMAN, *Afyon Kocatepe Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Nesrin YILDIZ, *Atatürk Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Mustafa Y. CANBOLAT, *Atatürk Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Ahmet ŞAHİN, *Ahi Evran Üni., Türkiye*
- Dr.Öğr.Üyesi. Aziz GÜL, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Ahmet Esen ÇELEN, *Ege Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. W. Young PARK, *Fort Valley State Üni., USA*
- Prof.Dr. Gülsün Akdemir EVRENDİLEK, *Bolu İzzet Baysal Üni., Türkiye*
- Doç. Dr. Zafer ERBAY, *Adana Alpaslan Türkeş Bil. Tek. Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Fatih EVRENDİLEK, *Bolu İzzet Baysal Üni., Türkiye*
- Dr. Carlos A. UTHURRY WEINBERGER, *Universidad Nacional de Río Negro, Argentina*
- Prof.Dr. Paula Reis CORREIA, *Instituto Politécnico de Viseu, Portugal*
- Asist.Prof.Dr. Dr. In-Young CHOI, *Eonbuk National University, South Korea*
- Prof.Dr. İlhan ÜREMİŞ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Doç.Dr. Bekir DEMİRTAŞ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr.Üyesi Yunus Emre ŞEKERLİ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Safder BEYAZIT, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Mahmut KESKİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. Sema KARANLIK, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Prof.Dr. İbrahim ATIŞ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Doç.Dr. Dilşat BOZDOĞAN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr.Öğr.Üyesi Nuran TAPKI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board

- Dr.Öğr.Üyesi Fulya UZUNOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr.Öğr.Üyesi İbrahim ERTEKİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr.Öğr.Üyesi Başak ULAŞLI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Cenk Burak ŞAHİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Merve KARA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Mücahide KÖKSAL, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Aybüke KAYA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Yusuf Ziya AYGÜN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Mustafa ÖZBULDU, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Özge DEMİRKESER, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Derya KILIÇ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. İlknur KÜLAHLIOĞLU ÇEĞİL, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board (Devam/Continued)

- Arş.Gör. Hakan ÇARPAR, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Ahmet Emin YILDIRIM, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Derya KAZGÖZ CANDEMİR, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Ahmet DURSUN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Sercan DEDE, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Dilek TÜRKMEN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Tuğçe SARIOĞLU, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Cem Tufan AKÇALI, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş.Gör. Pelin BAHADIRLI, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN

Yabancı Dil Editörü / Language Editor

Dr. Alim Koray CENGİZ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Araştırma Makalesi / Research Article

- Germination and early seedling growth of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under cadmium (CdCl₂) stress**
Kadmiyum (CdCl₂) stresi altında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin çimlenme ve ilk fide gelişimi
Yusuf Ziya AYGÜN, İbrahim ATIŞ, İbrahim ERTEKİN 1-8
- Determination of probiotic and some technological properties of lactic acid bacteria isolated from cheeses sold in the Kilis region, Turkey**
Kilis bölgesinde satılan peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin probiyotik ve bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi
Hidayet SAĞLAM, Filiz UÇAN TÜRKMEN 9-17
- Determining the effect of trees on the prevention of surface temperature increase caused by surface materials used in urban areas**
Kentsel alanda kullanılan zemin malzemelerinden kaynaklanan yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisinin belirlenmesi
Fatih ADIGÜZEL, Elif BOZDOĞAN SERT, Mehmet ÇETİN 18-26
- Effect of scalding pretreatment on drying of banana rings in a solar dryer**
Muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulması üzerine haşlama ön işleminin etkisi
Zehra YILDIZ 27-35
- Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their in vitro antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides***
Sağlıklı muz ağaçlarından endofit bakteri izolatlarının izolasyonu ve taç çürüklüğü hastalığı etmeni *Fusarium verticillioides*'e karşı antagonistik etkinliklerinin in vitro koşullarda belirlenmesi
Merve KARA, Soner SOYLU 36-46
- Determining effects of foliar boron applications on yield and fruit quality of apricot trees for reducing water stress**
Su stresinin azaltılmasında yapraktan bor uygulamalarının kayısı ağaçlarında verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri
Berkant ÖDEMİŞ, Sultan UNCU 47-60

Araştırma Makalesi / Research Article

- Determination of the alleviating effect of liquid vermicompost on germination and seedling development of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) under salt stress**
Sıvı solucan gübresinin tuz stresi altında Macar Fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine iyileştirici etkisinin belirlenmesi
Ali Mohammed Abed Mustafa MUSTAFA, Nuray ÇİÇEK, Cengiz YÜCEDAĞ, Seçil AKILLI ŞİMŞEK 61-70
- Determination of the efficacy of endophytic fungi obtained from apple (*Malus domestica*) trees on apple proliferation phytoplasma disease (*Candidatus Phytoplasma mali*)**
Elma (*Malus domestica*) ağaçlarından elde edilen endofitik fungusların elma çoklu sürgün fitoplazma hastalığı (*Candidatus Phytoplasma mali*) üzerine etkinliklerinin belirlenmesi
Şefika YAVUZ, Mona GAZEL, Fatih Mehmet TOK, Kadriye ÇAĞLAYAN 71-78
- Determination of the prevalence of bacterial diseases in tomato greenhouses in Silifke district of Mersin province**
Mersin ili Silifke ilçesinde yer alan domates seralarında görülen bakteriyel hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi
Mehmet SERİN, Sümer HORUZ 79-87
- Changes in quality parameters of the 'Sabrina' strawberry variety grown in soilless culture system during winter season**
Topraksız kültürde yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinin kış mevsiminde kalite parametrelerindeki değişimler
Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Özge KAYA DEMİRKESER, Derya KILIÇ, Feyzi ÇULHA, Zafer KARAŞAHİN 88-98
- Evaluation of germination responses on the some barley genotypes under saline conditions**
Bazı arpa genotiplerinin tuzlu koşullarda çimlenme tepkilerinin değerlendirilmesi
Berk BENLIOĞLU, Ugur OZKAN, Guray AKDOĞAN 99-108
- Lamb development traits and phenotypic correlations between different body measurements and fattening performance characteristics in Awassi sheep**
İvesi koyunlarında kuzu gelişme özellikleri ve farklı vücut ölçüleri ile besi performansı özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar
Pınar KUTAN, Mahmut KESKİN 109-114

Araştırma Makalesi / Research Article

- Effect of nitrogen and boron fertilization on nutrient concentrations of red beet during storage**
Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama sürecinde besin elementi konsantrasyonlarına etkisi
Selen AKAN, Mehmet Burak TAŞKIN, Özge HORZUM, Hanife AKÇA 115-124
- Cluster, berry, seed, and cane characteristics of local grape varieties of Midyat (Mardin) district**
Midyat (Mardin) ilçesi yerel üzüm çeşitlerinin salkım, tane, çekirdek ve çubuk özellikleri
Mehmet Settar ÜNAL, Cuma UÇAŞ 125-135
- Effect of different solarization treatments on mineral nutrition of lettuce (*Lactuca sativa* L. Duna)**
Farklı solarizasyon uygulamalarının marulun (*Lactuca sativa* L. Duna) mineral beslenmesi üzerine etkisi
Hasan ÖZ, Şevkiye Armağan TÜRKAN, İbrahim ERDAL 136-144
- Determination of the bark beetle species (Coleoptera: Scolytidae) and their population dynamics in different traps in apricot trees in Darende district of Malatya province, Turkey**
Malatya ili Darende ilçesi kayısı ağaçlarında zararlı yazıcıböcek (Coleoptera: Scolytidae) türlerinin belirlenmesi ve farklı tuzaklardaki popülasyon gelişimi
Abdulsamet KARAAĞAÇ, Çetin MUTLU 145-154
- Determination of quality and some technological characteristics of some bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.)**
Bazı fasulye çeşitlerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) kalite ve bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi
Erol ORAL, Rüyeyde TUNÇTÜRK, Murat TUNÇTÜRK, Fevzi ALTUNER, Haluk KULAZ 155-165
- Detection and characterization of phytoplasmas in some cucurbits (Cucurbitaceae) and bindweed (Convolvulaceae) in Hatay Province of Turkey**
Hakan ÇARPAR, Gülşen SERTKAYA 166-173

Araştırma Makalesi / Research Article

- The effects of different cultivation practices on yield and characteristics of saffron (Crocus sativus L.) corm grown in field and greenhouse conditions**
Farklı yetiştiricilik uygulamalarının tarla ve sera koşullarında yetiştiriciliği yapılan safran (Crocus sativus L.) korm verimi ve özellikleri üzerine olan etkileri
Hasan ASİL, Selim TAŞGIN, Murat ÇELİK, Fatma ÇELİK 174-184
- Michele Palieri (Vitis vinifera L.) üzüm çeşidinde yaprak alma ve uç alma uygulamalarının omca verimi ve sürgün özelliklerine etkileri**
The effects of leaf removal and topping on the vine yield and shoot characteristics in Michele Palieri grapevine (Vitis vinifera L.)
İlknur KORKUTAL, Elman BAHAR, Arzu ZİNNİ 185-194



Kadmiyum ($CdCl_2$) stresi altında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin çimlenme ve ilk fide gelişimi

Germination and early seedling growth of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under cadmium ($CdCl_2$) stress

Yusuf Ziya AYGÜN¹ , İbrahim ATIŞ¹ , İbrahim ERTEKİN¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antakya, Hatay.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1006493](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1006493)

Geliş tarihi/Received:08.10.2021

Kabul tarihi/Accepted:17.11.2021

Keywords:

Heavy metal, cadmium, quinoa, germination, early seedling growth.

✉ Corresponding author: Yusuf Ziya AYGÜN

✉: yusufziyaaygun@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is very popular among the pseudocereals and its cultivation is increasing day by day in Turkey. This plant species is a plant that stands out with its resistance to abiotic stress conditions. This study was carried out to evaluate the germination and early seedling growth of some quinoa cadmium stress (sterile distilled water/control, 75, 150, 225, 300 and 375 mg L⁻¹).

Methods and Results: The experiment was established in the randomized plots with 4 replications under laboratory conditions and the statistical analysis was performed according to the factorial arrangement. At the end of the experiment, germination ratio (GR), germination index (GI) and mean germination time (MGT) were calculated. Root and shoot length and fresh weight were measured on the developing seedlings. Genotype × Dose interactions were found to be significant for all features except GR parameter. Genotype and dose main factors were found to be important for GR. When we evaluated the germination parameters, as the heavy metal doses increased, GR decreased, GI fluctuated, and MGT decreased. When we examined the first seedling growth parameters, shoot and root length and fresh weight decreased as the heavy metal dose increased.

Conclusions: All quinoa genotypes evaluated according to the results of this study were tolerant to 75 and 150 mg L⁻¹ doses of cadmium, while they were sensitive to doses above 150 mg L⁻¹. Among the genotypes, the most tolerant genotype was determined as Cherry Vanilla.

Significance and Impact of the Study: It has been determined that the quinoa plant can be included in cultivation systems using soils and irrigation water contaminated with cadmium up to 150 mg L⁻¹.

Atf / Citation: Aygün YZ, Atış İ, Ertekin İ (2022) Kadmiyum stresi ($CdCl_2$) altında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin çimlenme ve ilk fide gelişimi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 1-8. DOI: 10.37908/mkutbd.1006493

GİRİŞ

Tahıl ve tahıllardan elde edilen ürünlerin içerdiği gluten sebebiyle ince bağırsakta görülen lezyonlar olarak tanımlanabilen çölyak hastalığında klinik düzeltilmeler glutensiz diyetle sağlanabilmektedir (Yönel ve Özdil, 2014). Çölyak hastalığı sebebiyle gluten içermeyen gıda ve kozmetik ürünlerine yönelim artmıştır. Bu hususta

özellikle son yıllarda yalancı tahıllara (*pseudocereal*) olan ilgi artmıştır. Yalancı tahıllar içerisinde amarant (*Amaranthus viridis*), tef (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter), chia (*Salvia hispanica*) ve kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) özellikle besleyicilikleri sebebiyle çokça tüketilmeye başlanmıştır.

Yalancı tahıllar içerisinde yer alan kinoa son yıllarda oldukça popüler olup artan bir şekilde gıda olarak

kullanılmaktadır. Protein, karbonhidrat, fitosteroid, Omega-3 ve 6 yağ asitleri, mineraller ve vitaminler gibi önemli besin maddelerini dengeli şekilde ihtiva eden kinoa aynı zamanda saponinler ve fitik asit gibi anti-besinsel maddeler içermektedir (Demir ve Kılınc, 2016). Bitkilerin ihtiva ettiği besin maddeleri kalıtsal bir durum olmakla beraber yetiştiricilik şartları ile besin değerlerinde değişiklik gözlenebilmektedir. Özellikle topraktaki bitki besin elementleri kompozisyonu bitki büyüme ve gelişmesini etkilerken bitki bünyesinde bulunan organik ve inorganik maddelerin miktar ve oranında değişikliğe sebep olabilmektedir.

Bitkilerde çimlenme, büyüme ve gelişme açısından besin elementleri kadar toksik etki gösteren maddelerin miktarı da önemlidir. Bunların en bilinenleri ağır metallerdir. Ağır metaller için bitkilerde gözlenen tolerans sistemleri ise hücre duvarına metalin bağlanması, köklerde tutularak diğer vejetatif aksama ulaşmasının engellenmesi, vakuollerde muhafaza ve şelatlamadır (Öktüren-Asri ve Sönmez, 2006). Ağır metallere karşı türlerin ve hatta çeşitlerin toleransları farklılık gösterebilmektedir (Ertekin ve ark., 2020). Bu, türlerin fizyolojik normlarının genetik olarak farklılık göstermesi esasına dayanmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1998). Ağır metal stresi altında bitki büyüme ve gelişmesi yavaşlayabilir veya durabilir. Özellikle çimlenme ve çıkış

döneminde bitkiler stres koşullarına oldukça hassasiyet göstermektedir. Toprak için en mühim kirletici olan ağır metaller (Seven ve ark., 2018) hava kirliliği neticesinde dahi bitkilerde birikime sebep olmakta (Sert ve ark. 2019) ve tarım toprakları için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Tarım alanlarında bulunması muhtemel ağır metallere kadmiyumdur. Çünkü kadmiyum fosforlu gübrelerde bulunurken aynı zamanda endüstriyel işgal ve lağım atıkları yolu ile de toprağa karışabilmektedir (Haktanır, 1987). Nitekim Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın tarımsal kaynaklı girdilerin sebep olduğu ağır metal kirliliğine karşı çeşitli yönetmelikleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada farklı ağır metal yoğunluğu altında bazı kinoa genotiplerinin çimlenme özellikleri incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada bitki materyali olarak *Chenopodium quinoa* Willd. türüne ait 5 genotipin tohumları (Cherry Vanilla (G1), French Vanilla (G2), Mint Vanilla (G3), Red Head (G4) ve Titicaca (G5)) kullanılmıştır. Tohumlar 2020 yılında Amik Ovası koşullarında eşit yetiştiricilik şartları altında üretilmiştir. Kullanılan genotiplere ait bazı bilgiler Çizelge 1'de paylaşılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılmış olan kinoa genotipleri ve bu genotiplere ait bazı bilgiler

Table 1. *Quinoa* genotypes used in the study and some information about these genotypes

No	Genotip	Orjin	Fenotipik Tohum Rengi
G1	Cherry Vanilla	USA	Beyaz
G2	French Vanilla	USA	Krem-Beyaz
G3	Mint Vanilla	USA	Parlak-Beyaz
G4	Read Head	USA	Beyaz
G5	Titicaca	Danimarka	Beyaz

Farklı kinoa genotiplerinde çimlenme ve erken fide gelişimi döneminde ağır metal stresinin etkisini görmek için farklı kadmiyum ($CdCl_2$) dozları kullanılmıştır. Bu amaçla her bir genotipe 6 farklı ağır metal düzeyi uygulanmıştır (steril saf su, 75, 150, 225, 300 ve 375 mg L^{-1}). Tüm çözeltiler steril saf su ile hazırlanmıştır. Çalışmada çimlenme ortamı olarak 9 cm çaplı cam petripler kullanılmıştır ve her bir petriye çift katlı filtre kağıdı üzerine 10 mm solüsyon uygulandıktan sonra 50 adet tohum yerleştirilmiş ve parafilm ile kapatılmıştır. Tohum yüzeyinde oluşabilecek patojen kontaminasyonunun önüne geçebilmek için yüzey sterilizasyonu %1'lik ticari sodyum hipoklorit ($NaClO$) ile 10 dakika muamele edilerek yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumların kimyasal bulaşığını

temizlemek için tohumlar steril saf su ile 5 kez durulanmıştır. Petripler çimlenme ve erken fide dönemini temsil edeceği zaman olarak düşünülen 10 günlük süre zarfı boyunca 25 °C'de %70 oransal nemde çimlenme kabininde tutulmuştur (ISTA, 1996). Çimlenme tamamlanincaya kadar geçen süre zarfında petripler karanlık koşullarda bekletilmiş ve çimlenme tamamlandıktan sonra 8 saat gece 16 saat gündüz olacak şekilde fotoperiyot uygulanmıştır. Çimlendirme ve ilk fide gelişimi süresi boyunca herhangi bir besin maddesi ilavesi yapılmamıştır.

İlk 4 gün boyunca, her 12 saatte çimlenen tohumlar (radikula 2 mm uzamışsa tohum çimlenmiş sayılmış) sayılarak çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) hesaplanmıştır (Ellis ve

Roberts, 1980). 4. günün sonunda çimlenme oranları (ÇO) 10. gün sonunda kök ve sürgün uzunluğu milimetre (mm) olarak, yaş ağırlıkları miligram (mg) cinsinden ölçülmüştür.

Elde edilen değerler SAS JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan tüm özelliklere %5 önem seviyesinde Tukey ikili karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bulgular incelendiğinde hem farklı genotiplerin hem de farklı kadmiyum dozlarının tüm bağımlı değişkenler üzerinde etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Ayrıca her iki faktörün interaksiyonu çimlenme oranı dışında diğer faktörler üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 2. Faktörlerin tüm değişkenler üzerindeki etkisi ve tanımlayıcı istatistikler

Table 2. Effect of factors on all variables and descriptive statistics

	Çimlenme oranı (%)	Çimlenme indeksi	Ortalama çimlenme süresi (gün)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Kök Uzunluğu (mm)	Yaş ağırlık (mg 10bitki ⁻¹)
Genotip	21.96***	19.81***	3.49*	5.25***	5.06**	8.24***
Doz	41.13***	16.82***	11.44***	255.49***	658.38***	158.54***
Genotip x Doz	1.24öd	2.76***	7.42***	2.62**	4.85***	2.20**
SEM	1.25	0.58	0.02	0.66	0.56	2.68

öd-önemli değil (*non-significant*); * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$.

Genotip ve doz faktörlerine bağlı olarak çimlenme oranlarına ait ortalama karşılaştırma testi sonucunda oluşan gruplar Çizelge 3'te verilmiştir. Çimlenme oranı yönünden en yüksek sonucu veren genotip %69.92 ile G2 genotipi olmuştur. Bu değeri takiben %69.33 çimlenme oranı ile G1 ve G4 genotipleri de G2 ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. G3 genotipi %54.50 ile en düşük çimlenme oranına sahip genotip olmuştur.

Kadmiyum uygulamalarının kinoada çimlenme oranı üzerine etkisi incelendiğinde (Çizelge 3) en yüksek oran (%79.30) hiç kadmiyum uygulaması yapılmayan koşullarda (kontrol) elde edilmiştir. En düşük kadmiyum dozu olan 75 mg L⁻¹ise kontrol grubuna göre daha düşük sonuç verse de bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, kinoanın 75 mg L⁻¹kadmiyum dozuna kadar çimlenme oranında önemli bir düşüşün olmadığını göstermektedir. 225, 300 ve 375 mg L⁻¹

¹kadmiyum dozları ise çimlenme oranı üzerinde birbirlerine kıyasla farklılık göstermemiştir (Çizelge 3). Akar ve Atış (2019) kırmızı yumakta artan kadmiyum dozlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde Akar ve Atış (2018) çok yıllık çim bitkisinde kadmiyum stresi arttıkça çimlenmenin azaldığını rapor etmişlerdir. Ayhan ve ark. (2007) mısırdaki artan kadmiyum dozlarına bağlı olarak çimlenme oranında önemli bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir. Ertekin ve ark. (2020) sorgumda yine artan kadmiyum dozlarına bağlı olarak çimlenme oranında önemli bir değişikliğin olmadığını rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmalardan görüldüğü üzere; farklı kadmiyum dozları, kullanılan bitki türü ve çeşitlerine bağlı olarak çimlenme oranları da farklılık göstermektedir.

Çizelge 3. Çimlenme oranı (%) yönünden ortalamaların karşılaştırılması

Table 3. Comparison of means in terms of germination rate

	G1	G2	G3	G4	G5	Ort.
Kontrol	82.00±1.15	84.00±2.83	67.00±7.68	83.00±3.11	80.5±0.50	79.30±2.13 A*
75	73.00±1.00	83.00±1.91	65.50±2.87	70.50±3.59	71.5±0.96	72.70±1.60 AB
150	76.00±5.35	73.00±2.65	62.50±3.30	73.50±4.27	57.5±3.50	68.50±2.27 B
225	66.00±1.41	63.5±5.50	50.50±4.35	62.50±4.65	50.00±2.16	58.50±2.21 C
300	60.50±1.26	63.00±3.70	42.50±5.38	64.50±2.22	50.00±3.46	56.10±2.39 C
375	58.50±6.40	53.00±4.65	39.00±4.65	62.00±1.41	48.00±1.83	52.10±2.51 C
Ort.	69.33±2.17 A [†]	69.92±2.7 A	54.50±2.93 B	69.33±1.97 A	59.58±2.69 B	

* Aynı sütun içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

[†] Aynı satır içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Çimlenme indeksi yönünden en yüksek değer 37.42 ile G2 genotipine 75 mg L⁻¹kadmiyum uygulanmasında, en düşük değer ise 17.64 ile G3 genotipine 375 mg L⁻¹

¹kadmiyum uygulanmasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Kadmiyum ile muamele edilmediği takdirde G1, G2 ve G4 genotipleri diğerlerine nispeten daha yüksek çimlenme

indeksine sahiptirler. G2 genotipi 150 mg L⁻¹kadmiyum dozuna kadar bu kararlılığını korumuş fakat bir sonraki doz artışı keskin bir düşüş ile sonuçlanmıştır. Her bir kadmiyum seviyesi içinde genotipler ayrı ayrı incelendiğinde 75 mg L⁻¹dozu hariç en yüksek çimlenme indeksi değerleri G1 genotipinden elde edilmiştir. Genel

olarak tüm genotiplerin artan kadmiyum dozlarına karşı çimlenme indeksi değerleri birbirinden farklı sonuç vermiştir. Nitekim Ayhan ve ark. (2007) mısır bitkisinde ve Ertekin ve ark. (2020) sorgum bitkisinde benzer sonuçları rapor etmişlerdir.

Çizelge 4. Çimlenme indeksi yönünden ortalamaların karşılaştırılması

Table 4. Comparison of means in terms of germination index

	G1	G2	G3	G4	G5	Ort.
Kontrol	37.03±1.70 abc**	37.15±2.34 ab	22.23±4.07 efg	32.53±2.19 a-e	31.66±0.50 a-e	32.12±1.58 A*
75	32.03±1.12 a-e	37.42±1.71 a	28.13±1.53 a-g	28.13±1.78 a-g	27.90±0.93 a-g	30.72±1.02 A
150	33.25±1.94 a-d	29.00±1.14 a-f	25.01±1.78 d-g	32.13±1.68 a-e	25.39±2.78 d-g	28.96±1.09 A
225	31.13±0.80 a-e	19.18±1.68 fg	23.27±1.97 d-g	26.26±1.29 d-g	19.01±0.54 fg	23.77±1.18 B
300	26.36±1.92 c-g	30.5±1.95 a-e	19.15±1.97 fg	26.50±1.02 b-g	22.25±1.96 efg	24.95±1.15 B
375	26.26±3.40 d-g	26.00±2.80 d-g	17.64±3.11 g	28.00±0.84 a-g	23.25±0.48 d-g	24.23±1.28 B
Ort.	31.01±1.07 A*	29.87±1.51 A	22.57±1.18 B	28.92±0.76 A	24.91±1.00 B	

** Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

* Aynı sütun içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

+ Aynı satır içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Ortalama çimlenme süresi değerleri incelendiğinde ise G1 genotipi artan kadmiyum dozlarından etkilenmemiş ve gözlenen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum diğer genotipler için geçerli değildir ve kadmiyum dozlarındaki değişimle birlikte ortalama çimlenme sürelerinde bir dalgalanma meydana gelmiştir. En uzun çimlenme süresi 1.72 gün ile G3 genotipinin kontrol uygulamasında, en kısa çimlenme süresi ise 1.05 gün ile G2 genotipinde 375 mg L⁻¹

¹kadmiyum muamelesinden elde edilmiştir (Çizelge 5). Benzer şekilde Verma ve Dubey (2003) ve Gyawali ve Lekhak (2006) yapmış oldukları çimlenme aşamasındaki ağır metal stresi çalışmalarında ortalama çimlenme süresinin artan ağır metal dozunda dalgalanma gösterdiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte doz ortalamaları değerlendirildiğinde artan kadmiyum dozlarının daha hızlı çimlenmeye neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 5. Ortalama çimlenme süresi (gün) yönünden ortalamaların karşılaştırılması

Table 5. Comparison of means in terms of average germination time (day)

	G1	G2	G3	G4	G5	Ort.
Kontrol	1.20±0.06 c-f**	1.24±0.05 c-f	1.72±0.10 ab	1.44±0.06 bcd	1.43±0.03 bcd	1.40±0.05 A*
75	1.25±0.06 c-f	1.20±0.05 c-f	1.28±0.02 c-f	1.40±0.06 b-e	1.44±0.04 bcd	1.32±0.03 AB
150	1.24±0.04 c-f	1.41±0.06 bcd	1.40±0.04 b-e	1.25±0.05 c-f	1.25±0.10 c-f	1.31±0.03 AB
225	1.11±0.04 def	1.80±0.10 a	1.16±0.01 c-f	1.31±0.05 c-f	1.48±0.02 abc	1.37±0.06 A
300	1.27±0.11 c-f	1.07±0.02 ef	1.18±0.08 c-f	1.36±0.02 c-f	1.22±0.07 c-f	1.22±0.03 BC
375	1.21±0.05 c-f	1.05±0.05 f	1.24±0.13 c-f	1.19±0.02 c-f	1.06±0.04 f	1.15±0.03 C
Ort.	1.21±0.03 B*	1.29±0.06 AB	1.33±0.05 A	1.33±0.02 A	1.31±0.04 AB	

** Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

* Aynı sütun içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

+ Aynı satır içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Sürgün uzunluğu yönünden en yüksek değere (29.15 mm) G4 genotipinin kontrol grubunda ulaşılmıştır. En düşük sürgün uzunluğu ise 2.95 mm ile G5 genotipine 375 mg L⁻¹kadmiyum uygulanması sonucu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6). Her bir kadmiyum dozu için genotipler birbirlerinden farklı hassasiyet gösterebilir de genellikle artan kadmiyum dozları tüm genotipler için sürgün uzunluğunda düşüşe neden olmuşlardır. G5

çeşidi, 75 mg L⁻¹den sonraki kadmiyum dozlarında sürgün uzunluğu yönünden keskin düşüşler göstermiş ve artan dozlarda diğer genotiplerin gerisinde seyretmiştir. Nitekim çeşitli bitkiler üzerinde yapılan birçok çalışmada çimlenme ortamındaki artan ağır metal stresine bağlı olarak bitkilerin sürgün uzunluklarının önemli derece kısıtlandığı bildirilmiştir (Beri ve Setia, 1995; Mishra ve Choudhuri, 1998; Peralta ve ark., 2001; Verma ve Dubey,

2003; Dabhi ve ark., 2005; Gyawali ve Lekhak, 2006; Ayhan ve ark., 2007; Akar, 2017; Ertekin, 2018, Ertekin ve Bilgen, 2021).

Çizelge 6. Sürgün uzunluğu (mm) yönünden ortalamaların karşılaştırılması
Table 6. Comparison of means in terms of shoot length

	G1	G2	G3	G4	G5	Ort.
Kontrol	27.93±2.44 a**	24.80±1.55 ab	20.80±0.92 bc	29.15±1.60 a	23.50±1.31 ab	25.24±0.95 A*
75	12.38±0.62 d-g	15.85±0.45 cd	13.73±1.55 de	14.05±1.88 de	13.95±1.28 de	13.99±0.57 B
150	9.30±0.83 e-h	12.53±0.82 def	10.25±1.09 d-h	10.43±0.73 d-h	9.70±0.56 e-h	10.44±0.42 C
225	8.08±1.12 e-i	8.78±1.04 e-i	9.10±1.24 e-h	8.40±0.47 e-i	6.00±0.80 hi	8.07±0.46 D
300	6.48±0.94 f-i	7.10±1.20 f-i	6.78±1.16 f-i	6.70±0.93 f-i	4.43±0.19 hi	6.30±0.44 DE
375	6.23±1.01 h-i	6.28±1.09 ghi	6.78±0.76 f-i	4.63±0.53 h-i	2.95±0.25 i	5.37±0.45 E
Ort.	11.73±1.64 AB ⁺	12.55±1.39 A	11.24±1.10 AB	12.23±1.74 A	10.09±1.49 B	

** Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

* Aynı sütun içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

⁺ Aynı satır içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Kök uzunluğu yönünden en yüksek değer 25.40 mm ile G2 genotipinin kontrol uygulamasından, en düşük değer ise 3.28 mm ile G5 genotipinin 375 mg L⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Tüm genotipler için kontrol grubundan 225 mg L⁻¹ kadmiyum uygulamasına kadar kök uzunluğunda keskin düşüşler görülürken ilerleyen dozlarda genotiplerin hassasiyeti azalmış ve düşüşlerin önemsenmeyecek düzeyde oldukları gözlenmiştir. 300 ve 375 mg L⁻¹ kadmiyum uygulamaları hiçbir genotipte anlamlı bir farklılık oluşturmazken aynı

zamanda tüm genotiplerde bu iki doz birbirleri arasında farklılık göstermemiştir (Çizelge 7). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Akar ve Atış (2019), artan kadmiyum dozunun kırmızı yumak bitkisinde kontrole kıyasla kök uzunluğunu önemli derece azalttığını bildirmiştir. Ayrıca yine bazı araştırmacılar tarafından kadmiyumun kök gelişimi üzerine olan zararlı etkileri çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Erdoğan, 2005; Muhammad ve ark., 2008; Akıncı ve Akıncı, 2011; Shao ve ark., 2011).

Çizelge 7. Kök uzunluğu (mm) yönünden ortalamaların karşılaştırılması
Table 7. Comparison of means in terms of root length

	G1	G2	G3	G4	G5	Ort.
Kontrol	19.40±1.03 b**	25.40±0.39 a	18.83±1.32 b	20.33±1.76 b	19.50±0.89 b	20.69±0.72 A*
75	13.13±0.35 c	12.10±0.64 c	12.33±0.43 c	12.48±0.26 c	11.20±0.29 cd	12.25±0.22 B
150	8.48±0.39 de	6.28±0.61 efg	6.95±0.49 ef	6.93±0.36 efg	5.98±0.49 efg	6.92±0.27 C
225	6.28±0.45 efg	4.70±0.07 fg	5.95±0.29 efg	4.73±0.35 fg	4.58±0.15 fg	5.25±0.20 D
300	4.50±0.27 fg	4.55±0.31 fg	4.48±0.29 fg	4.33±0.20 fg	4.40±0.16 fg	4.45±0.10 DE
375	3.93±0.05 fg	3.98±0.13 fg	4.40±0.27 fg	3.80±0.17 g	3.28±0.21 g	3.88±0.11 E
Ort.	9.28±1.15 A ⁺	9.50±1.60 A	8.82±1.11 AB	8.76±1.27 AB	8.15±1.20 B	

** Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

* Aynı sütun içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

⁺ Aynı satır içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Yaş ağırlık yönünden en yüksek değer 127.33 mg ile G5 genotipinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 8). Bu değer G2 genotipinin kontrol grubu ile aynı istatistiksel gruba girmiştir ancak G2 genotipi 150 mg L⁻¹ dozuna kadar diğer genotiplerden daha yüksek değerler göstermiştir. Kadmiyum dozlarındaki artışa bağlı olarak yaş ağırlık yönünden genotipler arasında da farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılık 375 mg L⁻¹ dozunda son bulmuş ve tüm genotipler birbirlerine yakın sonuçlar vermiştir. En düşük yaş ağırlık sonucu ise 28.83 mg ile G3 çeşidine uygulanan 375 mg L⁻¹ kadmiyum dozu uygulamasında elde edilmiştir. G1, G2 ve G5

genotipleri 225 mg L⁻¹ kadmiyum dozundan sonraki hiçbir dozdan etkilenmemiştir. Ancak diğer genotipler bu değerlerin üzerindeki dozlara hassasiyet göstermişler ve yaş ağırlıklarında önemli değişiklikler gözlemlenmiştir (Çizelge 8). Genellikle kadmiyum dozlarındaki artış tüm genotiplerde yaş ağırlığı azaltıcı yönde etki etmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer şekilde, mısır, çemen, çeltik ve sorgumda fide gelişim aşamasında artan ağır metal dozları ile birlikte fide yaş ağırlığının ciddi şekilde olumsuz etkilendiği çeşitli araştırmalar ile birlikte rapor edilmiştir (Dabhi ve ark., 2005; Gyewali ve Lekhak, 2006; Ayçiçek ve ark., 2008; Ertekin ve ark., 2020).

Çizelge 8. Yaş ağırlık (mg) yönünden ortalamaların karşılaştırılması

Table 8. Comparison of the means in terms of fresh weight

	G1	G2	G3	G4	G5	Ort.
Kontrol	107.95±6.71 abc**	122.70±11.19 ab	93.65±9.14 b-e	94.00±2.98 b-e	127.33±11.56 a	109.13±4.78 A*
75	64.30±7.12 e-h	96.13±8.12 bcd	80.38±4.64 c-f	82.28±5.83 c-f	94.58±2.12 bcd	83.53±3.54 B
150	54.05±4.37 f-j	72.20±9.13 d-g	64.45±5.60 e-h	67.35±2.52 d-g	61.23±5.39 f-i	63.86±2.70 C
225	42.48±3.40 g-j	44.80±1.06 g-j	46.50±3.42 g-j	48.15±4.57 g-j	46.33±2.96 g-j	45.65±1.38 D
300	35.55±4.96 hij	44.18±4.74 g-j	33.28±2.40 ij	45.03±2.93 g-j	46.53±1.45 g-j	40.91±1.88 DE
375	33.58±4.16 ij	35.50±2.92 hij	28.83±2.69 j	34.68±2.46 hij	36.85±2.68 hij	33.89±1.36 E
Ort.	56.32±5.63 B*	69.25±7.06 A	57.85±5.31 B	61.91±4.62 AB	68.8±6.98 A	

** Farklı küçük harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

* Aynı sütun içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

+ Aynı satır içerisinde farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Bu çalışmada, farklı kadmiyum stresine maruz bırakılan kinoa genotiplerinin çimlenme ve erken fide gelişimi özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kinoa genotipleri arasında kadmiyum stresine karşı en toleranslı genotip Cherry Vanilla (G1) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kullanılan kinoa genotiplerinin 150 mg L⁻¹ kadmiyum dozuna kadar dayanım gösterdiği belirlenmiştir. 150 mg L⁻¹ den daha yüksek seviyelerdeki kadmiyum dozlarının çimlenme ve fide gelişimini olumsuz etkilediği bulunmuştur.

ÖZET

Amaç: Yalancı tahıllar arasında yer alan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) oldukça popülerdir ve Türkiye’de her geçen gün yetiştiriciliği artmaktadır. Bu bitki türü abiyotik stress koşullarına dayanıklı olması ile ön plandadır. Bu çalışma bazı kinoa genotiplerinin (Cherry Vanilla, Mint Vanilla, French Vanilla, Red Head ve Titicaca) farklı kadmiyum (CdCl₂) dozlarına (steril saf su/kontrol, 75, 150, 225, 300 ve 375 mg L⁻¹) karşı çimlenme ve ilk fide gelişimi aşamasında ki tepkilerini değerlendirmek için yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Deneme laboratuvar şartlarında 4 tekrarlamalı olarak tesadüf parsellerinde kurulmuş ve

istatistik analizi faktöriyel düzene göre yapılmıştır. Deneme sonunda çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) hesaplanmıştır. Gelişen fideler üzerinde kök ve sürgün uzunluğu ile yaş ağırlıkları ölçülmüştür. ÇO özelliği dışında tüm özellikler için Genotip × Doz interaksiyonları önemli bulunmuştur. ÇO için genotip ve doz ana faktörleri önemli çıkmıştır. Çimlenme parametrelerini değerlendirdiğimiz zaman, ağır metal dozları arttıkça ÇO düşmüş, Çİ dalgalanma göstermiş, OÇS ise düşüş göstermiştir. İlk fide gelişimi parametrelerini incelediğimizde ağır metal dozu arttıkça sürgün ve kök uzunluğu ile yaş ağırlık düşüş göstermiştir.

Genel Yorum: Bu çalışmanın sonuçlarına göre değerlendirilen tüm kinoa genotipleri 75 ve 150 mg L⁻¹ dozundaki kadmiyum stresine karşı toleranslı bulunurken, 150 mM dozunun üzerindeki dozlara hassasiyet göstermişlerdir. Genotipler arasında en toleranslı genotip Cherry Vanilla olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Özellikle 150 mg L⁻¹ e kadar kadmiyum ile kontamine olmuş topraklar ve sulama suyu kullanılan yetiştiricilik sistemlerine kinoa bitkisinin dâhil edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, kadmiyum, kinoa, çimlenme, ilk fide gelişimi.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akar M (2017) Uyarıcı uygulamalarının ağır metal stresine maruz bırakılan bazı çok yıllık buğdaygil çim türlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 83 s.
- Akar M, Atış İ (2019) Priming uygulamalarının kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan kırmızı yumağın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9: 26-36.
- Akar M, Atis I (2018) The effects of priming pretreatments on germination and seedling growth in perennial ryegrass exposed to heavy metal stress. Fresenius Environ. Bull. 27: 6677-6685.
- Akıncı S, Akıncı İE (2011) Nikelin ıspanakta (*Spinacia oleracea*) çimlenme ve bazı fide büyüme parametreleri üzerine etkisi. Ekoloji 20: 69-76.
- Ayçiçek M, Kaplan O, Yaman M (2008) Effect of cadmium on germination, seedling growth and metal contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Asian J. Chem. 20: 2663-2672.
- Ayhan B, Ekmekçi Y, Tanyolaç D (2007) Erken fide evresindeki bazı mısır çeşitlerinin ağır metal (kadmiyum ve kurşun) stresine karşı dayanıklılığının araştırılması. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 8: 411-422.
- Beri A, Setia RC (1995) Assessment of growth and yield in *Lens culinaris* Medic var. Massar 9-12 treated with heavy metals under N-supplied conditions. J. Indian Bot. Soc. 74: 293-297.
- Dabhi MS, Bhandari P, Vyas AV (2005) Chromium toxicity study in fenugreek seedlings. Emerging trends in plant physiology, Ahmdabad. pp. 14.
- Ellis RH, Roberts EH (1980) Towards a Rational Basis for Seed Testing Seed Quality. (P. Hebblethwaite Editör). In: Seed Production. Butterworths, London, pp.605-635.
- Erdoğan O (2005) Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerinde nikel toksitesinin humik asit ile azaltılması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bil. Ens., 36 s.

- Ertekin EN (2018) Yaygın olarak tarımı yapılan yem bitkilerinde bazı ağır metallerin çimlenme üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bil. Ens. Tarla Bitkileri ABD, s.s. 145.
- Ertekin EN, Bilgen M (2021) Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)'da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma 14: 198-207.
- Ertekin EN, Ertekin İ, Bilgen M (2020) Effects of some heavy metals on germination and seedling growth of sorghum. KSU Journal of Agriculture and Nature 23: 1608-1615.
- Gyawali R, Lekhak HD (2006) Chromium tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars from Kathmandu Valley, Nepal. Scientific World 4: 102-108.
- Haktanır K ve Arcak S (1998) Çevre Kirliliği. Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üni. Yayın No: 1503, Ders Kitabı:457, Ankara
- Haktanır K (1987) Çevre Kirliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu, Teksir No:140
- ISTA (1996). International Rules for Seed Testing. Rules. Seed Science and Technology 24. Supplement.
- Demir MK ve Kılıç M (2016) Kinoa: Besinsel ve antibesinsel özellikleri. Journal of Food and Health Science 2: 104-111.
- Mishra A and Choudhuri MA (1998) Amelioration of lead and mercury effects on germination and rice seedling growth by antioxidants. Biologia Plantarum 41: 469-473.
- Muhammad S, Iqbal MZ, Mohammad A (2008) Effect of lead and cadmium on germination and seedling growth of *Leucaena leucocephala*. Journal of Applied Science and Environmental Management 12: 61-66.
- Öktüren-Asri F, Sönmez S (2006) Ağır metal toksitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. Derim Dergisi 2: 36-45.
- Peralta JR, Gardea-Torresdey JL, Tiemann KJ, Gomez E, Arteaga S, Rascon E, Parsons JG (2001) Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66: 727-734.
- Sert EB, Turkmen M, Cetin M (2019) Heavy metal accumulation in rosemary leaves and stems exposed to traffic-related pollution near Adana-İskenderun Highway (Hatay, Turkey). Environ. Monit. Assess. 191: 1-12.
- Seven T, Can B, Darende B N Ocak S (2018) Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi 1: 91-103.

Shao Y, Jiang L, Zhang D, Ma L, Li C (2011) Effects of arsenic, cadmium and lead on growth and respiratory enzymes activity in wheat seedlings. Journal of Agricultural Research 6: 4505-4512.

Verma S, Dubey RS (2003) Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. Plant Science 164: 645-655.

Yönel O, Özdil S (2014) Çölyak hastalığı. Güncel Gastroentoloji 18: 93-100.



Determination of probiotic and some technological properties of lactic acid bacteria isolated from cheeses sold in the Kilis region, Turkey

Kilis bölgesinde satılan peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin probiyotik ve bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

Hidayet SAĞLAM¹ , Filiz UÇAN TÜRKMEN¹ 

¹Kilis 7 Aralık University, Molecular Biology and Genetics Department, Faculty of Arts and Sciences, 79000 Kilis, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.982711](https://doi.org/10.37908/mkutbd.982711)

Geliş tarihi /Received:14.08.2021

Kabul tarihi/Accepted:22.12.2021

Keywords:

Lactic acid bacteria, starter culture, technological properties, probiotic properties, Turkish beyaz fresh cheese.

 Corresponding author: Hidayet SAGLAM

 hsaglam78@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The purpose of this study is to evaluate technological properties and probiotics potential of lactic acid bacteria (LAB) isolated from 15 raw milk Turkish Beyaz fresh cheese made in the Kilis region, Turkey.

Methods and Results: 287 colonies from 15 cheese samples were selected and 91 of them were analyzed as Gram-positive and catalase-negative. 19 strains of 91 colonies were accepted as potential probiotics since they stayed alive in pH 3.5 and 0.3% bile salt. They were identified as *Lactobacillus* sp. (11 strains), *Leuconostoc* sp. (3 strains), *Streptococcus* sp. (2 strains), *Lactococcus* sp. (2 strains), and *Enterococcus* sp. (1 strain) by biochemical tests and API test kit. It was determined that 19 strains with high acidification rate, 15 strains demonstrated weak proteolytic activity, 3 ones moderate, and 1 strong proteolytic activity. It was determined that 1 of the strains were resistant to chloramphenicol, 2 to tetracycline, and 6 to vancomycin. No strains resistant to penicillin and erythromycin could be detected. In the artificial gastric juice resistance test, although no viability was detected at pH 2.0. But it was determined that the viability values varied between 89.49-111.79% at pH 3.0. Also, these strains showed growth at bile salt. According to plasmid profiles of strains, 13 of 19 potential probiotic strains were determined to have plasmid DNA in the range of 1-5, while other strains were determined to not have plasmid DNA. The molecular sizes of the plasmid DNA of the isolated strains ranged from 2-16 kb.

Conclusions: In the research, it was determined that LABs isolated from Turkish white fresh cheese produced in Kilis have probiotic potential and can be used as starters in various fermented foods.

Significance and Impact of the Study: According to the results obtained, it was concluded that some strains can be used as probiotic starter culture in cheese production and others can be used for ripening of cheese.

Atıf / Citation: Saglam H, Ucan Turkmen F (2022) Determination of technological properties and probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from Turkish beyaz fresh cheeses sold in the Kilis region. Turkey. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1) : 9-17. DOI: 10.37908/mkutbd.982711

INTRODUCTION

Probiotics are defined as living microorganisms that provide beneficial effects on health as benefit the

intestinal flora and activate the immune system when a sufficient amount is taken by humans and animals. A bacterium to be used as a probiotic; should maintain a high level of viability in the host's adverse conditions

(acid, bile salts), for example, in the gastrointestinal tract. In addition, the starter and probiotic bacteria cultures should be resistant to some antibiotics that are thought to adversely affect the growth of culture and are widely used in the clinic (Başyigit, 2004).

For a microorganism to display its probiotic properties, it must be passed through the acidic medium (pH 1.5-3.0) of the stomach and reach the intestines. Therefore, it is most important in the selection of probiotic microorganisms resistant to acid (Dunne et al., 1999) and to bile salts (Başyigit, 2004; Lee and Mahmoudi et al., 2021; Salminen, 1995; Pouwels and Leer, 1993).

Living microorganisms that are considered as probiotics are made of both bacteria and yeast. Common probiotic bacteria can include *Lactobacillus* spp. and *Bifidobacterium* spp. They are the natural flora of the gut microbiota and are the most studied and widely used bacteria in the probiotic field (Kaur and Das, 2011).

LAB are used in the production and maturation of many dairy products, especially cheese, as well as in fermented foods prepared from raw materials such as cereals, vegetables, fruits, meat, etc. Many factors are effective in determining the technological properties of LAB; growth temperature, development at low pH values, reproduction at high salt concentrations, and proteolytic activity. Strains, whose proteolytic activity is above 50 $\mu\text{L mL}^{-1}$ tyrosine, cause high protein residues and amino acids, thus causing the development of bitter taste and thus not preferred in Turkish Beyaz fresh cheese production as a starter culture. In general, it is stated that the proteolytic activities of LAB are considered weak (Ertekin and Con, 2014; Mohammed and Con, 2021).

No studies on LAB isolation from food products produced in and around Kilis have been found. In Kilis, some cheeses are produced from raw milk and therefore have a rich LAB content.

The determination of probiotic and some technological properties of LABs are important in terms of knowing the characteristics of the cultures to be used as a starter culture. This way, it is possible to obtain cultures that were not previously isolated, as well as analyze their properties. At the same time, there is a possibility that the cheeses produced with these cultures will be suitable for Turkish taste.

Due to the increased interest in new products, it will be possible to produce new cheese varieties with different characteristics by using the cultures to be obtained as a starter culture. The aim of the study was to characterize potential probiotic cultures and to determine some technological properties of those isolates. So that

isolates would be used as probiotic starter culture and for ripening of cheese.

MATERIALS and METHODS

Material

Turkish Beyaz fresh cheese samples obtained from Kilis province in southeast Turkey were used as the sources for lactic acid bacteria. Isolations were done from 15 Turkish Beyaz fresh cheese samples.

Method

Serial dilutions of samples were prepared with physiological salt water from cheese samples. M17 agar was used for isolation of cocci LAB, and Man, Rogosa and Sharpe (MRS) agar for *Lactobacilli* by spreading plate method and incubated at 30°C, 48 hours. Pure cultures obtained were stored at -20 °C in broth containing 20% glycerol. Gram staining and catalase tests of the isolates analyzed, and to determine potential probiotics, strains were evaluated for resistance to low pH (pH 3.5) and bile salts (Başyigit, 2004; Kandler and Weiss, 1986; Öner et al., 2006). In order to identify the isolates; gas production from glucose, ammonia production from arginine, growing at different temperatures, growing at pH 9.6 and at 6.5% NaCl, 0.1% methylene blue reduction tests were performed. Analytical Profile Index (API) test kits were used to determine the carbohydrate fermentation properties of the strains. The method utilized by Citti et al. (1963) was used for the detection of proteolytic activities. The total acid production ability of cultures, pH value of isolates, and the ability to form % acidity (in lactic acid) were determined (Bradley et al., 1992; Ertürkmen and Öner, 2015). A method applied by many researchers was used to measure the resistance of isolates to artificial gastric juice at pH 3.0 and pH 2.0 (Gardiner et al., 1999; Sağlam, 2013; Vinderola and Reinheimer, 2003). Antibiotic resistance properties of isolates were determined by applying the disk diffusion method (Başyigit, 2004; Sağlam, 2013) and the E-test method (Ammor et al., 2008; Danielsen and Wind, 2003; Franz et al., 2001). After obtaining the plasmid profile of the isolated cultures by QIAprep Spin Miniprep Kit, the plasmid DNA was loaded onto the 1% agarose gel and a gel image was taken after it was performed in electrophoresis (Egervarn et al., 2009; Sağlam, 2013; Smithies, 1955).

RESULTS and DISCUSSION

Isolation and Identification

As a result of isolation and purification, strains that Gram-positive, catalase-negative, non-spore, bacilli, or cocci were identified as Lactic Acid Bacteria (LAB). Various sizes of cocci-shaped, Gram-positive, and catalase-negative isolates are *Enterococci* and *Lactococcus*; rod-shaped, Gram-positive, and catalase-negative isolates are considered as lactobacilli (Ertürkmen and Öner, 2015; Schillinger and Lücke, 1987).

287 colonies from 15 cheese samples were selected and purified within the study. 91 strains showing Gram-positive and catalase-negative characteristics from the purified colonies were identified and were used to identify the probiotic properties. In the determination, resistance to low pH (3.5) and bile salt properties were investigated.

According to the results, 48 of 91 strains showed growth at pH 3.5 and 20 strain of them in bile salt, while 19 of these strains showed growth at both pH 3.5 and bile salt. Accordingly, 53% of isolated LAB were resistant to pH 3.5, 22% of them to bile salt, and 21% of them to both pH and bile salt. As a result, 19 strains are suitable to be potential probiotics.

According to the identification results, 19 strains of potential probiotics were identified as *Lactobacillus plantarum* (8 strains), *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *mesenteroides/dextranicum* (3 strains), *Lactobacillus brevis* (3 strains), *Streptococcus* sp. (2 strains), *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* (1 strain), *Enterococcus* sp. (1 strain), and *Lactococcus* sp. (1 strain) (Table 1).

As shown in Table 1, it is seen that lactic acid bacteria isolated from cheese samples are of a five genus with *Lactobacillus* sp. 57.89%, *Leuconostoc* sp. 15.78%, *Streptococcus* sp. 10.52%, *Lactococcus* sp. 10.52%, and *Enterococcus* sp. 5.26%. In many studies, LABs isolated from fermented foods for starter culture use have been identified, LABs have been established to be at different genus and types (Arici et al., 2017; Azat et al., 2016; Ertürkmen and Öner, 2015; Gonzalez et al., 2000; Quadghiri et al., 2005; Shangpliang et al., 2017). In one of these studies, 145 colonies from 7 cheese samples produced from raw milk isolated under laboratory conditions and determined that 77 of them were LAB and also 25, 22, and 30 of them were determined to be *Lactococcus* spp., *Enterococcus* spp., and *Lactobacillus* spp., respectively. In another study 164 LABs were isolated from soft white cheese. As a result of the identification of the isolates, 34% of all strains were *Lactobacillus*, 27% of all were *Lactococcus*, 27% were

Leuconostoc, 10% of strains were *Enterococcus* and 1% belongs to the *Streptococcus* genus. Also, 2 strains with 1% could not be identified.

Table 1. Identification of strains

No	Strain	Identification
1	M170408	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides/dextranicum</i>
2	MRS0501	<i>Lactobacillus plantarum</i>
3	M170702	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides/dextranicum</i>
4	MRS0703	<i>Lactobacillus plantarum</i>
5	M170709	<i>Lactobacillus plantarum</i>
6	MRS0801	<i>Lactobacillus brevis</i>
7	M170803	<i>Lactobacillus plantarum</i>
8	M170806	<i>Lactobacillus plantarum</i>
9	MRS1001	<i>Streptococcus</i> sp.
10	MRS1003	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>
11	M171103	<i>Streptococcus</i> sp.
12	MRS1103	<i>Lactobacillus brevis</i>
13	M171305	<i>Enterococcus</i> sp.
14	M171306	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides/dextranicum</i>
15	M171307	<i>Lactobacillus plantarum</i>
16	M171310	<i>Lactococcus</i> sp.
17	M171313	<i>Lactobacillus brevis</i>
18	MRS1315b	<i>Lactobacillus plantarum</i>
19	MRS1317	<i>Lactobacillus plantarum</i>

According to the results of the 1st, 2nd, 3rd, and 7th days, pH values and % acidity ratios are given in Table 2. As shown in Table 2, the lowest pH value was determined in *L. plantarum* M171307 and the highest in *L. mesenteroides/dextranicum* M170408 on the 7th day. The average pH value obtained at the end of the 7th day was determined to be 4.41. The lowest total amount of acid production was determined at *L. mesenteroides/dextranicum* M170702 (0.24%) and the highest at *L. brevis* MRS0801 (0.40%) on the 7th day. The average acidity obtained at the end of the 7th day is 0.31%. LABs, which reduced the pH of the environment between 4.50-4.86 after 24 hours of incubation, were thought to have fast acidification properties of the environment and it was concluded that these cultures could be used as a starter culture.

In studies, LAB species and strains were found to produce different levels of acid (Bulut, 2003; Ertürkmen and Öner, 2015; Herreros et al., 2003; Turhan and Öner, 2014). The acidity values of cultures differed between 0.11-1.33% in the study in which 15% LAB 24-hour cultures isolated from Balıkesir region cheeses

determined by Dikbaş Yıldız (2013). Similar results were obtained as a result of 24-hour incubation in our study. The pH and % acidity values of LABs that Ertekin and Çon (2014) isolated from cheese, sausage, sourdough, and pickles were determined. It was confirmed that the pH values of the isolates on the 7th day were between 3.30-4.41 (average pH 3.85) and the acidity values between 1.07-2.47% (average 1.81%). In another study, it was determined that the pH production of the identified strains varied between 3.77-5.96 (Öner et al., 2006).

Proteolytic activity is involved in breaking down protein and peptides by microorganisms to obtain the necessary amino acids. It is one of the important factors in the selection of starter culture. In the production of fresh cheeses (Beyaz cheese etc.) proteolytic activity of cultures should not have high proteolytic activity. Cultures with high proteolytic activity are used for the ripening of hard cheeses (Turhan and Öner, 2014). Strains which have proteolytic activity value of 50 µg

mL⁻¹ tyrosine equivalent have a bitter taste due to the compounds formed as a result of breaking down the proteins and such strains are not preferred in cheese production (Atiles et al., 2000; Cogan et al., 1997). Proteolytic activity values (µg mL⁻¹ tyrosine equivalent) (PAD) of strains isolated from white cheese studies are expressed as PAD<10 weak, 10<PAD<20 medium, and PAD> 20 strong proteolytic activity (Karakuş, 1994). While the types with high proteolytic activity are preferred in the production of ripened hard cheeses, types with low proteolytic activity are preferred in the production of Beyaz cheese that is consumed fresh without ripening. For example, strains with low proteolytic activity should be used in Beyaz cheese production. Proteolysis plays an important role in the formation of texture, taste, and aroma of cheese varieties. The proteolytic activity results of the isolates were calculated according to the standard curve. The tyrosine equivalents of the strains were given in Table 2.

Table 2. Total acid production ability and tyrosine equivalent (µg mL⁻¹)

Culture	pH				titratable acidity %				Tyrosine equivalent
	1 st day	2 nd day	3 rd day	7 th day	1 st day	2 nd day	3 rd day	7 th day	
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>mesenteroides/dextranicum</i> M170408	4.74	4.71	4.73	4.75	0.22	0.24	0.24	0.36	14.76
<i>Lactobacillus plantarum</i> MRS0501	4.74	4.55	4.47	4.41	0.22	0.25	0.28	0.32	<1
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>mesenteroides/dextranicum</i> M170702	4.86	4.76	4.78	4.74	0.20	0.21	0.22	0.24	<1
<i>Lactobacillus plantarum</i> MRS0703	4.63	4.47	4.39	4.25	0.23	0.28	0.30	0.35	<1
<i>Lactobacillus plantarum</i> M170709	4.75	4.47	4.40	4.26	0.18	0.26	0.29	0.34	<1
<i>Lactobacillus brevis</i> MRS0801	4.80	4.57	4.61	4.55	0.24	0.26	0.25	0.40	<1
<i>Lactobacillus plantarum</i> M170803	4.79	4.62	4.53	4.34	0.18	0.24	0.25	0.30	<1
<i>Lactobacillus plantarum</i> M170806	4.76	4.63	4.54	4.33	0.20	0.23	0.25	0.30	<1
<i>Streptococcus</i> sp. MRS1001	4.55	4.45	4.56	4.40	0.24	0.27	0.26	0.30	<1
<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i> MRS1003	4.79	4.55	4.48	4.39	0.22	0.24	0.27	0.31	<1
<i>Streptococcus</i> sp. M171103	4.73	4.59	4.66	4.46	0.21	0.24	0.24	0.25	<1
<i>Lactobacillus brevis</i> MRS1103	4.53	4.64	4.52	4.40	0.24	0.26	0.26	0.28	<1
<i>Enterococcus</i> sp. M171305	4.68	4.50	4.47	4.27	0.24	0.26	0.30	0.32	<1
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp <i>mesenteroides/dextranicum</i> M171306	4.65	4.54	4.54	4.48	0.23	0.26	0.26	0.27	15.51
<i>Lactobacillus plantarum</i> M171307	4.62	4.42	4.46	4.24	0.21	0.26	0.28	0.32	2.51
<i>Lactococcus</i> sp. M171310	4.57	4.49	4.52	4.44	0.22	0.27	0.25	0.28	22.19
<i>Lactobacillus brevis</i> M171313	4.70	4.56	4.51	4.52	0.21	0.26	0.25	0.27	17.74
<i>Lactobacillus plantarum</i> MRS1315b	4.63	4.61	4.55	4.34	0.17	0.24	0.25	0.30	<1
<i>Lactobacillus plantarum</i> MRS1317	4.50	4.48	4.56	4.34	0.26	0.24	0.26	0.30	3.81
Medium	4.69	4.56	4.54	4.41	0.22	0.25	0.26	0.31	

According to the results of the study, PAD values were found to be in the range of <1-22.19 µg tyrosine mL⁻¹. The highest proteolytic activity was determined in *Lactococcus* sp. M171310. Three strains were (*L. mesenteroides/dextranicum* M170408, *L.*

mesenteroides/dextranicum M171306, and *L. brevis* M171313) showed moderate proteolytic activity values, and 15 strains showed weak proteolytic activity. The similarity of proteolytic activity values formed by *L. mesenteroides/dextranicum* M170408 and *L.*

mesenteroides/dextranicum M171306, and *L. plantarum* M171307 and *L. plantarum* MRS1317.

It is stated that *P. pentosaceus* and *L. helveticus* isolated from different foods are compatible with the values sought in starter cultures and some of *L. plantarum* isolates have high proteolytic activity (Ertekin and Çon, 2014). In a study, strains without proteolytic activity were used in Beyaz cheese production (Öner et al., 2006).

In the study, the disc diffusion method and E-test were used to determine the antibiotic susceptibilities of the strains. The resistance properties of chloramphenicol, tetracycline, penicillin, erythromycin, and vancomycin were examined (Table 3). As can be seen in Table 3, the strains formed an average of 26 mm zones in chloramphenicol and only *L. plantarum* M170803 strain showed resistance to chloramphenicol. As a result of chloramphenicol resistance test, it was determined that a 22-30 mm diameter zone was formed at non-resistant strains. Among these strains, the strains forming 22 mm zone diameter were *Lc. lactis* spp *lactis* MRS1003, *Enterococcus* sp. M171305, *Leu. mesenteroides/dextranicum* M171306, *L. plantarum* M171307, and *L. plantarum* MRS1317, while the strain forming 30 mm zone diameter was *L. plantarum* M170709. The zone diameters formed by the strains in tetracycline were in the range of 26-37 mm and on average 31 mm in diameter. *Leu. mesenteroides/dextranicum* M170702, and *L. plantarum* MRS1315b strains showed resistance to tetracycline. While the strains forming 26 mm zone

diameter in tetracycline were *Streptococcus* sp. MRS1001, *L. brevis* MRS1103 and *Leu. mesenteroides/dextranicum* M171306, it was determined that the strain forming 37 mm zone diameter was *L. plantarum* MRS0501. While penicillin resistance average was 28 mm, it was determined that it was in the range of 22-36 zone diameters, and in erythromycin, it was in the range of 22 mm and 10-32 mm. It was determined that 6 strains showed resistance in vancomycin. Strains that resist vancomycin were *Leu. mesenteroides/dextranicum* M170408, *L. plantarum* MRS0501, *Leu. mesenteroides/dextranicum* M170702, *L. plantarum* MRS0703, *L. plantarum* M170709, and *L. brevis* MRS0801. While the resistance values against vancomycin were an average 22 mm zone diameter, this value formed a zone diameter in the range of 0-28 mm. The largest zone diameter was determined in strain *L. brevis* M171313. It has been shown that the lowest effective amount of chloramphenicol in strains ranged from 1.0-64 µg mL⁻¹, while tetracycline ranged from 0.125 µg mL⁻¹ to 96 µg mL⁻¹, penicillin 0.094-1.5 µg mL⁻¹, erythromycin 0.064-1.0 µg mL⁻¹, and vancomycin ranging from 0.25 µg mL⁻¹ to >256 µg mL⁻¹.

Artificial gastric juice resistance values are given in Table 4. According to the results obtained, no viability was detected at pH 2.0 after 3 hours of incubation. At pH 3.0, viability was determined between 89.49 and 111.79%. Accordingly, *L. plantarum* M170803 strain showed an increase of one log from 8.23 log to 9.20 log as a result of 3-hour incubation at pH 3.0 hence the highest viability is seen with it.

Table 3. Antibiotic resistance properties of cultures by zone diameters (mm) and E-test values (µg mL⁻¹)

Culture	Zone diameters			E-test values (µg mL ⁻¹)							
	CI	TE		P	E	VA	CI	TE	P	E	VA
<i>Leu. mesenteroides/dextranicum</i> M170408	27	35		36	27	-	2.0	0.38	0.50	0.064	>256
<i>L. plantarum</i> MRS0501	28	37		31	10	-	6.0	0.75	1.0	0.094	>256
<i>Leu. mesenteroides/dextranicum</i> M170702	26	-		36	28	-	1.5	96	0.25	0.094	>256
<i>L. plantarum</i> MRS0703	26	36		22	32	-	1.5	0.5	1.5	0.064	>256
<i>L. plantarum</i> M170709	30	32		30	30	-	1.5	0.25	0.5	0.5	>256
<i>L. brevis</i> MRS0801	28	28		36	24	-	2.0	0.50	0.25	0.25	>256
<i>L. plantarum</i> M170803	-	28		28	12	22	64	0.125	0.125	0.25	0.38
<i>L. plantarum</i> M170806	26	32		30	12	24	2.0	0.19	0.19	0.38	0.38
<i>Streptococcus</i> sp. MRS1001	28	26		26	23	22	2.0	0.25	0.50	0.094	0.38
<i>Lc. lactis</i> spp <i>lactis</i> MRS1003	22	28		26	22	23	1.5	0.19	0.50	0.125	0.38
<i>Streptococcus</i> sp. M171103	26	36		34	28	25	2.0	0.19	0.19	0.064	0.38
<i>L. brevis</i> MRS1103	26	26		22	22	21	2.0	0.25	0.75	0.125	0.38
<i>Enterococcus</i> sp. M171305	22	32		24	11	23	2.0	0.19	0.125	0.064	0.25
<i>Leu. mesenteroides/dextranicum</i> M171306	22	26		30	22	20	2.0	0.19	0.19	0.25	0.38
<i>L. plantarum</i> M171307	22	34		22	10	22	2.0	0.19	0.75	1.0	0.38
<i>Lactococcus</i> sp. M171310	26	32		26	24	22	1.0	0.19	0.19	0.094	0.25

Table 3 (continued). Antibiotic resistance properties of cultures by zone diameters (mm) and E-test values ($\mu\text{g mL}^{-1}$)

<i>L. brevis</i> M171313	28	34	28	28	28	3.0	0.25	0.19	0.094	0.25
<i>L. plantarum</i> MRS1315b	28	-	32	28	26	2.0	96	0.094	0.125	0.38
<i>L. plantarum</i> MRS1317	22	28	22	22	24	2.0	0.25	0.25	0.094	0.38
Medium	26	31	28	22	23					

In a study by Karasu (2006), the development of lactic starter cultures isolated from pickles and olives in pH 2.0 and pH 3.0 were investigated. Accordingly, it is stated that all the isolates obtained survive significantly at pH 3.0, whereas approximately 60% of the isolates are not alive at pH 2.0. The tolerance of 274 LABs to the gastrointestinal environment was investigated by incubating for 4 hours at 37 °C in artificial stomach juice (pH 3.0) containing 3 mg mL⁻¹ pepsin. While 10% strain of the tested LABs was found to have a viability more than 50%, only a decrease in the viability rates of the same strains was reported at pH 2.5 (Hwanhlem et al., 2010). In a study by Mishra and Prasad (2005), it was reported that only 3 strains out of 7 tested LABs were resistant to pH 2.0 or 3.0. It is stated that probiotic bacteria may have decreased viability due to the pepsin enzyme or due to the combined effects of pepsin and high pH. On the other hand, milk proteins have a protective effect on bacteria, allowing the bacteria to survive in the acidic environment of the stomach. For this reason, it is generally recommended to use probiotic bacteria together with milk or meat. In another study, an environment similar to gastric juice conditions was tried to determine the ability of probiotics to reach the intestines from the highly acidic environment of the stomach, and *Lactobacillus* growth pH 2.0, pH 3.0, pH 4.0 values were observed in their environment. When the results were evaluated, it was

observed that all strains showed weak growth in pH 2.0 and 3.0 in general. It was observed that *L. fermentum* BSP1, *L. brevis* BT1, KMP1, *L. helveticus* MNK3 strains showed the best development at pH 4.0 and other bacteria showed weak growth. With the increase of the acidity rate in the environment, the reproduction density of the bacteria decreased. Another feature of probiotic bacteria is that bacteria can also resist the small intestinal juice medium after gastric juice. Following the passage of the stomach, the small intestine is the second major barrier in the gastrointestinal tract. Although the pH of the small intestine is more suitable for the survival of bacteria, the presence of pancreatin and bile salts can have a negative effect. The pH of stomach juice is around 1.0. On the other hand, the pH of stomach juice reaches 3.0 and higher with the consumption of dairy products and other meals. For this reason, LABs were found to be able to maintain their viability at pH 3.0 and these bacteria gained importance in terms of probiotics (Dikbaş Yıldız, 2013). The number of plasmid DNA and the molecular sizes of these plasmids are given in Table 4. As can be seen in Table 4, it was determined that plasmid DNA was not found in 7 strains, whereas other strains' plasmid DNA numbers were between 1 and 5. Molecular sizes of the isolated plasmid DNA range between 2–16 kilobase (kb).

Table 4. Resistance to artificial gastric juice and plasmid numbers and sizes of strains

Culture	pH 3			pH 2			Plasmid Number	Plasmid Size (kb)
	0 hours (log mL ⁻¹)	3 hours (log mL ⁻¹)	Viability (%)	0 hours (log mL ⁻¹)	3 hours (log mL ⁻¹)	Viability (%)		
<i>Leu. mesenteroides/dextranicum</i> M170408	8.00	7.54	94.25	7.81	0	0	1	10
<i>L. plantarum</i> MRS0501	8.38	8.43	100.60	7.70	0	0	1	10
<i>Leu. mesenteroides/dextranicum</i> M170702	8.08	7.79	96.41	7.95	0	0	3	10, 12, 14
<i>L. plantarum</i> MRS0703	8.61	8.62	100.12	8.32	0	0	-	-
<i>L. plantarum</i> M170709	8.34	8.00	95.92	8.08	0	0	-	-
<i>L. brevis</i> MRS0801	8.15	8.00	98.16	7.71	0	0	1	10
<i>L. plantarum</i> M170803	8.23	9.20	111.79	8.04	0	0	1	10
<i>L. plantarum</i> M170806	8.18	7.32	89.49	7.95	0	0	1	10
<i>Streptococcus</i> sp. MRS1001	8.40	8.30	98.81	7.71	0	0	1	10
<i>Lc. lactis</i> ssp <i>lactis</i> MRS1003	8.38	8.20	97.85	7.91	0	0	4	2, 10, 12, 14
<i>Streptococcus</i> sp. M171103	8.28	7.85	94.81	7.46	0	0	5	2, 10, 12, 14, 16
<i>L. brevis</i> MRS1103	8.48	8.15	96.11	8.00	0	0	-	-

Table 4 (continued). Resistance to artificial gastric juice and plasmid numbers and sizes of strains

<i>Enterococcus</i> sp. M171305	8.53	8.52	99.88	8.04	0	0	-	-
<i>Leu. mesenteroides/dextranicum</i> M171306	8.40	8.26	98.33	7.92	0	0	-	-
<i>L. plantarum</i> M171307	8.32	7.85	94.35	7.85	0	0	5	2, 10, 12, 14, 16
<i>Lactococcus</i> sp. M171310	8.34	7.92	94.96	7.20	0	0	-	-
<i>L. brevis</i> M171313	8.30	8.00	96.39	7.94	0	0	5	2, 10, 12, 14, 16
<i>L. plantarum</i> MRS1315b	8.20	8.04	98.05	8.11	0	0	5	2, 10, 12, 14, 16
<i>L. plantarum</i> MRS1317	8.15	7.85	96.32	8.45	0	0	-	-

When all strains were examined, the highest plasmid size was determined to be 16 kb. In many different studies, no linear relationship has been determined between the medium in which bacteria are isolated and the number and size of plasmid DNA they contain (Rossi et al., 2008). Similarly, there are studies in which the number and size of plasmids contained in cultures belonging to the same species isolated from the same environment are different. In general, LAB differ in the number, size and function of the plasmid they contain. It was determined that LAB sizes were 0.87-250 kb and plasmid number was 0-16 (Sağlam and Karahan, 2017). In conclusion, In the present study, lactic acid bacteria isolates from cheeses were found to have potentially probiotic and technological properties. A total of 91 lactic acid bacteria indicated Gram-positive and catalase-negative properties, 19 of them *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* spp. *mesenteroides/dextranicum*, *Lactobacillus brevis*, *Streptococcus* spp., *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Enterococcus* sp., and *Lactococcus* sp. were identified. In this study, the probiotic properties of these nineteen lactic acid bacteria demonstrated.

Due to the determination of the resistance of these lactic acid bacteria to acidic environments and bile salts, it will be possible for them to pass through the stomach and growth in the intestinal microflora. It was determined that the majority of lactic acid bacteria, which were determined to have probiotic potential, were sensitive to the antibiotics used in the research. It was observed that the acid production properties of the strains were low so can be used as starter culture alone. In the study, it was determined that the lactic acid bacteria obtained have probiotic potential and can also be used as starters in cheese and other fermented products. Further research work is needed to evaluate the *in vivo* probiotic characteristics and technological properties of these potential lactic acid bacteria. Since the selected lactic acid bacteria have good acid-producing abilities, they can be considered as starter cultures in fermented products. However, due to the low proteolytic activities of these bacteria, it may be possible to use mixed starter cultures for ripening

cheeses. Also this research will enable us to establish a collection of lactic bacteria with probiotic potential from local products. These results obtained in our study will contribute to future probiotic researches, and probiotic cultures with these characteristics can be used in different fields and applications.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı Kilis yöresinde çiğ süttten üretilen 15 adet Türk Beyaz taze peynirinden izole edilen laktik asit bakterilerinin (LAB) teknolojik özellikleri ve probiyotik potansiyellerini değerlendirmektir.

Yöntem ve Bulgular: 15 peynir örneğinden 287 koloni seçilmiş ve bunlardan 91'i Gram pozitif ve katalaz negatif olarak analiz edilmiştir. 91 koloninin 19 suşu pH 3.5 ve %0.3 safra tuzunda canlı kaldıkları için potansiyel probiyotik olarak kabul edilmiştir. Biyokimyasal testler ve API test kiti kullanılarak yapılan tanımlama sonucunda *Lactobacillus* sp. (11 suş), *Leuconostoc* sp. (3 suş), *Streptococcus* sp. (2 suş), *Lactococcus* sp. (2 suş) ve *Enterococcus* sp. (1 suş) belirlenmiştir. Asidifikasyon hızı bakımından 19 suşun yüksek; proteolitik olarak 15 suşun zayıf, 3'ünün orta ve 1'inin güçlü aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Antibiyotik dirençlilik açısından bakıldığında, suşlardan 1'inin kloramfenikole, 2'sinin tetrasikline ve 6'sının vankomisine dirençli olduğu belirlenmiştir. Penisilin ve eritromisine dirençli suş tespit edilememiştir. Yapay mide özsuyu direnç testinde pH 2,0'da canlılık saptanmamasına rağmen, pH 3.0'da canlılık değerlerinin %89,49-111,79 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Suşların plazmit profillerine göre 19 potansiyel probiyotik suşun 13'ünün 1-5 aralığında plazmit DNA'sına sahip olduğu, diğer suşların plazmit DNA'sına sahip olmadığı belirlendi. İzole edilen suşların plazmit DNA'sının moleküler boyutları 2-16 kb arasında değişmekteydi.

Genel Yorum: Araştırmada, Kilis'te üretilen Türk beyaz taze peynirlerden izole edilen LAB'ların probiyotik potansiyelleri olduğu ve çeşitli fermente gıdalarda starter olarak da kullanılabilecekleri belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Elde edilen sonuçlara göre bazı suşların peynir üretiminde probiyotik starter kültür olarak, bazılarının ise peynirin olgunlaşmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Laktik asit bakterileri, başlatıcı kültür, teknolojik özellikler, probiyotik özellikler, Türk beyaz taze peynir

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our deepest gratitude to the BAP unit of Kilis 7 Aralık University for the support of this study.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Arıcı M, Coskun F, Celikyurt G, Mırık M, Gülcü M, Tokatlıf N (2017) Some technological and functional properties of lactic acid bacteria isolated from hardaliye. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* 23: 428-437.
- Ammor MS, Florez AB, van Hoek AHAM, de los Reyes-Gavilan CG, Aarts HJM, Margolles A, Mayo B (2008) Molecular characterization of intrinsic and acquired antibiotic resistance in lactic acid bacteria and *Bifidobacteria*. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 14: 6-15.
- Atilen MW, Dudley EG, Steele JL (2000) Gene cloning, sequencing, and inactivation of the branched-chain aminotransferase of *Lactococcus lactis* Lm0230. *Appl. Environ. Microbiol.* 66(6): 2325-2329.
- Azat R, Liu Y, Li W, Kayır A, Lin D, Zhou W, Zheng X (2016) Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from traditionally fermented Xinjiang cheese. *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)* 17(8): 597-609.
- Başığit G (2004) The probiotic properties of some lactic acid bacteria. Master's Thesis, Suleyman Demirel University, Dept. of Food Engineering, 96p. Research Project Grants SDU-BAP-517.
- Başığit Kılıç G, Kuleaşan H, Eralp I, Karahan AG (2009). Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *LWT-Food Science and Technology* 42: 1003-1008.
- Beyatlı Y, Tunail N (1982) Yoğurtlardan izole edilen kimi bakterilerin starter olarak seçilme olanakları üzerine bir araştırma. Tübitak TOVAG-414.
- Bradley RL, Arnold E, Barbano DM, Semerad RG, Smith DE, Vines BK (1992) Chemical and Physical Methods, In: Standard Methods for The Examination of Dairy Products (Ed. Marshall, T.), American Public Health Association, Washington Dc. pp, 433-531.
- Bulut Ç (2003) Isolation and molecular characterization of lactic acid bacteria from cheese. Master's Thesis, Izmir Institute of Technology, Dept. Biotechnology and Bioengineering 102p.
- Citti JE, Sandine WE, Elliker PR (1963) Some observation on the hull method for measurement of proteolysis in milk. *J. Dairy Sci.* 46: 337-345.
- Cogan BTM, Barbosa M, Beuviel E, Bianchi-Salvadori B, Cocconcelli PS, Fernandes I, Gomez J, Gomez R, Kalantzopoulos G, Ledda A, Medina M, Rea MC, Rodriguez E (1997) Characterization of the lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *J. Dairy Res.* 64: 409-421.
- Danielsen M, Wind A (2003) Susceptibility of *Lactobacillus* spp. to antimicrobial agents. *Int. J. Food Microbiol.* 82: 1-11.
- Dikbaş Yıldız K (2013) Balıkesir yöresine ait peynirlerden izole edilen *Lactobacillus* bakterilerinin starter ve probiyotik özelliklerinin araştırılması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Yüksek lisans tezi, 83s.
- Dunne C, Murphy L, Flynn S, O'Mahony L, O'Halloran S, Feeney M, Morrissey D, Thornton G, Fitzgerald G, Daly C, Kiely B, Quigley EM, O'Sullivan GC, Shanahan F, Collins JK (1999) Probiotics: From myth to reality. Demonstration of functionality in animal models of disease and in human clinical trials. *Antonie van Leeuwenhoek* 76: 279-292.
- Egervarn M, Roos S, Lindmark H (2009) Identification and characterization of antibiotic resistance genes in *Lactobacillus reuteri* and *Lactobacillus plantarum*. *J. Appl. Microbiol.* 107: 1658-1668.
- Ertekin Ö, Çon AH (2014) Industrial and probiotic characteristics of lactic acid bacteria isolated from fermented foods. *Academic Food Journal* 12(4): 6-16.
- Ertürkmen P, Öner Z (2015) Beyaz peynir örneklerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin başlatıcı (starter) kültür özelliklerinin biyokimyasal yöntemlerle belirlenmesi. Suleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 19(3): 9-16.

- Franz CMAP, Specht I, Haberer P, Holzapfel WH (2001) Bile salt hydrolase activity of Enterococci isolated from food: screening and quantitative determination. *J. Food Prot.* 46: 725-729.
- Gardiner G, Stanton C, Lynch PB, Collins JK, Fitzgerald G, Ross RP (1999) Evaluation of Cheddar cheese as a food carrier for delivery of a probiotic strain to the gastrointestinal tract. *J. Dairy Sci.* 82: 1379-1387.
- Gonzalez CJ, Encinas JP, Garcia-Lopez ML, Otero A (2000) Characterization and identification of lactic acid bacteria from freshwater fishes. *Food Microbiol.* 17: 383-391.
- Herreros MA, Fresno JM, Rieto MJ, Tornadijo ME (2003) Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (a Spanish goats' milk cheese). *Int. Dairy J.* 13: 469-479.
- Hwanhlem N, Watthanasakphuban N, Riebroy S, Benjakul S, H-Kittikun A, Maneerat S (2010) Probiotic lactic acid bacteria from Kung-Som: Isolation, screening, inhibition of pathogenic bacteria. *Int. J. Food Sci. and Technol.* 45: 594-601.
- Kandler O, Weiss N (1986) Genus *Lactobacillus*, In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 2. (Eds. Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG), Springer, Baltimore. pp 1209–1234.
- Karahan AG, Başıyigit Kılıç G, Kart A, Şanlıdere Aloğlu H, Öner Z, Aydemir S, Erkuş O, Harsa Ş (2010) Genotypic identification of some lactic acid bacteria by amplified fragment length polymorphism analysis and investigation of their potential usage as starter culture combinations in Beyaz cheese manufacture. *J. Dairy Sci.* 93: 1-11.
- Karakuş M (1994) Beyaz peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin asit oluşturma ve proteolitik aktiviteleri. *Gıda Dergisi* 19(4): 237-241.
- Karasu N (2006) Antagonistic and probiotic lactic starter cultures from pickle and olive. M.Sc. Thesis, Pamukkale University, Dept. of Food Engineering, 78p.
- Kaur S, Das M (2011) Functional Foods: An Overview. *Food Sci. Biotechnol.* 20(4): 861-875.
- Lee Y, Salminen S (1995) The coming of age of probiotics. *Trends Food Sci. Technol.* 6: 241-245.
- Mishra V, Prasad DN (2005) Application of *in vitro* methods for selection of *Lactobacillus casei* strains as potential probiotics. *Int. J. Food Microbiol.* 103: 109-115.
- Mahmoudi M, Khomeiri M, Saeidi M, Davoodi H (2021) *Lactobacillus* species from Iranian jug cheese: identification and selection of probiotic based on safety and functional properties. *Appl. Food Biotechnol.* 8(1): 47-56.
- Mohammed S, Çon AH (2021) Isolation and characterization of potential probiotic lactic acid bacteria from traditional cheese. *LWT.* 152: 112319.
- Ouadghiri M, Amar M, Vancanneyt M, Swings J (2005) Biodiversity of lactic acid bacteria in Moroccan soft white cheese (Jben), *FEMS Microbiology Letters* 251: 267-271.
- Öner Z, Karahan AG, Şanlıdere H, Kılıç G, Gundoğdu A (2006) Selection of starter culture for Beyaz cheese. 1st International Egyptian-Jordanian Conference on Biotechnology and Sustainable Development: Current Status and Future Scenarios. Dec. 11-14, 2006. National Research Center, Cairo, Egypt.
- Pouwels PH, Leer RJ (1993) Genetics of *Lactobacilli*: plasmids and gene expression. *Antonie van Leeuwenhoek* 64: 85-107.
- Rossi F, Capodaglio A, Dellaglio F (2008) Genetic Modification of *Lactobacillus plantarum* by heterologous gene integration in a not functional region of the chromosome. *Appl. Microbiol Biotechnol.* 80: 79-86.
- Sağlam H (2013) Plasmid profiles of the identified strains of *Lactobacillus plantarum* and determination of their some properties. Ph.D. Thesis, Suleyman Demirel University, Graduate School of Applied and Natural Sciences, Dept. of Food Engineering, Isparta, 124p.
- Sağlam H, Karahan AG (2017) Plasmids in lactic acid bacteria and their properties. *Kafkas University, Institute of Natural and Applied Science Journal* 10(2): 243-276.
- Schillinger U, Lucke FK (1987) Identification of *Lactobacilli* from meat and meat products. *Food Microbiology* 4: 199–208.
- Shangliang HN, Sharma S, Rai R, Tamang JP. (2017) Some technological properties of lactic acid bacteria isolated from dahi and datshi, naturally fermented milk products of Bhutan. *Front. Microbiol.* 8: 116. doi: 10.3389/fmicb.2017.00116. PMID: 28203227; PMCID: PMC5285335.
- Smithies O (1955) Zone electrophoresis in starch gels: group variations in the serum proteins of normal human adults. *Biochemical of Journal* 61: 629-641.
- Turhan İ, Öner Z (2014) Determination of starter culture properties of lactic acid bacteria isolated from cheese. *Gıda* 39(1): 9-15.
- Vinderola CG, Reinheimer JA. (2003) Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative "in vitro" study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Research Int.* 36: 895-904.



Kentsel alanda kullanılan zemin malzemelerinden kaynaklanan yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisinin belirlenmesi

Determining the effect of trees on the prevention of surface temperature increase caused by surface materials used in urban areas

Fatih ADIGÜZEL¹, Elif BOZDOĞAN SERT¹, Mehmet ÇETİN³

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Nevşehir.

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İskenderun, Hatay.

³Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kastamonu.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1024883](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1024883)

Geliş tarihi /Received:17.11.2021

Kabul tarihi/Accepted:30.11.2021

Keywords:

Surface material, plant material, surface temperature, bioclimatic comfort.

Corresponding author: Fatih ADIGÜZEL

✉: fadiguzel@nevsehir.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study is to reveal the effect of trees on the prevention of the surface temperature increase in the summer period of different surface coverings resulting from usages in urban areas.

Methods and Results: In the study, surface temperature measurements were made on 10 different surfaces (soil, asphalt, parquet (sun-under vegetation) and grass (sun-under vegetation)) on 16 June 2020 at 09:00, 13:00 and 17:00 using an infrared thermometer. Surface temperature measurements were carried out at a height of 150 cm from the surface with 3 replications.

According to the data, the highest average surface temperature was obtained in the soil surface as 46,44 °C. This is followed by asphalt, paving stone (sun), grass (sun), paving stone (plant shade) and grass (plant shade). The average value of the lowest surface temperature value was obtained on the grass surface in the shade of *Platanus orientalis*. In the hottest hour of the day, the lowest surface temperature was obtained on the paving stone surface in the shade of *Ficus retusa-nitida*.

Conclusions: Cities with a Mediterranean climate prevails have a very hot summer period. When this situation comes together with the heat of the surface materials, it can be a factor that reduces the comfort of the people living in the city. In this context, it will increase the comfort level in the urban area by creating a grass surface and increasing the use of trees in planting design applications.

Significance and Impact of the Study: Heating of cities is seen as an important problem all over the world.

For this reason, studies on the contribution of green areas (grass surface and other plant materials) to the reduction of problems have gained importance. It is thought that the data of this study will contribute to the decisions to be made in terms of plant presence-hard ground relationship in the planning of the city.

Atf / Citation: Adıgüzel F, Sert BE, Çetin M (2022) Kentsel alanda kullanılan zemin malzemelerinden kaynaklanan yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 18-26. DOI: 10.37908/mkutbd.1024883

GİRİŞ

Dünyada pek çok faktöre bağlı olarak kentlerdeki nüfus hızla artmaktadır. Bunun sonucu olarak kentsel alanlardaki ihtiyaçlar artmakta; toplumun ihtiyacını karşılamak üzere yapılaşmış alan miktarı da artış yönünde hızla değişmektedir (Alkan ve ark., 2017). Kentlerin planlanmasında sıcaklık önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Ekstrem sıcaklıklar kentsel gelişim alanları için önemli riskler oluşturmaktadır; sıcaklık stresi insan sağlığına zarar vermektedir. Kentsel alanda yapılar çevre daha fazla ısı absorbe eder ya da üretir. Bu nedenle kentsel alanda oluşan ısı adası etkisi kırsal alanlara göre daha yüksektir (Lehoczky ve ark., 2017). Kentin odak noktalarında oluşan yapılaşma hava sıcaklığı ile nem miktarını arttırarak insan sağlığını ve davranışlarını etkileyen biyoklimatik stres üreten bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Cetin, 2015). Yüzey sıcaklıkları ve mekânsal kullanım arasında bir ilişki bulunmakla birlikte çimle kaplı alan ve geçirimsiz yüzeylerin yerleşim alanlarındaki sıcaklığı değiştirdiği ortaya konulmuştur (Connors ve ark., 2013; Irmak ve ark., 2017). Kentler, sahip oldukları iklimsel özellikler ile yaşayanlara çeşitli konfor özelliklerine sahip yaşam alanları sunabilmektedir. Ancak, günümüzde ısıyı depolama ve iletme özelliği yüksek olan yapı kitleleri ve sert/geçirimsiz yüzeylerin (beton, asfalt, vb) artması yerel ve bölgesel ölçekte sıcaklık artışına neden olmaktadır. Suyun toprakla buluşmasını engelleyen geçirimsiz alanlar (yollar; sert yüzeyler: beton, parke, asfalt, vd; binalar) ısıyı yüksek oranda depolayarak uzun dalga boylu radyasyonu arttırmaktadır. Aynı zamanda gölge oluşturma etkisine sahip yüksek binalar geceleri hava sıcaklığının artmasına neden olabilmektedir (Alkan ve ark., 2017; Lehoczky ve ark., 2017; Cetin ve ark., 2019; Adigüzel ve ark., 2020). Zemin kaplamalarının oluşturduğu yüksek sıcaklıklar ve yeşil alan miktarındaki azalma kentlerde sağlıksız konfor alanlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum insanları sağlık, mutluluk, ekonomik ve rekreasyonel açılarından olumsuz etkilemekte; oluşan termal stres dış mekanda kontrol edilememektedir (Patz ve ark., 2005; Gómez ve ark., 2006). Bunun tam tersi olarak da yeşil alanlar yüzey sıcaklığının artışı karşısında soğutma etkisi yapmaktadır. Bitki örtüsü yoğunluğu arttıkça hava sıcaklığı düşmektedir. Bu nedenle kent parkları yaz döneminde çevresinden daha serin olmaktadır (Yan ve ark., 2018). Örneğin, Lisbon'da 2.4 da'lık bir yeşil alanın çevresinden 6.9 °C daha serin olduğu bildirilmiştir (Oliveira ve ark., 2011). Etiyopya'da yapılan çalışmada bir parkın çevresinden 6.72 °C serin; soğutma mesafesinin de 240 metre olduğu belirlenmiştir (Feyisa ve ark., 2014).

Kentlerde bitki örtüsü yalnız estetik özellikleri ile değil fonksiyonel özellikleri (çevresel bozulmayı önlemesi, atmosferdeki su miktarını dengelemesi, kirliliğin azaltılması, vb) ile kullanılmaktadır. Bu nedenle kentin mikro ikliminde ve halkın biyoklimatik konforunun artmasında önemlidir (Gómez ve ark., 2008). Ağaçlar, kentsel alanda gölge oluşturmaları ve evapotranspirasyon sağlamaları ile yüksek sıcaklıkların azalmasına destek olarak kentsel ısı adası oluşumunu önlemekte ve biyoklimatik konforun artmasına katkı sağlamaktadır. Ancak, bu katkının düzeyi bitki türü, taç yapısı, yaprak büyüklüğü ve rengi ile tekstürüne göre değişmektedir. Taç çapı geniş ve orta tekstürlü türler rüzgar akımına izin vermesi ve gölge yapma özellikleri nedeniyle termal konforu artırma konusunda daha başarılı kabul edilmektedir (Leuzingera ve ark., 2010; Correa ve ark., 2012; Aguiar ve ark., 2014; Feyisa ve ark., 2014; de Abreu-Harbach ve ark., 2015). Örneğin, *Olea* sp., *Acacia* sp. ve *Eucalyptus* sp. cinsine ait türlerin soğutma etkisi, *Cupressus* sp. (Servi) ve *Grevillea* sp. (İpek ağacı) cinsine ait türlerden daha yüksektir (Feyisa ve ark., 2014). *Parkinsonia aculeata* (İsa diken), *Ficus retusa-nitida* (İskenderun kauçuğu) ve *Washingtonia filifera* (Palmiye) türlerinin oluşturduğu gölge alanda çim yüzeyi sıcaklığı güneşli alandakinden 6-9 °C civarında daha düşüktür (Cetin ve ark., 2020). Temmuz ayında İskenderun'da *Ficus retusa-nitida*'nın altında gölge ortamda çim yüzey sıcaklığı 23.27 °C olarak belirlenmiştir. Güneşli alanda bulunan çim yüzeyin oluşturduğu en düşük sıcaklık değeri ise 36.53 °C'dir. Ağaçların grup olarak kullanımında *Washingtonia filifera* ile *Casuarina equisetifolia* türlerinin altında gölgede çim yüzey sıcaklığı 23.79 °C olarak elde edilmiştir (Bozdoğan Sert ve ark., 2021). Kentsel alanda pek çok fonksiyonel görev üstlenen ağaçlar, yollar başta olmak üzere pek çok alanda kullanılarak yüzey sıcaklığının azalmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kentsel alanlarda kullanımlar sonucu ortaya çıkan farklı zemin kaplamalarının yaz döneminde sahip olduğu yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisini ortaya koymaktır. Bu kapsamda önemli bir Akdeniz kıyı kenti olan İskenderun (Hatay) örneğinde bazı zemin kaplamaları ile çim yüzeylerden kaynaklanan sıcaklık oluşumuna ağaç tacının oluşturduğu gölge katkısı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin kentin planlanmasında bitki varlığı-sert zemin ilişkisi açısından verilecek kararlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışma, Akdeniz kıyı kenti olan İskenderun (Hatay)'da bulunan İskenderun Teknik Üniversitesi (İSTE) Ana Kampüs'te (Şekil 1) 16 Haziran 2020 tarihinde yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak kampüs girişinden başlayan ve pek çok odunsu türün oluşturduğu bir yeşil alan parseli ile sonlanan 500 metrelik aks seçilmiştir. Alanda farklı yüzey malzemelerini içeren araç yolu (asfalt), orta refüj (çim) ve kaldırım (kilit parke) bulunmaktadır. Kaldırım ve orta refüj bazı ağaç/ağaççık türleri ile bitkilendirilmiş olup; bunlar içerisinde en yoğun kullanılan 6 tür altında ve yakınlarında ölçüm yapılmak üzere seçilmiştir. Ölçüm yapılan noktalarda mevcut ağaç/ağaççık türlerine ait bazı bilgiler şöyledir: **Ceratonia siliqua (Keçiboynuzu)**: Herdemyeşil, kaba tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı ve boyu 2-3 m'dir. Yapraklar bileşik yapıda olup; yaprakçıklar derimsidir. **Ficus retusa-nitida**

(İskenderun kauçuğu): Herdemyeşil, kaba tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı ve boyu 3 m'dir. Yapraklar basittir. **Leucaena leucocephala (Lusina)**: Yaprak döken, orta tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı 3 m, boyu 3-4 m'dir. Yapraklar bileşik yapıdadır. **Platanus orientalis (Doğu çınarı)**: Yaprak döken, orta tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı 4-5 m, boyu 5 metredir. Yapraklar basit, parçalı yapıdadır. **Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' (Top akasya)**: Yaprak döken, orta tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı 2 m, boyu 3 m civarındadır. Yapraklar bileşik yapıda olup; 10-20 yaprakçıktan oluşur. **Tamarix tetrandra (Ilgın)**: Herdemyeşil, ince tekstürlü bir ağaççıktır. Bitki tacı 2 m, boyu 2-3 m'dir. Yapraklar çok ince yapılıdır. Çalışma alanında ölçüm yapılan 10 farklı malzemeye ait görseller Şekil 2'de; toplam 36 noktaya ait koordinatlar Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışma alanına ait anlık (09:00, 13:00, 17:00) hava sıcaklığı değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bu değerler 09.00'da ve 13:00'da 26.5 °C, 17.00'da 24.7 °C'dir (MGM, 2020).



Şekil 1. Araştırma alanı lokasyon haritası
Figure 1. Research area location map



Şekil 2. Çalışma alanında ölçüm yapılan 10 farklı malzemeye ait genel görünüşler
Figure 2. General views of 10 different materials measured in the study area

Çizelge 1. Çalışma kapsamında sıcaklık ölçümü yapılan noktalar ve koordinatları

Table 1. Temperature measurement points and coordinates within the scope of the study

No	Malzeme	Saat			ORTALAMA	F Değeri
		09:00	13:00	17:00		
1	Toprak (güneş)	40,800 fA	56,267 eB	42,267 dA	46,444 f	45,193***
2	Parke (güneş)	35,608 dA	49,650 dC	41,400 dB	42,219 e	164,871***
3	Asfalt (güneş)	38,605 eA	54,019 eC	43,748 dB	45,457 ef	307,869***
4	Çim (güneş)	34,324 dA	40,700 cB	31,738 bcA	35,587 d	24,944***
5	Parke (gölge) bitki altı (<i>Leucaena leucocephala</i>)	27,917 cA	33,217 bB	33,267 cB	31,467 c	8,019**
6	Çim (gölge) bitki altı (<i>Ceratonia siliqua</i>)	22,256 aA	26,433 aB	25,867 aB	24,852 a	40,572***
7	Çim (gölge) bitki altı (<i>Platanus orientalis</i>)	21,111 aA	26,967 aB	25,711 aB	24,596 a	12,799***
8	Parke (gölge) bitki altı (<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera")	27,233 cA	31,967 bB	34,550 cC	31,250 c	27,671***
9	Parke (gölge) bitki altı (<i>Ficus retusa-nitida</i>)	25,033 bA	25,883 aA	29,167 bB	26,694 ab	8,308**
10	Parke (gölge) bitki altı (<i>Tamarix tetrandra</i>)	27,767 cA	30,033 abB	31,967 bcB	29,922 bc	11,048*
	Ortalama	32,067 A	41,357 C	35,626 B		
	F Değeri	140,821***	112,248***	68,894***	71,797***	

Yöntem

Çalışma alanında gün içerisinde sabah 09:00, öğle 13:00 ve akşam 17:00 saatlerinde yapılan yüzey sıcaklık ölçümleri sonucunda elde edilen yüzey sıcaklık haritaları Şekil 3'te görülmektedir. Buna göre en sıcak saat olan 13:00'da sert zeminler (asfalt, parke) ile üzerinde herhangi bir bitki bulunmayan toprak yüzeylerin yüksek düzeyde ısı oluşturduğu belirlenmiştir. 17:00 saatinde de güneş ışınlarının etkisi azalsa da ağaçlarla bitkilendirmenin bulunmadığı alanlarda yüzey sıcaklıkları yine yüksek düzeydedir. Ağaçlar ile çim yüzeylerin sıcaklık düzeyini oldukça alt seviyelere kadar düşürebildiği de görülmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma alanında 16 Haziran 2020 tarihinde 09:00, 13:00 ve 17:00 saatlerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler değerlendirilerek Çizelge 2'de; yüzey sıcaklık haritaları ise Şekil 3'te verilmiştir.

Yüzey sıcaklığının malzeme ve saate bağlı olarak değişimini belirlemeye yönelik yapılan Varyans analizi sonucunda bütün malzemelerde saate bağlı, bütün saatlerde de malzemeye bağlı olarak yüzey sıcaklığının değişiminin istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) anlamlı olmak üzere farklılaştığı belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre saat bazında en düşük ortalama değer saat 09:00'da (32,067 °C), en yüksek değer ise 13:00'da (41,357 °C) elde edilmiştir. 09:00'da görülen en düşük yüzey sıcaklığı (21,111 °C) Çim (gölge) bitki altında (*Platanus orientalis*) ölçülürken; en yüksek değer (40,800 °C) toprak (güneş)'te elde edilmiştir. 13:00'da görülen en düşük yüzey sıcaklığı (25,883 °C) Çim (gölge) bitki altında (*Ficus retusa-nitida*) ölçülürken; en yüksek değer (56,267 °C) toprak (güneş)'te elde edilmiştir. Malzeme bazında ise ortalama değerler 24,596 °C ile 46,444 °C arasında değişmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre Parke (gölge) bitki altı (*Leucaena leucocephala*), Çim (gölge) bitki altı (*Ceratonia siliqua*), Çim (gölge) bitki altı (*Platanus orientalis*), Parke (gölge) bitki altı (*Robinia pseudoacacia*), Parke (gölge) bitki altı (*Ficus retusa-nitida*) ve Parke (gölge) bitki altı (*Tamarix tetrandra*)'nın ilk üç homojen grupta (a, b ve c); Toprak (güneş), Parke (güneş), Asfalt (güneş) ve Çim (güneş)'nin ise son üç homojen grupta (d, e ve f) yer alması dikkat çekicidir.

Saat bazında malzemeye bağlı değişim incelendiğinde bütün saatlerde Çim (gölge) bitki altı (*Ceratonia siliqua*) ve Çim (gölge) bitki altı (*Platanus orientalis*)'nda elde edilen yüzey sıcaklığı değerlerinin Duncan testi sonuçlarına göre ilk homojen grupta yer aldığı

görülmektedir. Toprak ve Asfalt da benzer şekilde bütün saatlerde Duncan testi sonucunda son homojen gruplarda yer almıştır. Malzeme bazında saate bağlı değişim incelendiğinde ise saat 09:00'da elde edilen değerlerin bütün malzemelerde ilk homojen grupta, saat 13:00'de elde edilen değerlerin ise son homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Saat 17:00'de elde edilen değerlere göre Toprak (güneş) ve Çim (güneş) ilk homojen grupta; Parke (gölge) bitki altı (*Leucaena leucocephala*), Çim (gölge) bitki altı (*Ceratonia siliqua*), Çim (gölge) bitki altı (*Platanus orientalis*) ve Parke (gölge) bitki altı (*Tamarix tetrandra*)'da son homojen grupta yer almaktadır.

Yüzey sıcaklık değişimleri açısından bir değerlendirme yapıldığında; 13:00-17:00 arasında güneş altındaki koşullarda bulunan toprak yüzeyinde yaklaşık 14 °C; asfalt yüzeyde yaklaşık 10 °C; parke yüzeyde yaklaşık 8 °C; çim yüzeyde ise yaklaşık 9 °C daha düşük sıcaklık düzeyi görülmektedir. Aynı şekilde ağaç gölgesindeki çim yüzeylerde de daha serin etki devam ederken; bunun tam tersi olarak bitki gölgesindeki parke yüzeylerde ısınma devam etmektedir. Yalnız ince tekstüre sahip *Leucaena leucocephala* türünün gölgesindeki parke yüzeyde ısı değişiminin aynı kaldığı belirlenmiştir.

Çalışmada farklı zemin malzemeleri için elde edilen yüzey sıcaklığı değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020) İskenderun kenti anlık sıcaklık verileri ile karşılaştırıldığında; 09.00'da oluşan 26,5 °C'ye en yakın sıcaklık değeri *Platanus orientalis* gölgesindeki çim yüzeyde; 13:00'da oluşan 26,5 °C'ye en yakın sıcaklık değeri *Ficus retusa-nitida* gölgesindeki parke yüzeyde; 17:00'da oluşan 24,7 °C'ye en yakın sıcaklık değeri *Platanus orientalis* gölgesindeki çim yüzeyde görülmektedir. Güneş altında bulunan çim yüzeyden elde edilen ortalama sıcaklık düzeyi bitki gölgesine göre yaklaşık 11 °C daha yüksektir. Ancak, güneş altında bulunan toprak yüzeyden yaklaşık 11 °C; asfalttan ise 10 °C; parkeden 7 °C daha düşüktür. Bu veriler, çim yüzey oluşturmanın önemini de ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada bitkisel materyalin zemin malzemelerinin oluşturacağı ısınmayı önleyerek kent ısısını azaltma konusundaki katkısına yönelik elde edilen veriler; Correa ve ark. (2012)'nin *Platanus acerifolia*; Aguiar ve ark. (2014)'ün ince ve orta tekstürlü türler için; de Abreu-Harbach ve ark. (2015)'in *Caesalpinia pluviosa*; Cetin ve ark. (2020)'nin *Parkinsonia aculeata*, *Ficus retusa-nitida* ve *Washingtonia filifera*; Bozdoğan Sert ve ark. (2021)'in *Washingtonia filifera* ve *Casuarina equisetifolia* türleri için elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bu kapsamda ağaçların kentsel alanlarda yoğun olarak kullanılan sert zeminlerle birlikte tasarlanması kentsel

ısınmayı azaltma yönünde olumlu bir etki yaptığı söylenebilir.

Kentsel alanlarda kullanılan çim ve sert yüzeylerin oluşturduğu sıcaklık düzeylerine yönelik veriler Alkan ve

ark. (2017), Cetin ve ark. (2020) ve Bozdoğan Sert ve ark. (2021)'in elde ettiği verilerle benzerlik göstermektedir. Sert zeminler (asfalt, parke, beton) her zaman çim yüzeyden daha yüksek düzeyde ısınmaktadır.

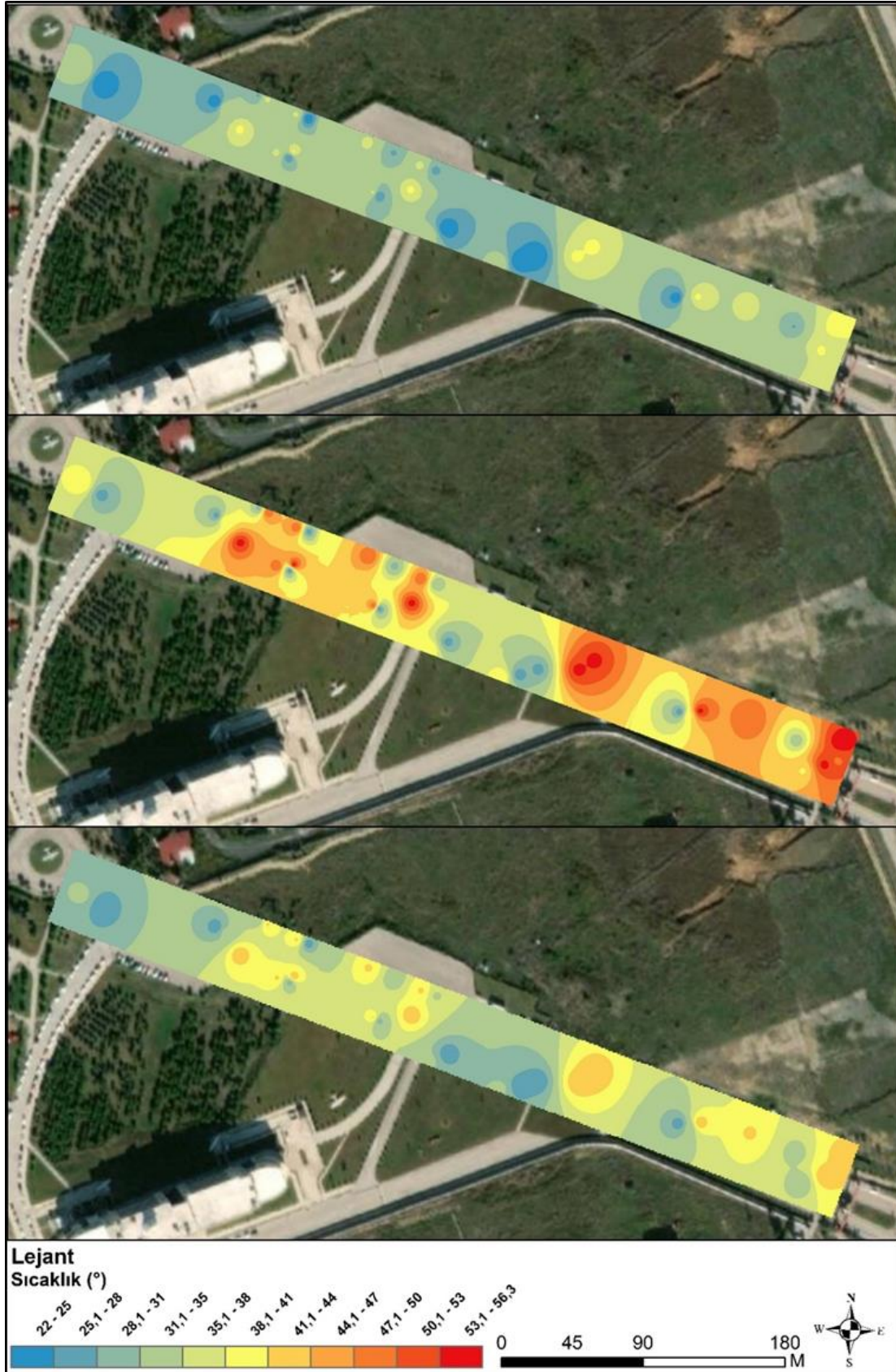
Çizelge 2. Çalışma kapsamında değerlendirilen zemin malzemelerinin gün içerisinde sahip oldukları yüzey sıcaklıkları (°C)

Table 2. Surface temperatures of the surface materials evaluated within the scope of the study during the day (°C)

No	Malzeme	Saat			ORTALAMA	F Değeri
		09:00	13:00	17:00		
1	Toprak (güneş)	40,800 fA	56,267 eB	42,267 dA	46,444 f	45,193***
2	Parke (güneş)	35,608 dA	49,650 dC	41,400 dB	42,219 e	164,871***
3	Asfalt (güneş)	38,605 eA	54,019 eC	43,748 dB	45,457 ef	307,869***
4	Çim (güneş)	34,324 dA	40,700 cB	31,738 bcA	35,587 d	24,944***
5	Parke (gölge) bitki altı (<i>Leucaena leucocephala</i>)	27,917 cA	33,217 bB	33,267 cB	31,467 c	8,019**
6	Çim (gölge) bitki altı (<i>Ceratonia siliqua</i>)	22,256 aA	26,433 aB	25,867 aB	24,852 a	40,572***
7	Çim (gölge) bitki altı (<i>Platanus orientalis</i>)	21,111 aA	26,967 aB	25,711 aB	24,596 a	12,799***
8	Parke (gölge) bitki altı (<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera")	27,233 cA	31,967 bB	34,550 cC	31,250 c	27,671***
9	Parke (gölge) bitki altı (<i>Ficus retusa-nitida</i>)	25,033 bA	25,883 aA	29,167 bB	26,694 ab	8,308**
10	Parke (gölge) bitki altı (<i>Tamarix tetrandra</i>)	27,767 cA	30,033 abB	31,967 bcB	29,922 bc	11,048*
	Ortalama	32,067 A	41,357 C	35,626 B		
	F Değeri	140,821***	112,248***	68,894***	71,797***	

Çalışma alanında gün içerisinde sabah 09:00, öğle 13:00 ve akşam 17:00 saatlerinde yapılan yüzey sıcaklık ölçümleri sonucunda elde edilen yüzey sıcaklık haritaları Şekil 3'te görülmektedir. Buna göre en sıcak saat olan 13:00'da sert zeminler (asfalt, parke) ile üzerinde herhangi bir bitki bulunmayan toprak yüzeylerin yüksek düzeyde ısı oluşturduğu belirlenmiştir. 17:00 saatinde de

güneş ışınlarının etkisi azalsa da ağaçlarla bitkilendirmenin bulunmadığı alanlarda yüzey sıcaklıkları yine yüksek düzeydedir. Ağaçlar ile çim yüzeylerin sıcaklık düzeyini oldukça alt seviyelere kadar düşürebildiği de görülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanında bulunan zemin malzemelerinin gün içinde sahip olduğu yüzey sıcaklığı haritaları
Figure 3. Surface temperature maps of the surface materials in the study area during the day

Sonuç olarak, 16 Haziran 2020 tarihinde İskenderun kentinde yapılan bu çalışma sonucunda gün içerisinde en yüksek yüzey sıcaklığı 13:00 saatinde toprak yüzeyde 56,267 °C olarak elde edilmiştir. En düşük düzey ise *Ficus retusa-nitida* türünün gölgesinde parke yüzeyde görülmüştür. Gün içerisinde parke ve asfalt yüzeylerin en yüksek sıcaklık düzeyi 13:00'da, en düşük sıcaklık düzeyi ise 09:00'da elde edilmiştir. 17:00'da ise sabah saatlerinde elde edilen sıcaklık seviyesine ulaşamadığı belirlenmiştir. Bunun tam tersi olarak çim yüzeyde 17:00'da elde edilen sıcaklık düzeyi 09:00'da görülen düzeyin de altında gerçekleşmiştir. Bu durum sert yüzeylerin ısıyı çim yüzeylere göre daha uzun süre tutarak ısıyı arttırabileceğini göstermektedir. Çim yüzey de güneşli koşullarda belirli düzeyde ısınmaktadır. Ancak, ağaç gölgesindeki çim yüzey, güneş altındaki yüzeye göre 6°C-14°C daha serindir. Ağaç gölgesindeki parke yüzey ise güneş altındaki yüzeye göre 10°C-24°C daha sıcaktır. Günlük ortalama değerler dikkate alındığında ise en düşük sıcaklıklar (*Platanus orientalis*) türü ile *Ceratonia siliqua* türünün gölgesindeki çim yüzeylerde sırasıyla 24,596°C ve 24,852°C olarak elde edilmiştir. Bu değerler toprak yüzeyde elde edilen ortalama sıcaklıktan yaklaşık 22°C daha düşüktür. Çim yüzeyde elde edilen bu değerlere en yakın değer *F.retusa-nitida* türünün gölgesinde parke yüzeyde 26,694°C olarak elde edilmiştir. Bu değerleri *Tamarix tetrandra*, *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" ve *Leucaena leucocephala* izlemektedir. Parke yüzeylerde elde edilen değerler toprak yüzeyde elde edilen ortalama sıcaklığa göre yaklaşık 15-20 °C daha düşüktür. Çalışmada elde edilen sonuçlar kentsel alanda çim yüzey miktarlarının arttırılması gerektiğinin bir göstergesidir. Toprak yüzeyler çim türleri başta olmak üzere yer örtücü niteliği taşıyan çok yıllık otsu türler ile mutlaka kapatılmalıdır. Yer örtücü ve çimlerin ağaç/ağaççıklar ile birlikte kullanılması yüzey sıcaklıklarının azaltılmasında ve dolayısıyla termal konforun arttırılmasında daha yüksek başarı elde edilmesini sağlayacaktır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kentsel alanlarda kullanımlar sonucu ortaya çıkan farklı zemin kaplamalarının yaz döneminde sahip olduğu yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisini ortaya koymaktır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada 16 Haziran 2020 tarihinde 09:00, 13:00 ve 17:00 saatlerinde 10 farklı yüzeyde (toprak, asfalt, parke (güneş-bitki altı) ve çim (güneş-bitki altı)) infrared termometre kullanılarak yüzey sıcaklığı ölçümü yapılmıştır. Yüzey sıcaklık ölçümleri

yüzeyden 150 cm yükseklikten 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre en yüksek ortalama yüzey sıcaklığı 46.44 °C ile toprak zeminde elde edilmiştir. Sonrasında asfalt, parke (güneş), çim (güneş), parke (bitki gölgesi) ve çim (bitki gölgesi) şeklinde sıralanmaktadır. En düşük yüzey sıcaklığı ortalama değeri *Platanus orientalis* türünün gölgesindeki çim yüzeyde elde edilmiştir. Günün en sıcak saatinde ise en düşük yüzey sıcaklığı *Ficus retusa-nitida* gölgesinde bulunan parke yüzeyde elde edilmiştir.

Genel Yorum: Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü kentler yaz dönemi oldukça sıcak geçirmektedir. Bu durum yüzey malzemelerinin de sahip olduğu ısıyla bir araya geldiğinde kentte yaşayanların konforunu azaltan bir faktör olabilmektedir. Bu kapsamda çim yüzey oluşturarak ve bitkisel tasarımlarda ağaç kullanımını arttırarak kentsel alanda konfor düzeyi de arttırabilecektir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Kentlerin ısınması tüm dünyada önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu nedenle yeşil alanların (çim yüzey ve diğer bitkisel materyal) sorunların azaltılmasına katkıları yönündeki çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmada edilen verilerin kentin planlanmasında bitki varlığı-sert zemin ilişkisi açısından verilecek kararlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zemin malzemesi, bitkisel materyal, yüzey sıcaklığı, biyoklimatik konfor.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abreu-Harbich LV, Labaki LC, Matzarakis A (2015) Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landsc. Urban Plan.* 138: 99-109.
- Adiguzel F, Cetin M, Kaya E, Simsek M, Gungor S, Bozdogan Sert E (2020) Defining suitable areas for bioclimatic comfort for landscape planning and landscape management in Hatay, Turkey. *Theor. Appl. Climatol.* 139(3-4): 1493-1503.
- Aguiar A, French K, Chisholm L (2014) A comparison of the ameliorating effects of native and exotic street trees on surface heat retention at dusk. *Urban Clim.*

- 10: 56-62.
- Alkan A, Adıgüzel F, Kaya E (2017) Batman kentinde kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi* 34: 63-76.
- Bozdoğan Sert E, Kaya E, Adıgüzel F, Cetin M, Kaya E, Gungor S, Zeren Cetin I, Dinc Y (2021) Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of İskenderun (Hatay, Turkey). *Theor. Appl. Climatol.* 144: 103-113.
- Cetin M (2015) Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu City. *Environ. Monit. Assess.* 187: 640-649.
- Cetin M, Adıgüzel F, Gungor S, Kaya E, Sancar MC (2019) Evaluation of thermal climatic region areas in terms of building density in urban management and planning for Burdur, Turkey. *Air Quality, Atmosphere and Health* 12: 1103-1112.
- Cetin M, Kaya E, Bozdoğan Sert E, Güzel ZT, Adıgüzel F, Güngör Ş (2020) Determining the impact of various surfaces in open green areas of İskenderun coastal band on thermal comfort. In: *Advances in Scientific Research: Engineering and Architecture*. (Eds. Iliia CHRISTOV, Viliyan KRYSTEV, Recep EFE, Abd Alla GAD). St. Kliment Ohridski Univ. Press, Sofia, pp: 194-210.
- Connors JP, Galletti CS, Chow WTL (2013) Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona. *Landsc. Ecol.* 28: 271-283.
- Correa EN, Ruiz A, Cantón MA, Lesino G (2012) Thermal comfort in forested urban canyons of low building density. An assessment for the city of Mendoza, Argentina. *Build. Environ.* 58: 219-230.
- Feyisa GL, Dons K, Meilby H (2014). Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa. *Landsc. Urban Plan.* 123: 87-95.
- Gómez F, Sifre V, Montero L, De Vicente V, Gil L (2006) Sustainability in cities: the green areas and climatic comfort as fundamental parameters. *WIT Trans. Ecol. Environ.* 93: 83-93.
- Gómez F, Montero L, De Vicente V, Sequí A, Castilla N (2008) Vegetation influences on the human thermal comfort in outdoor spaces: Criteria for urban planning. *The Sustainable City* 151-163.
- Irmak MA, Yılmaz S, Dursun D, (2017) Effect of different pavements on human thermal comfort conditions. *Atmósfera* 30(4): 355-366.
- Lehoczyk A, Sobrino JA, Skoković D, Aguilar E (2017) The urban heat island effect in the city of Valencia: a case study for hot summer days. *Urban Sci.* 1(9): 1-18.
- Leuzingera S, Vogt R, Körner C (2010) Tree surface temperature in an urban environment. *Agric. For. Meteorol.* 150: 56-62.
- MGM (2020) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İskenderun İlçesi Saatlik İklim Verileri.
- Oliveira S, Andrade H, Vaz T (2011) The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Build. Environ.* 46: 2186-2194.
- Patz JA, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley JA (2005) Impact of regional climate change on human health. *Nature* 438: 310-317.
- Yan H, Wu F, Dong L (2018) Influence of large urban park on the local urban thermal environment. *Sci. Total Environ.* 622-623.



Muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulması üzerine haşlama ön işleminin etkisi

Effect of scalding pretreatment on drying of banana rings in a solar dryer

Zehra YILDIZ¹

¹Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Tarsus, Mersin.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.996574](https://doi.org/10.37908/mkutbd.996574)

Geliş tarihi / Received: 16.09.2021

Kabul tarihi / Accepted: 09.12.2021

Keywords:

Drying, thermal pretreatment, scalding, solar dryer.

✉ Corresponding author: Zehra YILDIZ

✉: zyildiz@tarsus.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study is to determine the effect of scalding, which is applied as a thermal pre-drying process, on the solar drying process of banana rings.

Methods and Results: In this study, scalding method was applied as a thermal pretreatment. The blanched banana rings were then dried in a natural convective solar tray dryer. Water and citric acid in concentrations between 2.5-10% were used as scalding solution. The banana rings were scalded at a 80°C temperature and then dried in a solar dryer. The effects of drying conditions such as scalding solution concentration, scalding time and drying time in solar dryer on moisture loss, diametrical shrinkage rate and change in b color parameter were determined. Thermal pretreatment was found to be effective in drying the banana rings with the solar tray dryer. With the pre-treatment applied before solar drying, moisture loss and diametrical shrinkage rate of the banana rings increased during the drying period, and b yellow color change was observed to decrease.

Conclusions: Drying food products by exposing them to direct sunlight is a widely used traditional economic drying method. Since the solar drying process takes place at low temperature, the sensory properties and nutrient content of the product to be dried are partially preserved. The scalding pre-drying process applied before drying in the solar dryer can be applied as it provides more moisture loss in a shorter time and prevents color change.

Significance and Impact of the Study: Mersin province is one of the provinces that has a significant contribution to the country's economy, especially in fruit production. As well as Mersin has a high radiation potential, it ranks first in banana production. Economical and ecological drying process can be done by taking advantage of the heating effect of the sun and the positive effect of scalding.

Atıf / Citation: Yıldız Z (2022) Muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulması üzerine haşlama ön işleminin etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 27-35. DOI: [10.37908/mkutbd.996574](https://doi.org/10.37908/mkutbd.996574)

GİRİŞ

Nakliye, depolama yetersizliği veya talebin üzerinde gerçekleşebilecek arz nedeni ile arta kalan yaş meyve ve sebzeler kurutularak değerlendirilip katma değeri ve besin değeri yüksek bir ürüne dönüştürülebilir. Ancak birçok gıda ürünü yüksek sıcaklığa duyarlı olduğundan

yüksek sıcaklıkta gerçekleşen kurutma işlemi kuru ürün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Geleneksel olarak kurutulacak ürünü doğrudan güneş ışığına maruz bırakılarak yapılan kurutma işlemi düşük sıcaklıkta gerçekleştiği için gıda ürünlerinin kalite özellikleri kısmen korunurken ürünlerin kurutulması vakit almaktadır. Ayrıca ürün açık havada kurutulduğundan hijyenik son

ürünler elde edilememektedir. Bu sebeple akışkanlaştırılmış yatak kurutma, vakumda kurutma, infared kurutma, solar kurutma ve mikrodalga kurutma gibi çeşitli yöntemler gıda ürünlerinin kurutulmasında kullanılmaktadır (Aktaş ve ark., 2006; Yıldız, 2021). Kurutma ön işlemi, ürünün kurutucuya girmeden önce nem içeriğinin düşürülmesi ile kurutucu yükünün azaltması, daha düşük sıcaklıkta daha kısa sürede kurutma işleminin gerçekleşmesi, renk, tat, doku ve besin değerlerinin korunması veya artırılması, mikroorganizma aktivitelerinin engellenmesi ile raf ömrü uzun ürünlerin sağlanması için gerçekleştirilen işlemlerdir. Osmotikdehidrasyon, kükürtleme, sıcak daldırma, soğuk daldırma, soğutma, dondurma, haşlama ve tuzlama gibi ön kurutma işlemleri bulunmaktadır (Özler ve ark., 2004; Taiwo ve Adeyemi, 2009; Yokuş, 2014; Romano ve ark., 2010). Haşlama ve sıcak daldırma kurutma ön işlemleri ısıl ön kurutma işlemi olarak adlandırılabilir. Daldırma kurutma ön işlemi, enzim aktivitesini engelleyerek depolanma ve kurutma sırasında oluşabilecek istenmeyen tat, aroma ve renk değişimlerini önler. Bununla beraber daldırma işlemi ürünlerin hızlı kurumasını sağlar (Gürel ve ark., 2016). Çözelti sıcaklığına bağlı olarak daldırma ön işlemi, sıcak daldırma ve soğuk daldırma olarak iki gruba ayrılır. Soğuk daldırmada çözelti sıcaklığı ortam sıcaklığında veya çok az üzerindedir. Soğuk daldırmada renk açısından daha kaliteli son ürünler elde edilebilir. Sıcak daldırmada ise çözelti sıcaklığı soğuk daldırma sıcaklığından daha yüksektir ve kuruma hızı soğuk daldırmaya göre daha fazladır (Anonim, 2010). Meyveler genellikle asidik solüsyonlara daldırılır. Meyvelerin kurutma ve depolama sürecinde özellikle renk değişimlerini önlemek amacıyla askorbik asit, sitrik asit, malik asit gibi asitler, tokoferoller, sistein gibi doğal antioksidantlar ve etil oleat gibi çözeltiler kullanılır (Romano ve ark., 2010; Gürel ve ark., 2016). Haşlama, genellikle sebzelere uygulanan bir işlem olmakla beraber bazı meyveler içinde uygulanabilmektedir. Haşlama, ürün kalitesini olumsuz bir şekilde etkileyen yaygın enzimleri inaktif ederek mikroorganizma yükünü azaltılır. Haşlama işlemi pek çok sebze ve meyvenin rengini daha parlak hâle getirmektedir. Doku yumuşaması gerçekleştiğinden kurutma için gerekli süre kısalırken doku kayıpları gerçekleşir. Haşlanacak ürünün boyutlarına göre haşlama sıcaklığı ve süresi değişmektedir. Boyut büyük ise haşlama sıcaklığı düşer, süre uzar. Ayrıca, haşlama sıcaklığı yüksek ve haşlama süresi düşük ise ürünün dış kısımları dağılırken iç kısımları yeterince haşlanmaz. Bu nedenle 80-100°C'de haşlama gerçekleştirilir (Anonim, 2013). Haşlama, geleneksel, buharla veya mikrodalga ile yapılmaktadır. Haşlama işleminde suyun dışında sitrik

asit ve askorbik asit gibi organik asitlerde kullanılmaktadır (Gençdağ, 2017). Haşlama suyuna asit ilavesi işlemi hızlandırmaktadır (Anonim, 2010).

Muz, karbonhidrat, şeker, lif, mineral ve vitamin içeriği yüksek, yağ oranı düşük tropikal bir meyvedir. Muzun karakteristik aroması, asetatlar, bütanoatlar ve 3-metilbütül esterler gibi kısa zincirli esterler ve yağ asidi gibi bileşiklerin kompleks karışımından kaynaklanır (Barroca ve Guiné, 2013). Muzun kimyasal içeriği, besin değeri ve duyuşsal özellikleri iklim koşulları, toprak bileşimi, yetiştirildiği bölge, tarım uygulamaları, depolama ve pazarlama koşulları gibi faktörlerden etkilenmektedir. Muz hasat edildikten sonra rengi, dokusu ve tadı depolama sırasında zarar görür. Kurutma işlemi, ürünün nem içeriği ve su aktivitesini düşürerek bozulmasını önler ancak ürün kalitesi özellikle renk ve tat ısıl işleme duyarlıdır (Romano ve ark., 2010). Muzu kurutmak için vakum altında kurutma, mikrodalga kurutma, osmotikdehidrasyon, güneşte kurutma ve konvektif kurutma gibi birçok kurutma yöntemi kullanılmıştır (Romano ve ark., 2010; Pandya ve Yadav, 2014; Venkateshamamba ve ark., 2017).

Mersin, Türkiye sebze üretiminde %7,1'lik payı ile ikinci sırada, meyve üretiminin %13'ünü karşılayarak birinci sırada yer alan bir şehirdir. Mersin, muz yetiştiriciliğinde %56 lık payla Türkiye'de ilk sırada yer almakta olup, yüksek verimliliği ve bütün yıl boyunca ürün vermesi nedeniyle bölge tarımında önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2020). Türkiye'de muz yetiştiriciliğinin ana üretim alanları Mersin'e bağlı Anamur ve Bozyazı ilçeleri ile Antalya ilinin Alanya ve Gazipaşa ilçeleridir (Soylu ve Faruk, 2021).

Mersin, güneş ışınım şiddeti ve güneşlenme süresi Türkiye ortalamasından yüksek olan bir ildir. Bu sebeple, muz halkaları güneş enerjisi destekli bir kurutucu ile kurutulmuştur. Bu çalışmada ısıl ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış muz halkaları çok raflı doğal konvektif güneş enerjili kurutucuda kurutulmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında Şekil 1'de gösterilen çok raflı doğal konvektif güneş enerjili kurutucu kullanılmıştır. Kurutucu, güneş kolektörü (toplaç), kurutma odası ve bacadan oluşmaktadır. Kurutucu odası içerisine kolay çıkarılıp takılabilen çelik delikli raflar yerleştirilmiştir. Kurutma kabin yüzeyinin ve toplaç plakalarının siyaha boyalı olması nedeniyle kabin yüzeyleri ve dolayısıyla kabinin içi de ısınır. Güneş ışınları toplaç yüzeyinde toplanarak ısı enerjisine çevrilmekte ve ısı doğal konveksiyonla kurutma kabinindeki havaya aktarılmaktadır. Isınan hava önce kurutma odasından

daha sonra ürünlerin yerleştirildiği raflardan geçerek çıkış bacasından nemli hava dışarı atılarak kurutma işlemi tamamlanmaktadır.



Şekil 1. Çok raflı doğal konvektif güneş enerjili kurutucu

Figure 1. Natural convective solar tray dryer

Deneyler, güneş ışınımının şiddetinin en yüksek ve birbirine en yakın olduğu Haziran ve Temmuz aylarında Mersin ilinin Tarsus ilçesinde yapılmıştır. Tarsus global radyasyon değeri Haziran ayında ortalama 6.69 kWh/m²-gün ve Temmuz ayında ise 6.09 kWh/m²-gün dür. Güneşlenme süresi Haziran da 11.19 saat ve Temmuz güneşlenme süresi 11.63 saattir (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2021). Deneyler sıcaklık ve güneş ışınım şiddetinin en yüksek olduğu saatlerde 09:30 ile 17:30 da yapılmıştır (Apaydın, 2007).

Güneş enerjili raflı kurutucu, deneylere başlanmadan önce termal dengeye gelmesi için güneş altında bir saat bekletilmiştir. Kurutma kabin hava sıcaklığı ve nemi CEM marka DT-802 model hava kalitesi ölçüm cihazı ile takip edilmiştir. Kurutucu da gerçekleştirilen deneylerde kurutucu kabindeki ortalama hava sıcaklığı 45.47 °C ve nemi % 34.01 dir. Ortalama dış hava sıcaklığı 39.73 °C ve nem değeri % 42.36, gölgede dış hava sıcaklığı 31.17 °C ve nem değeri % 62.83 dir.

Kurutma materyali olarak Anamur muzunu kullanılmıştır. Muzun kabuğu çıkarıldıktan sonra 3 mm dilim kalınlığında halka şeklinde dilimlenmiştir. Isıl ön işlem, sabit sıcaklık su banyosunda ağzı kapalı 400 mL'lik cam erlenler içinde gerçekleştirilmiştir.

Çözelti içerisinden alınan dilimlenmiş muz halkalarının fazla suyu süzdürüldükten sonra kurutma işlemleri için kurutucu raflarına yerleştirilmiştir. Haşlama işleminde kullanılacak suyun sıcaklığı 80-100°C arasında olması gerektiğinden muz halkaları 80°C deki suda haşlanmıştır (Anonim, 2013). Haşlama suyuna asit ilavesi, işlemi hızlandırdığı ve renkteki kahverengileşmeyi engellediği

için farklı derişimlerde sitrik asit çözeltisi haşlamada kullanılmıştır (Anonim, 2010). Haşlama için en uygun sitrik asit derişimi bulunduktan sonra en uygun ısıl işlem süresinin belirlenmesi için deneyler yapılmıştır. Haşlama ısıl ön işlem deneyleri, 80°C sıcaklıkta belirlenen sürede (0-60 dk) su ve farklı sitrik asit derişimlerinde (%2.5-10) yapılmıştır.

Kurutmaya etki eden faktörler olarak çözelti derişimi, ön işlem süresi ve güneş enerjili kurutucudaki kurutma süresi seçilmiştir. Kurutma öncesi ve sonrası kütle, çap ölçümleri ve renk analizi üç örnek için yapılmıştır. Deneylerde kurutma işlemi öncesi ve sonrası kütle ISOLAB marka 602.31.002 model 0.001 hassasiyetinde hassas terazi ile belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır. Muz halkalarının çapları ise 0.01 mm hassasiyetinde paslanmaz çelik gövdeli 150 mm CETA FORM dijital kumpasla belirlenmiştir. Elde edilen bu verilerden aşağıdaki eşitlik (1) ve (2) yardımıyla nem kaybı ve çapsal büzülme oranı belirlenmiştir (Aboud, 2013; Darıcı ve Şen, 2012; Pandya ve Yadav, 2014).

$$\text{Nem Kaybı} = \frac{M_0 - M_t}{M_0} \quad (1)$$

$$\text{Çapsal Büzülme Oranı} = \frac{D_0 - D_t}{D_0} \quad (2)$$

Eşitlik 1'de yer alan M_0 ve M_t sırasıyla muz halkalarının kurutma öncesi ve kurutma sonrası ağırlıklarını (g), eşitlik 2'de yer alan D_0 ve D_t ise kurutma öncesi ve kurutma sonrası örnek çapını (mm) ifade etmektedir.

Muz halkaları beyaz-sarı renklerinde olup, zamanla sarı-kahverengi renk alır. Bu yüzden muz kurutulmasında b değerleri renk analizinde daha önemlidir. b değeri mavi-sarı renk hakkında bilgi verir. b pozitif değeri sarı ve b negatif değeri mavi rengi ifade eder (Yıldız ve ark., 2015; Askari ve ark., 2008). Kurutma öncesi ve sonrası muz halkalarının renk parametreleri b değerleri ColorMeter marka Pro model renk tarama ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Muz halkalarının kurutulmasında çeşitli haşlama çözeltileri denenmiş ve en etkili çözeltinin sitrik asit olduğu görülmüştür (Abano ve Sam-Amoah, 2011; Yıldız, 2021). Bu çalışmada haşlama için saf su, %2.5, %5, %7.5 ve %10 (w/v) sitrik asit çözeltileri kullanılmış ve 10 dakika haşlama yapılmıştır. En uygun derişim belirlendikten sonra muz halkaları 10, 30 ve 60 dk boyunca belirlenen derişimde 60°C de sitrik asit çözeltisinde haşlanmıştır.

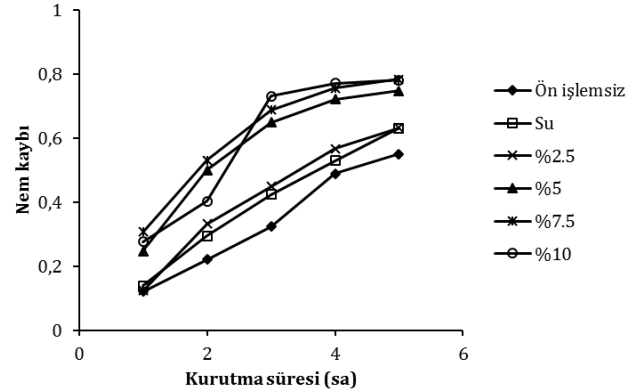
Haşlamadan sonra muz halkaları güneş enerjili kurutucu kabinindeki raflara dizilerek kurutulmuştur. Ayrıca haşlama işleminin etkili olup olmadığını belirlemek için haşlanmamış muz halkaları da güneş enerjili kurutucu da kurutulmuştur. Kurutma süresi boyunca yaş baza göre nem kaybı değişimi, büzülme oranı ve b renk parametresi gibi kurutma performans değerleri belirlenmiştir. Deneyler sonunda kurutma işlemi için en uygun derişim ve haşlama süresi belirlenmiştir.

Şekil 2, şekil 3 ve şekil 4 de haşlanmamış, suda ve farklı sitrik asit derişimlerinde güneşte kurutma süresi boyunca sırasıyla nem kaybı, büzülme oranı ve b renk değeri verilmiştir.

Kurutma işlemi sırasında yapılan ölçümlerin başında nem kaybından kaynaklanan kütle değişimi gelmektedir. Kütle değişimi sürekli takip edilerek, ürünün anlık nem içeriği belirlenerek kurutucu sistemin anlık performansı bulunabilir. Kurutma sırasında kütle değişimi ölçülerek zamana göre nem içeriği değişimi kurutma çalışmalarının birçoğunda incelenmiştir. %80 nem içeriğine sahip muzun güvenli depolaması için yaş baza göre sahip olması gereken son nem içeriği %15 dir. Ön işlem gören muz halkaları 6-10 saat arasında kurumaktadır (Gürel ve ark., 2016). Şekil 2'de haşlanmamış (ön işlemsiz), su ve farklı derişimlerde sitrik asit çözeltisinde daldırılan muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da zamanla nem kaybındaki değişimi verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının nem kaybı artmıştır. Zamanla güneş enerjili kurutucuda güneş enerjisi ışınlam şiddetine bağlı olarak hava sıcaklığının artması gıda matrisinden nem difüzyonunu ve yüzeyden su buharlaşmasını arttırdığından nem kaybı da artar. Benzer sonuçlar, elma dilimleri için Aktas ve ark. (2009), domates dilimleri için Abano ve ark. (2014), kırmızı biber için Çakır (2015) ve sarımsak dilimleri için Nwakuba ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.

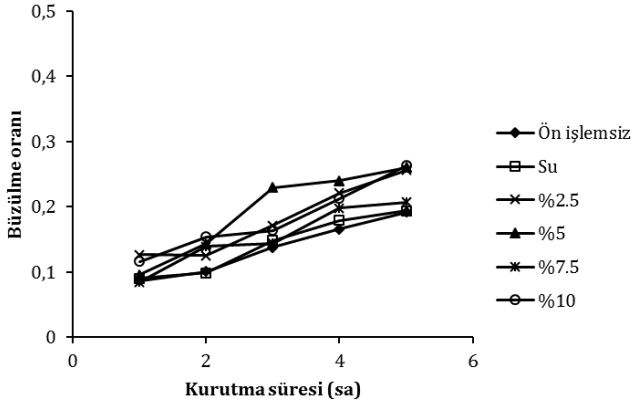
Ön işlemsiz örneklerde en az nem kaybı olmuştur. Muz halkalarının güneş enerjili kurutucu ile kurutulması öncesi uygulanacak haşlama işleminin kurutma performansına olumlu etki yaptığı görülmüştür. Muz halkalarının kurutulmasında nem kaybı sitrik asit çözeltisinde haşlamaya göre su da haşlama da daha azdır. Haşlama suyuna asit ilavesi nem kaybını arttırmıştır. Sitrik asit çözeltisinin derişimi arttıkça nem kaybı zamanla artmıştır. En fazla nem kaybı %7.5-10 çözelti derişiminde görülmüştür. Beş saatlik kurutma periyodunun sonunda ön işlemsiz kurutmada nem kaybı %55 iken %7.5 luk sitrik asitte haşlanan muz halkalarındaki nem kaybı %78 olmuştur. Kurutma öncesi haşlama işlemi uygulandığında, ürünün su kaybı daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Farklı sitrik asit derişimlerinde haşlanana muz halkaları beş saat güneş

enerjili kurutucuda kurutma işlemi sonunda ortalama son nem içeriği %8-%10 arasında değişmektedir. Kurutma öncesi çözeltiye daldırılan meyvenin gözenekleri güneşte kurutma süresince dolarak genişler. Böylece ön işlem örneklerden nem giderme oranını arttırır (Abano and Sam-Amoah, 2011). Ayrıca meyvelerin dokusu haşlama işlemi ile yumuşar nem kaybı ile beraber şeker kaybı da meydana gelebilir (Şen, 2013).



Şekil 2. Haşlanmış ve haşlanmamış muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda zamanla nem kaybı değişimi
Figure 2. Moisture loss variation of scalded and unscalded banana rings in solar dryer with drying time

Şekil 3'de ön işlemsiz, su ve farklı derişimlerde sitrik asit çözeltisinde haşlanan muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da zamanla büzülme oranındaki değişimi verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının büzülme oranları nem kaybındaki artış ile beraber artmıştır. Ön işlemsiz ve suya daldırılan muz halkalarında büzülme oranı düşüktür. En fazla büzülme oranı %5 lik sitrik asit çözeltisinde haşlanan muz halkalarında olmuştur. Daha yüksek derişimlerde haşlama ile dokuda yumuşama ve dağılma gerçekleştiğinden çapsal büzülme daha az olmuştur. Beş saatlik kurutma periyodunun sonunda ön işlemsiz kurutmada büzülme oranı %19 iken %10'luk sitrik asitte haşlanan muz halkalarında büzülme oranı en fazla %26 olmuştur. Haşlama işlemi ile yumuşayan dokuya su alarak şişen meyve güneşte kurutma işlemi ile sertleşerek büzülür (Şen, 2013). Bu sebeple büzülme oranındaki değişim ön işlemsiz kurutma da daha fazladır. Heybeli ve Ertekin (2007) yaptıkları çalışmada elma dilimlerinin güneş enerjili kurutma işleminde volumetrik büzülme oranının nem içeriği ile arttığı belirlenmiştir.

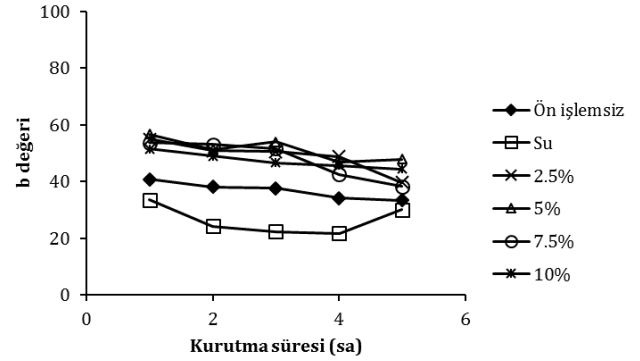


Şekil 3. Haşlanmış ve haşlanmamış muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda zamanla büzülme oranı değişimi

Figure 3. Shrinkage ratio variation of scalded and unscalded banana rings over time in solar dryer

Kurutma süresi boyunca ön işlemsiz ve farklı derişimlerde sitrik asit çözeltilinde haşlanan muz halkalarının b renk parametresindeki değişimi Şekil 4'de verilmiştir. b değeri pozitif (+60) dan mavi değer (-60) a kadar değişir (Askari ve ark., 2008). Deneylerde kullanılan muz halkalarının b değerleri 30-60 arasında değişmiştir. Muz halkalarının rengi kurutma süresi boyunca beyaz-sarı renkten sarı-kahverengiye doğru değişmiştir. Bu yüzden b sarılık renk parametresindeki değişim kurutma süresince azalmıştır. Ön işlemsiz ve su da haşlanan muz halkalarında kararmayla beraber b değerleri sitrik asit çözeltilinde haşlanan muz halkalarına göre daha düşüktür. Kurutulan ürünlerdeki kararma gibi renk değişimi, parlaklık (L değeri) gibi ısıya duyarlı pigmentlerin zarar görmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Haşlama işlemi pek çok sebze ve meyvenin rengini daha parlak hale getirmektedir (Şat ve Öz, 2015). Meyvelerin sitrik asit gibi asidik çözeltilere daldırılması kahverengileşme ve enzimatik olmayan Maillard reaksiyonunu engellediği bilinmektedir (Maskan, 2001).

Maillard kahverengileşme reaksiyonunda amino asit ve sakkaroz reaksiyonları kahverengileşmenin ana sebebidir. Düşük nem içeriği, yüksek kurutma sıcaklığı ve uzun kurutma süresi kahverengileşmeyi arttırmaktadır (Hatami ve ark., 2017). Meyvelerin kurutulmasında enzimatik renk esmerleşmesini tamamen ortadan kaldırmak için meyveler haşlanabilir (Şen, 2013).



Şekil 4. Haşlanmış ve haşlanmamış muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda zamanla b değeri değişimi

Figure 4. b value variation of scalded and unscalded banana rings over time in solar dryer

Deneyler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Deney sonunda elde edilen verilere varyasyon analizi uygulanmıştır. Güven aralığı %95, %99 ve %99.9 olarak belirlenmiş ve $p < 0.05$, $p < 0.01$ ve $p < 0.001$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Varyasyon analizi sonuçlarına göre haşlanmamış ve farklı derişimlerde haşlanmış muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulmasında kurutma süresinin nem kaybı, büzülme oranı ve b renk parametresi üzerine etkisi önemli ($p < 0.001$; $p < 0.01$; $p < 0.05$) bulunmuştur. Haşlama çözeltileri derişiminin büzülme oranı ve b renk parametresi üzerine etkisi önemli ($p < 0.001$; $p < 0.01$; $p < 0.05$) bulunurken nem kaybı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

Çizelge 1. Farklı sitrik asit çözeltilinde haşlanan muz halkalarının kurutulmasına ait varyans analiz tablosu

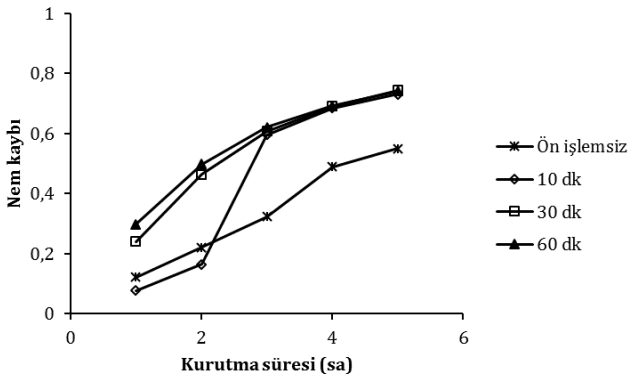
Varyasyon Kaynakları	df	Nem kaybı	Büzülme oranı	b değeri
Güneş enerjili kurutucuda kurutma süresi (A)	4	***	***	***
Haşlama çözeltileri derişimi (B)	5	-	***	***
AB	20	-	-	-
Hata	60			

(***)= $p < 0.001$; (**)= $p < 0.01$; (*)= $p < 0.05$; (-)=önemli değil.

Şekil 5, şekil 6 ve şekil 7 de haşlama süresinin sırasıyla nem kaybı, büzülme oranı ve b sarılık renk değişimi üzerine etkisi verilmiştir. Haşlama işlemi üzerine haşlama

süresinin önemli bir etkisi vardır. Haşlanacak ürünün boyutları büyük ise haşlama sıcaklığı düşer işlem daha uzun sürer. Yüksek sıcaklık, düşük sürede ürünün dış

kısmı dağılırken iç kısımları yeterince haşlanamaz (Anonim, 2013). Ayrıca kaynar su ile meyve haşlama işleminde önemli kayıplar olmakla beraber yapıda bozulmalar görülmektedir (Şen, 2013). Bu sebeple haşlama sıcaklığı 60°C ye düşürülüp, haşlama süresi 10 dk, 30 dk ve 60 dk olarak belirlenmiştir. Şekil 5’de %5 sitrik asit çözeltisinde farklı sürelerde haşlanmış muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da kurutma işlemi boyunca nem kaybı verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının nem kaybı artmıştır. Yalnız güneş enerjili kurutucuda kurutma da en az nem kaybı olmuştur. Kurutucuda kurutma öncesi uygulanacak ısı ön işlem süresi 60 dk olduğunda nem giderimi daha fazla olmuştur. Nem kaybı beş saatlik kurutma periyodunun sonunda %27 den %75’e kadar yükselmiştir. Farklı haşlama sürelerinde %5 sitrik asit çözeltisinde haşlanan muz halkalarının güneş enerjili kurutucudaki beş saat kurutma periyodu sonunda ortalama son nem içeriği yaklaşık %9 bulunmuştur. Muz halkalarının çözelti içerisinde kalmasının kurumaya olumlu bir etkisinin olduğu görülmüştür. Daldırma çözeltisi, muz dilimlerindeki gözenekleri güneşte kurutma süresince doldurarak genişletir ve nem giderme oranını artırır (Abano ve Sam-Amoah, 2011). Üründe nem içeriği azalırken katı matrisinin yoğunluğu çözücü geçişle artar (Talla ve ark., 2004).

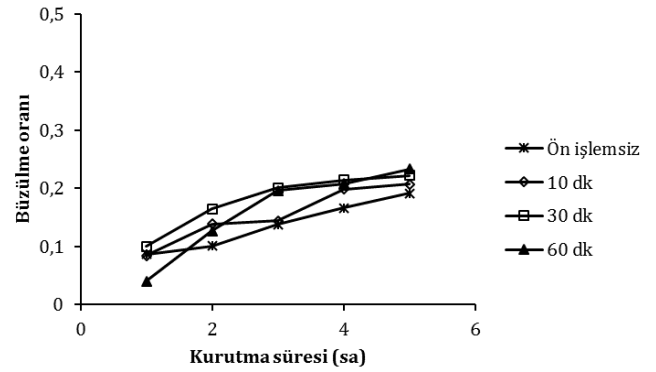


Şekil 5. Güneş enerjili kurutma boyunca haşlama süresinin nem kaybına etkisi

Figure 5. The effect of scalding time on moisture loss during solar drying

%5 sitrik asit çözeltisinde haşlanmış muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da kurutma süresi boyunca büzülme oranı değişimi şekil 6 da verilmiştir. Haşlanmış muz halkalarının büzülme oranı kurutma süresinin üçüncü saatinden sonra önemli bir değişim göstermemiştir. Büzülme oranında en fazla artış 60 dk çözeltide haşlanan muz halkalarında görülmüştür. Kurutma süresi boyunca nem kaybı arttığı için büzülme oranı artmıştır. Muz

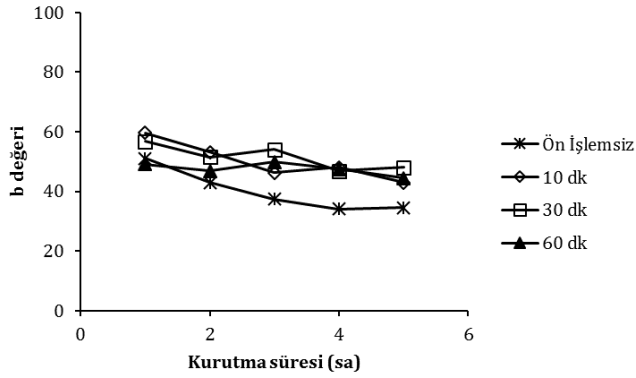
halkalarında büzülme ile kuru üründe nem içeriği azalırken katı matris yoğunluğu artar (Talla ve ark., 2004). Kurutmanın başlangıcında büzülme fazla iken kurutma periyodunun sonuna doğru son boyutunda değişim azalmış ve ürün şeklini almıştır (Taiwo ve Adeyemi, 2009).



Şekil 6. Güneş enerjili kurutma boyunca haşlama süresinin büzülme oranına etkisi

Figure 6. The effect of scalding time on shrinkage ratio during solar drying

60°C sıcaklıkta %5 sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da kurutma süresi boyunca b renk parametresindeki değişimi şekil 7 de verilmiştir. Muz halkalarının haşlama süresi artıkcı karar mayla beraber b değerleri azalmıştır. Ön işlemsiz muz halkalarının kurutulmasında b renk değişimi kurutma süresi boyunca düşmüştür. Sitrik asitte haşlanmış muz halkalarında b renk değeri daha yüksek olup güneş enerjili kurutucuda kaldığı süre boyunca b renk değeri azalmıştır. 30 dk haşlanan muz halkalarındaki renk değişimi daha az olmuştur. Sitrik asit çözeltisinde haşlama işleminin renk değişimine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Haşlama ortamına ilave edilecek sitrik asit istenmeyen enzimleri inaktive ederek fenolik bileşen kaybını düşürdüğü için üründeki renk değişimini azalttığı belirlenmiştir (Martinez ve ark., 2013). Haşlama gibi ön kurutma işlemlerinde indirgen şeker gibi suda çözünebilir bileşenler kayba uğramaktadır. Maillard esmerleşme reaksiyonunda etken olan indirgen şekerlerin kaybı ile renk değişimi daha az olmakla beraber sarılıktan uzaklaşma görülmektedir (Turgut ve Topuz, 2020).



Şekil 7. Güneş enerjili kurutma boyunca haşlama süresinin b değerine etkisi

Figure 7. The effect of scaling time on b value during solar drying

Çizelge 2. Farklı haşlama süresinde muz halkalarının kurutulmasına ait varyans analiz tablosu
Table 2. Variance analysis table for drying banana rings at different scalding times

Varyasyon Kaynakları	df	Nem kaybı	Büzülme oranı	b değeri
Güneş enerjili kurutucuda kurutma süresi (A)	4	***	***	***
Haşlama süresi (B)	5	***	***	***
AB	20	***	***	***
Hata	60			

(***)=p<0.001; (**)=p<0.01; (*)=p<0.05; (-)=önemli değil.

Sonuç olarak, uygulanacak ısı ön işlemlerden biri olan haşlama işlemi ile güneş enerjili kurutucuda kurutma işleminin beraber kullanılması, kurutulan üründe nem kaybını arttırmış ve renkte ortaya çıkan kayıpların ise azaldığı görülmüştür. Düşük sıcaklıklarda kurutma yapılan güneş enerjili kurutma işleminin etkinliğini arttırmak için kurutma öncesi haşlama ön kurutma işleminin gerçekleştirilmesi muz gibi yüksek ısıya duyarlı meyve ve sebzelerde duyuşal özellikler ile besin değerlerini fazla değiştirmeden kurutulmasını sağlayan bir ön işlem olarak kullanılabilir. Ön işlem görmemiş muz halkaları doğrudan güneş enerjili kurutucuda kurutulmasında en düşük nem kaybı ve büzülme oranı görülürken en fazla b renk değerinde değişim belirlenmiştir. Haşlama işleminde ortama asit ilavesinin kurutma performansını artırdığı gözlenmiştir. Haşlama suyuna ilave edilen asit miktarı artıkça nem kaybı ve büzülme oranı artmış, b renk değerinde değişim azalmıştır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı ısı ön kurutma işlemi olarak

Haşlanmamış ve farklı haşlama sürelerine tabii tutulan muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulmasında haşlama süresinin ve kurutucuda kurutma süresinin nem kaybı, büzülme oranı ve b renk parametresi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.001; p<0.01; p<0.05) bulunmuştur.

uygulanan haşlama muz halkalarının güneş enerjili kurutma işlemine etkisini belirlemektir.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışmada, ısı ön işlem olarak haşlama yöntemi uygulanmıştır. Haşlanan muz halkaları daha sonra doğal konvektif çok raflı güneş enerjili kurutucuda kurutulmuştur. Haşlama çözeltisi olarak su ve %2.5-10 arasındaki derişimlerde bulunan sitrik asit kullanılmıştır. Muz halkaları 80°C de haşlanmış ve daha sonra güneş enerjili kurutucuda kurutulmuştur. Haşlama çözeltisi derişimi, haşlama süresi ve güneş enerjili kurutucuda kurutma süresi gibi kurutma koşullarının nem kaybı, çapsal büzülme oranı ve b renk parametresi üzerine etkisi belirlenmiştir. Muz halkalarının çok raflı güneş enerjili kurutucu ile kurutulmasında, ısı ön işlemin etkili olduğu görülmüştür. Güneş enerjili kurutma öncesi uygulanan ön işlem ile muz halkalarının kurutma süresi boyunca nem kaybı ve çapsal büzülme oranı artmış, b sarı renk parametresinin azaldığı görülmüştür.

Genel Yorum: Gıda ürünlerini doğrudan güneş ışınımına maruz bırakarak kurutma işlemi yaygın kullanılan geleneksel bir ekonomik kurutma yöntemidir. Güneş enerjili kurutma işlemi düşük sıcaklıkta gerçekleştiği için kurutulacak ürünün duyuşal özellikleri ve besin içeriği kısmen korunur. Güneş enerjili kurutucuda kurutma öncesi uygulanan haşlama ön kurutma işlemi daha kısa

sürede daha fazla nem kaybı sağladığı ve renk değişimini önlediği için uygulanabilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Mersin ili, özellikle meyve üretiminde ülke ekonomisine önemli katkısı olan illerden biridir. Mersin ili yüksek güneşlenme potansiyeline sahip olmakla beraber muz üretiminde birinci sırada yer almaktadır. Güneşin ısıtma etkisinden ve haşlamanın olumlu etkisinden faydalanarak ekonomik ve ekolojik kurutma işlemi yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Kurutma, ısıl ön işlem, haşlama, güneş enerjili kurutucu.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abano EE, Sam-Amoah LK (2011) Effects of different pretreatments on drying characteristics of banana slices. *J. Eng. Appl. Sci.* 6(3): 121-129.
- Abano EE, Ma H, Qu W (2014) Optimization of drying conditions for quality dried tomato slices using response surface methodology. *J. Food Process. Preserv.* 38: 996-1009.
- About A (2013) Drying characteristic of apple slices under taken the effect of passive shelf solar dryer and open sun drying. *Pak. J. Nutr.* 12(3): 250-254.
- Aktas M, Ceylanı, Dogan H (2006) Güneşenerjili kurutma fırınında elma kurutması. *Politeknik Dergisi* 289-294.
- Aktaş M, Ceylan İ, Yılmaz S (2009) Determination of drying characteristics of apples in a heat pump and solar dryer. *Desalination* 239: 266-275.
- Anonim, İstanbul Sanayi Odası-İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora / Yüksek Lisans Tezlerine Sanayi Desteği Projesi (2010). Gıda İşlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel İlkeleri IV. Yayın No: 2010/4, İstanbul.
- Anonim, Milli Eğitim Bakanlığı (2013) Sebze ve Meyvelerde Ön İşlemleri, Ankara.
- Anonim, Mersin Ticaret ve Sanayi Odası (2020) Ekonomik Rapor 2020. MTSO, Yayın No:2021-08, Mersin.
- Askari GR, Emam-Djomeh Z, Mousavi SM (2008) Investigation of the effects of microwave treatment on the optical properties of apple slices during drying. *Drying Technology* 26: 1362-1368.
- Apaydın N (2007) Aydın yöresinde incir kurutmada kullanılacak olan doğal akımlı bir güneş enerjili kurutucunun modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarım Makineleri ABD.
- Barroca MJ, Guiné RPF (2013) Variation of physical properties of banana along drying for cvs. *Musa nana* and *Musa cavendishii*, VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, 26-29 Agosto, Madrid, İspanya.
- Cakir MT (2015). Güneş enerjisinden yararlanarak tarım ürünlerinin kurtulması. *Gazi Müh. Bil. Derg.* 1(1): 41-55.
- Darıcı S, Şen S (2012) Kivi meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi. *Tesisat Müh. Derg.* 20(130): 51-58.
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Güneş enerjisi Potansiyel Atlası, <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/33.aspx> (Erişim Tarihi: 25 Ekim 2021).
- Gençdağ E (2017) Farklı haşlama yöntemleri ile haşlanan brokolilerde askorbik asit, renk ve tekstür özelliklerindeki değişimin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği ABD.
- Gürel AE, Ceylan İ, Aktaş M (2016) Meyve ve sebzelerin kurutma parametrelerinin incelenmesi. *GUJSC* 4(4): 267-273.
- Hatami S, Sadeghi M, Mireei SA (2017) Indirect forced solar drying of banana slices: phenomenological explanation of non-isotropic shrinkage and color changes kinetics. *Int. J. Green Energy* 14(15): 1277-1283.
- Heybeli N, Ertekin C, (2007) Elma dilimlerinin ince tabaka halinde kuruma karakteristiği. *Tarım Makinaları Bil. Derg.* 3(3): 179-187.
- Martinez S, Perez N, Carball J, Franco I (2013) Effect of blanching methods and frozen storage on some quality parameters of turnip greens. *LWT-Food Sci. and Tech.* 51: 383-392.
- Maskan M(2001) Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *J. Food Eng.* 48: 169-175.
- Nwakuba NR, Chukwuezie OC, Asonye GU, Asoegwu SN (2018) Energy analysis and optimization of thin layer drying conditions of okra slices. *AZOJETE* 14(4): 129-148.
- Özler S, Tarhan S, Ergüneş G (2004) Sebze kurutmada önışlemin önemi ve uygulama teknikleri. 1. Cine Tarım 61:40-42.
- Pandya R, Yadav KC (2014) Study on effect of pretreatments and microwave drying on banana chips. *IOSR-JAVS* 7(7): 04-10.
- Romano G, Argyropoulos D, Gottschalk K, Cerruto E, Müller J (2010) Influence of colour changes and moisture content during banana drying on laser backscattering. *IJABE* 3(2): 46-51.

- Soylu S, Faruk S (2021) Mersin ilinde yetiştirilen muz meyvelerinde hasat sonrasında görülen fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2): 399-411.
- Şat İG, Öz Ö (2015) Haşlama ve kurutmanın bazı sebzelerin bileşimi üzerine etkisi. ADYU Müh. Bil. Derg. 3: 54-62.
- Şen F (2013) Meyve ve sebzelerin kurutulmasında ön işlemler. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan 17-20, İzmir, Türkiye.
- Taiwo KA, Adeyemi O (2009) Influence of blanching on the drying and rehydration of banana slice. Afr. J. Food Sci. 3(10): 307-315.
- Talla A, Puiggali JR, Jomaa W, Jannot Y (2004) Shrinkage and density evolution during drying of tropical fruits: Application to banana. J. Food Eng. 64(1): 103-109.
- Torringa E, Esveld E, Scheewe I, Berg R, Bartels P (2001) Osmotic dehydration as a pre-treatment before combined microwave-hot-air drying of mushrooms. J. Food Eng. 492(3): 185-191.
- Turgut DY, Topuz A (2020) Depolama süresinin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kamkat dilimlerinin bazı kalite özelliklerine etkisi. YYÜ Tar. Bil. Derg. 30(1): 44-56.
- Venkataseshamamba BS, Krishnaveni R, Lavanya A, Vyshnavi T(2017) Study on effect of quality of green banana flour using different drying techniques. The PharmaInnovation Journal 6(10): 01-07.
- Yıldız AK, Polatçı H, Uçun H (2015) Farklı kurutma şartlarında muz meyvesinin kurutulması ve kurutma kinetiğinin yapay sinir ağları ile modellenmesi. Tarım Makineleri Bil. Derg. 11(2): 173-178.
- Yıldız Z (2021) Termal ön işlemin güneş enerjili raflı bir kurutucuda muz cipsi üretimine etkisi. ADÜ Ziraat Derg. 18(1): 1-6.
- Yokuş B (2014) Farklı ön işlemlerin ve uygulanan farklı kurutma yöntemlerinin elmada toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Kimya Mühendisliği ABD.



Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their *in vitro* antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*

Sağlıklı muz ağaçlarından endofit bakteri izolatlarının izolasyonu ve taç çürüklüğü hastalığı etmeni *Fusarium verticillioides*'e karşı antagonistik etkinliklerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

Merve KARA¹ , Soner SOYLU¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture Antakya, Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1021349](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1021349)

Geliş tarihi /Received:09.11.2021

Kabul tarihi/Accepted:28.12.2021

Keywords:

Banana, biological control, endophytic bacteria, crown rot, *Fusarium verticillioides*.

 Corresponding author: Merve KARA

 mervekara@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: Fungal diseases are one of the most important biotic factors causing serious losses in banana cultivation in field or greenhouses during cultivation, harvest, storage and transportation periods. Crown rot, caused by *Fusarium verticillioides*, is considered one of the most important postharvest fungal disease of banana fruits. In this study, endophytic bacterial isolates were obtained from fruits, branches and leaves of healthy banana trees and their antagonistic potentials were investigated against *F. verticillioides* as a biological control agent (BCA) *in vitro* conditions.

Methods and Results: A total of 23 putative endophytic bacterial isolates were obtained from fruits, stems and leaves of healthy banana trees. All bacterial isolates were identified by MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time Of Flight Mass Spectrometry) analysis. *In vitro* antagonistic efficiencies of 12 different bacterial isolates, from eight different species (*Bacillus subtilis* ssp. *spizizenii* (3), *Bacillus amyloliquefaciens* (2), *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* (2), *Bacillus mojavensis*, *Enterococcus faecium*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter ludwigii* and *Pseudomonas stutzeri*), were tested on inhibiting mycelial growth by using dual culture tests. Among bacterial isolates, the highest antagonistic activity was displayed by *Bacillus mojavensis* BEN3 isolate which significantly inhibited the mycelial growth by 50.83%. *Enterobacter cloacae* BEN1, *Enterobacter ludwigii* BEN2, *Enterobacter faecium* BEN7, however, failed to inhibit the mycelial growth of fungi.

Conclusions: Significant suppression in the mycelial growth caused by endophytic bacterial isolates indicates that *Bacillus mojavensis* BEN3 isolate could be considered as possible BCA against crown rot disease agent.

Significance and Impact of the Study: Our findings suggest that *B. mojavensis* Ben3, as the most successful endophyte bacterial isolate that suppresses the growth of *F. verticillioides*, can be used as a promising biological control agent as an alternative to chemical control against crown rot disease.

Atif / Citation: Kara M, Soyulu S (2022) Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their *in vitro* antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. MKU. J. Agric. Sci. 27(1) : 36-46. DOI: 10.37908/mkutbd.1021349

INTRODUCTION

Although the banana is a tropical climate fruit, it is also grown in subtropical climatic conditions in some microclimates. In Turkey, banana production meets almost 50% of domestic consumption amount. The difference between consumption and production is met through imports and five international companies control 80% of the world's banana trade. While the average annual yield of Turkey is 6.528 kg/da of bananas, the production amount was 728.133 tons in 2020. According to TUIK data, 1.101 da of this area are located in the provinces of Hatay Province (Anonymous, 2021). In recent years, there has been a rapid transition to greenhouse cultivation in the mentioned areas and a significant increase in production and quality has been achieved. The production of bananas is the main source of livelihood for 45% of the people living in the areas where the banana grows (Pinar et al., 2011).

As a climacteric fruit, banana have high nourishment and are rich in nutrient contents such as other ripe fruits, very short shelf life. Mature fruits are susceptible to many postharvest disease agents which cause high rates of loss (Maqbool et al., 2011). Fungal disease agents are the most important biotic factors causing serious loss during cultivation, storage and transportation. Nowadays, postharvest fruit loss caused by fungal disease agents is estimated to account for more than 50% of total agricultural fruit production (Zhang et al., 2017). Crown rot, anthracnose, Lasiodiplodia rot, Thielaviopsis rot, cigar-end rot, black-tip rot and squirter were reported to be the most common diseases in the world's leading banana growing countries (Snowdon, 2010).

In banana fruits, decaying of the region called the crown (chock) is known as crown rot disease. Crown rot disease complex was reported to be caused by various fungal species either alone or more than single species. Following morphological and molecular identification studies, *Fusarium* species were the most frequently isolated and reported fungal agents responsible for crown rot disease. Since disease agents cause considerable economical losses during transportation and storage stages, researchers in banana producing countries have begun to give priority to effective control methods against the disease agents observed in the banana fruit (Ranasinghe et al., 2002; Anthony et al., 2004; Williamson et al., 2008; Umana-Rojas and Garcia, 2011; Alvindia, 2013; Appiah-Sarpong et al., 2013). In a very recent study, several fungal disease agents were isolated and identified on banana fruits in storage and packaging houses located in Mersin province of Turkey.

Among the fungal isolates, obtained from the fruits showing crown rot disease symptoms, isolates belonging to *Fusarium* spp. such as *Fusarium verticillioides* (13.4%), *F. oxysporum* (10.5%), *F. proliferatum* (9.7%) were the most frequently isolated fungal agents responsible for crown rot disease (Faruk and Soylu, 2021). Fungicides are the most commonly used control strategy for controlling banana leaf spots and post-harvest diseases. Triazoles and prochloraz were reported as highly effective fungicides for suppressing these diseases. Overuses of fungicides were, however, frequently resulted in chemical residues in banana plants and their environments which become a public concern. Therefore, eco-friendly methods are necessary for reducing fungicide usage in the management of banana diseases (Fu et al., 2010).

Biological control, using bacterial microbiomes, was frequently reported great promise of providing an alternative to current postharvest chemical fungicides for the control of postharvest diseases and reducing the health and environmental hazards presented by synthetic fungicides (Wilson et al., 2011; Dukare et al., 2019; Ons et al., 2020; Tariq et al., 2020).

Bacterial microbiomes, used as biological control agents (BCA) and plant growth promoting (PGPB), are named as endophytes or epiphytes according to their location in the plant. Both BCA and PGPB isolates have been used to prevent several kinds of plant diseases in the context of biological control. Endophytic bacteria are defined as bacteria isolated from the internal tissues of surface disinfected plant parts such as flower, leaf, fruit, stem, root and seed and not causing any damage to the treated plants (Zhang et al., 2004; Anand et al., 2010; Akram and Anjum, 2011; Tan et al., 2012; Eljounaidi et al., 2016; Santoyo et al., 2016; Sülü et al., 2016). Bacterial isolates belonging to *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Chryseobacterium*, *Clavibacter*, *Curtobacterium*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Phyllobacterium*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Serratia* and *Stenotrophomonas* genera are known as endophytic antagonistic bacteria (McInroy and Kloepper, 1995).

Endophytic antagonistic bacteria have been reported to possess several disease suppressive mechanisms, such as antibiosis, siderophore production, carbon source competition and plant resistance, to prevent pathogenesis (Eljounaidi et al., 2016). Endophytic bacterial isolates have been also reported promoting plant growth by activating the expression of several hormones in the plant, resulting in healthy development of the plant, resistance to disease agent(s) and an increase in the yield (Santoyo et al., 2016). The use of bacterial microbiomes as biocontrol agents (BCA) has

been very important in the integrated management of cultivations and organic production, where their value as a postharvest control of fungal diseases stands out. Bacterial isolates of *Burkholderia cepacia* (De Costa and Erabadupitiya, 2005), *Bacillus amyloliquefaciens* (Alvindhia and Natsuaki, 2009), *Pseudomonas syringae* (Williamson et al., 2008), *Pantoea agglomerans* and *Flavobacterium sp.* (Gunasinghe and Karunaratne, 2009) were reported for controlling banana post-harvest diseases in previously conducted biocontrol studies. The roles of endophytes in disease and pest resistance are comparatively understudied, but recent work has started to highlight the importance of endophytes, in particular, as an increasingly popular biological control option (Gao et al., 2010; Dutta et al., 2014; Bozkurt and Soyulu, 2019; Rabiey et al., 2019).

The multi purposes of this study were to (i) isolate endophytic bacterial isolates, having biocontrol potential from the healthy banana internal tissues of the

fruits, stems and leaves, to (ii) identify into species level, and to (iii) investigate their antagonistic efficiencies against crown rot disease agent *F. verticillioides* *in vitro* conditions.

MATERIALS and METHODS

Isolation of fungal disease agent

The fungal disease agent *F. verticillioides* was originally isolated from the banana fruits (cv. Azman) displaying typical crown rot symptoms (Figure 1) and purified on the PDA medium (Kurt et al., 2020a,b; Faruk and Soyulu, 2021). Carnation Leaf-Piece Agar (CLA) medium was used for identification of fungal species with the reason of forming uniform micro- and macroconidia, chlamydospore production as well as colony morphology, pigmentation and growth rates on the medium (Fisher et al., 1982; Leslie and Summerell, 2006).

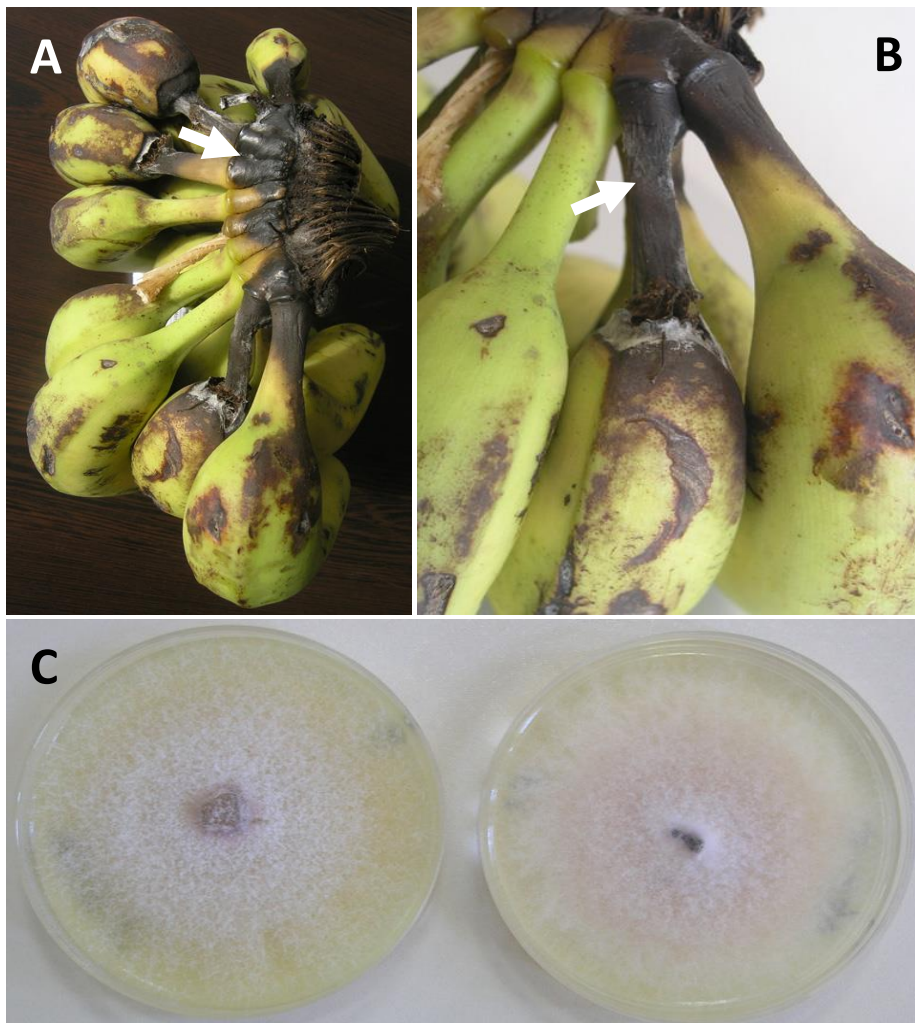


Figure 1. (A and B) Typical softening and sporulation symptoms (arrows) caused by crown rot disease agent *F. verticillioides* on banana fruits. (C) Typical mycelial growth of *F. verticillioides* on PDA nutrient medium

Petri dishes were then incubated for 7-10 days at 25°C and the identification of disease agent was made according to morphological characteristics such as colony growth and pigmentation, spore shape and color, chlamyospore formation, conidiophore structure as described by Leslie and Summerell (2006) under light microscopy (Olympus BX 51). Identification of fungal isolate was further confirmed by MALDI-TOF MS protein profile analyses as described previously (Kurt et al., 2017; Soylu et al., 2021).

Isolation of endophytic biocontrol bacterial isolates

Endophytic bacteria were obtained from internal tissues of surface sterilized fruits, stems and leaves of healthy banana trees growing in Arsuz district of Hatay province (Figure 2). Surface sterilized fruits and stems were cut with sterile bisturi and isolation was made on the nutrient medium through directly touching crushed internal tissues (imprinting method). The surface-

sterilized leaves were crushed directly in sterile phosphate buffered saline solution (pH 7.4) and the resulting suspension was transferred onto selective King B Agar (KB) or Tryptic Soybean Agar (TSA) medium (Aktan ve Soylu, 2020). The cultured petri dishes were then kept at 26°C for 48 hours. Pure bacterial isolates were obtained from bacterial colonies with different morphological appearances growing on the surface of the medium. Each of the bacterial colonies with different morphological appearances representing the petri dishes was evaluated as a putative antagonist bacterial isolate (Kara ve ark., 2020). To determine whether the endophytic bacterial isolates are plant pathogen, all putative isolates were subjected to the hypersensitivity (HR) test in the tobacco plant (Schaad, 2001). Isolates that do not produce HR are considered as putative endophytic bacterial isolates and maintained in petri dishes containing TSA medium at +4°C until diagnosis.



Figure 2. General appearances of healthy banana fruit trees from which endophytic bacterial isolates were obtained. Bacterial isolates were especially obtained from healthy fruits (*) adjacent to diseased fruits (arrow)

Identification of endophytic biocontrol bacterial isolates by MALDI-TOF MS analyses

The identification of the candidate endophytic bacterial isolates was first made according to the biochemical methods (Lelliot and Stead, 1987; Schaad, 2001). Bacterial isolates were then identified precisely into species by using Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-

TOF MS) analyses (Aktan ve Soylu, 2020). Protein isolation was made from putative antagonist endophytic bacterial isolates which were derived from purified from single colonies by using the ethanol-formic acid extraction method. The specific protein spectra of the isolates were obtained with Maldi Biotyper Real-Time Classification (RTC) software (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany). Bacterial

isolates were then identified at species levels with a high-confidence score by comparing them with the spectra of the reference culture species in the library. At the end of the analysis, a score value of 2.30-3.00 (green color) was considered as the highly probable species identification, score value of 2.00-2.299 (green color) was considered as secure genus identification and probable species identification, score value of 1.70-1.99 (yellow color) was considered as probable genus identification and a score of 0.00-1.69 (red color) were considered as an unreliable diagnosis.

Determination of activities of antagonist endophytic bacteria in vitro conditions

Antagonistic potentials of endophytic bacteria obtained from the internal tissues of fruits, branches and leaves were determined by dual culture tests in PDA-containing petri dishes in vitro conditions as previously reported (Soylu ve ark., 2020). In dual culture tests, the putative endophytic bacterial isolate to be tested was drawn on one end of the media and left for pre-incubation at 26°C for 2 days. After the bacteria developed, mycelial discs with a diameter of 5 mm, taken from the actively growing tip of the 5-day-old fungus culture, were placed 4 cm away from the developing colony and the petri plates were left to develop at 26°C. As a control, the fungus was transferred to non-bacterial petri dishes. As the mycelial growth of the fungus reached the determined point in the control petri dishes (MGc), fungal mycelial growths towards the bacteria were measured in all petri dishes containing putative endophytic antagonist bacterial isolates (MGb) and the % inhibition rates were calculated according to the mycelial growth in the control petri dishes by using %Abbot formula (Inhibition % = [(MGc-MGb) / MGc] * 100) as described by Soyulu et al. (2021).

In vitro biocontrol experiments were set up according to the randomized plot design, with 3 replications for each application, and repeated at 2 different times. One-way ANOVA analysis was performed on the mycelial inhibition values in the petri dishes using the SPSS statistical program (SPSS Statistics 17.0), and the difference between the isolates were analyzed with the Duncan Multiple Range Test (P≤0.05).

RESULTS and DISCUSSION

Fungal isolate was obtained from surfaces of blackened and covered with whitish mycelia on banana crown pedicels (Figure 1A, B). Colonies grew rapidly with abundant pink to violet aerial hyphae in petri dishes containing PDA medium (Figure 1C). Fungal isolate was

identified according to morphological characteristics of the developing colonies, micro and macroconidia, sporodochia, conidiophores, phialides. No chlamyospores observed. Based on morphological characteristics, the disease agent was tentatively identified as *F. verticillioides* (Al-Hatmi et al., 2016). Identification of fungal isolate was further confirmed by MALDI-TOF analysis. Representative fungal isolate was tested for pathogenicity and found to be casual disease agent of crown rot on banana fruit (Faruk and Soyulu, 2021) and used for biocontrol studies.

A total of 23 putative bacterial isolates were obtained from the inner tissues of healthy fruits, stems and leaves of banana trees obtained from the different greenhouses located in Arsuz district of Hatay province (Figure 2). These isolates obtained were subjected to several tests to determine whether putative bacterial isolates were plant or human pathogenic. As a result of the test, 18 bacterial isolates out of 23 candidate bacteria did not cause HR at the inoculation point. Since five isolates caused soft rot on potato slices and one isolate grew at 37°C among 18 isolates, and 6 isolates were excluded from the trials due to the possibility of potential plant and human pathogens. The remaining twelve isolates, obtained from healthy tissue, were then identified at species level by MALDI-TOF MS analyses.

MALDI-TOF MS analyses of 12 isolates (coded as BEn1 to BEn12) revealed the species identification (according to the isolate order) as *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter ludwigii*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus subtilis ssp. spizizenii*, *Bacillus subtilis ssp. spizizenii*, *Pseudomonas stutzeri*, *Enterococcus faecium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis ssp. spizizenii*, *Bacillus subtilis ssp. subtilis* and *Bacillus subtilis ssp. subtilis*.

The *in vitro* antagonistic potentials of 12 putative endophytic antagonist bacteria isolates were, then, investigated against the crown rot disease agent *F. verticillioides*. Isolates belonging to different *Bacillus spp.* were inhibited at high rates such as 39.17-50.83% (Table 1, Figure 3). Among antagonist bacterial isolates tested, the most effective suppression of mycelial growth was caused by *B. mojavensis* BEn3 isolate (suppression up to 50.83%). *Pseudomonas stutzeri* (BEn6), another antagonist species other than *Bacillus* species, also inhibited the mycelial growth at rate of 36.67% which was statistically different from *Bacillus* species (Table 1). Different isolates belonging to *Enterobacter spp.* such as *Enterobacter cloacae* (BEn1), *Enterobacter ludwigii* (BEn2), *Enterococcus faecium* (BEn7) were, however, failed to inhibit the mycelial growth of fungal disease agent.

Table 1. Inhibition potential of antagonist endophytic bacterial isolates obtained from the internal tissues of banana fruits and leaves to the growth of fungal disease agent *F. verticillioides* (%) *in vitro* conditions^a

Isolate Nu.	Species name	Mycelial growth (mm) ^b	Inhibition of fungal growth (%)
BEn1	<i>Enterobacter cloacae</i>	40.00a	0.00
BEn2	<i>Enterobacter ludwigii</i>	40.00a	0.00
BEn3	<i>Bacillus mojavensis</i>	19.67e	50.83
BEn4	<i>Bacillus subtilis</i> ssp. <i>spizizenii</i>	20.33de	49.17
BEn5	<i>Bacillus subtilis</i> ssp. <i>subtilis</i>	20.67de	48.33
BEn6	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	25.33bg	36.67
BEn7	<i>Enterococcus faecium</i>	40.00a	0.00
BEn8	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	20.67de	48.33
BEn9	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	20.67de	48.33
BEn10	<i>Bacillus subtilis</i> ssp. <i>spizizenii</i>	21.33d	46.67
BEn11	<i>Bacillus subtilis</i> ssp. <i>subtilis</i>	24.33bc	39.17
BEn12	<i>Bacillus subtilis</i> ssp. <i>subtilis</i>	23.00c	42.50
Control	<i>Fusarium verticillioides</i>	40.00a	0.00

^a Bacterial isolates were scratched on the PDA 48 hours before than pathogen inoculation. The mycelial growth (mm) of the fungus towards the bacterial pathway was measured in the petri dishes on which the bacteria were found and compared with the growth on the control petri dishes. Then the inhibition rates (%) were calculated.

^b The values obtained were averages of measurements in 3 different petri dishes and the experiment was repeated twice at different times. Mean values followed by different letters in the column indicate that the difference between isolates is statistically significant (Duncan Multiple Comparison Test. $P < 0.05$).

Recently, important information and advances concerning the isolation, identification mode of action, different approaches to enhance biocontrol activity, formulation and production of beneficial microorganisms such as antagonistic bacteria have been achieved and commercialised biopesticides are already in the market (Fravel, 2005). Nonetheless, it is necessary to continue finding new potential microbiomes, better understanding the mode of action, and pathogen, antagonist and host interactions, to increase the potential of biocontrol helping to become a real alternative to synthetic postharvest fungicides (Nunes, 2012).

It is known that the *Bacillus* species, which have several antagonistic properties, are the most emphasized species in biological studies due to their ability to synthesize antibiotic substances (Stein, 2005). It has been reported that *B. subtilis* is the most suitable

microbial species for the production of biopesticides due to its biological properties such as producing antimicrobial compounds with different molecular structures, pathogens cannot easily develop resistance against the produced compounds, and forming endospores that enable it to survive under severe environmental conditions (Fravel, 2005; Abbas et al., 2019).

Alvindhia and Natsuaki (2009) isolated two bacteria which were identified as *Bacillus amyloliquefaciens*, from the surface of banana fruits. Both isolates were screened for *in vitro* antagonism toward crown rot disease agents *Lasiodiplodia theobromae*, *Thielaviopsis paradoxa*, *Colletotrichum musae* and *Fusarium verticillioides* and were found to be antagonistic.

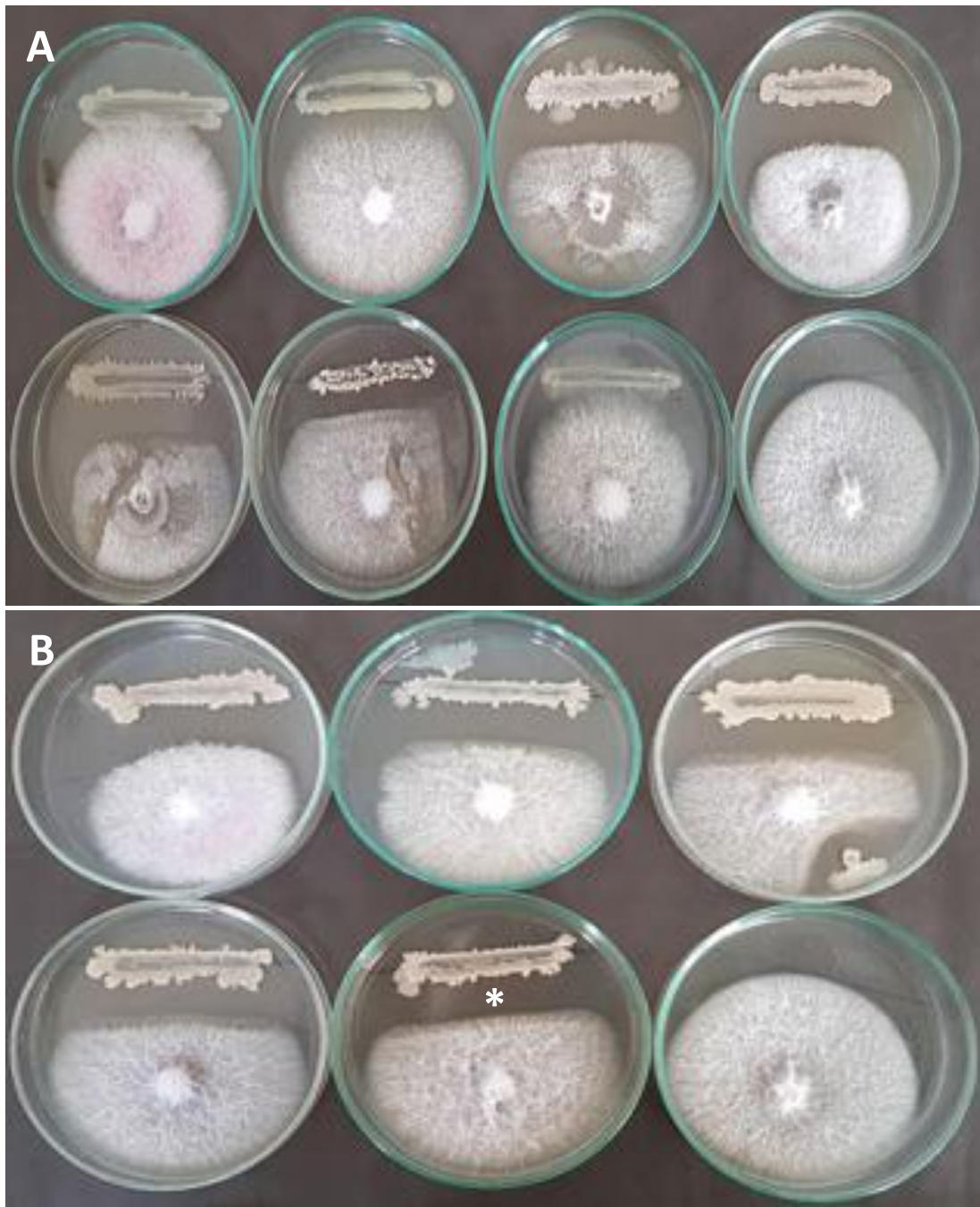


Figure 3. (A) *In vitro* antagonistic (inhibitory) effect of different antagonistic bacterial isolates on mycelial growth of fungal agent *F. verticillioides*. Inefficient isolates (Ben1, Ben2, Ben7) typically failed to inhibit mycelial growth. (B) Shows efficient isolates (Ben3, Ben4, Ben9, Ben11, Ben12) efficiently inhibited mycelial growth causing inhibition zones (*) between bacteria and fungal mycelia

The *B. amyloliquefaciens* DGA14 isolate produced a diffusible metabolite that inhibited all test pathogens in culture. In addition, the bacterial isolate was found to be significantly affecting mycelial growth and conidial germination in a liquid medium. Postharvest application of *B. amyloliquefaciens* DGA14 in the packing house reduced the incidence of crown rot to a level significantly lower than in fungicide treated or control fruits. Fu et al. (2010) also characterized bacterial biocontrol strain

B106, identified as *Bacillus subtilis*, from rhizospheric soil of a banana plant and determined its efficacy in controlling banana leaf spot and post-harvest anthracnose diseases. The efficacy of bacterial isolate *Bacillus subtilis* B106 in controlling both banana leaf spot diseases in the field and anthracnose disease at post-harvest stage was determined as 48.3% and 48.6%, respectively. Their results clearly showed that the antagonistic *Bacillus subtilis* strain B106 was a promising

biocontrol agent against banana diseases. In the recent study conducted by Damasceno et al. (2019), biocontrol potentials of 12 putative bacterial isolates, which were selected from *in vitro* tests, were evaluated *in vivo* testing. Among bacterial isolates, *Bacillus velezensis*, *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens* and *Stenotrophomonas maltophilia*, *B. velezensis* were found to be effective as similar as the fungicide Thiabendazole. *B. velezensis* inhibited mycelial growth and pathogen sporulation and was positive for cellulase and xylanase activity, which are mechanisms of action relevant to a biocontrol agent. Since *B. velezensis* is not pathogenic to humans, this bacterium was reported to be considered as BCA of direct application by spraying and fruit immersion or can be used systemically.

Although bacterial isolates of *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* and *Bacillus velezensis* were previously reported to have biocontrol potentials against post-harvest fungal disease agents of banana such as *Lasiodiplodia theobromae*, *Colletotrichum musae*, *Thielaviopsis paradoxa* and *Fusarium verticillioides* (Alvandia and Natsuaki, 2009; Sangeetha et al., 2010; Fu et al., 2010; Damasceno et al., 2019), this is the first report of *B. mojavensis* as a biocontrol agent against the banana crown rot disease agent caused by *Fusarium verticillioides*. In the recent study conducted by Atay et al. (2020), antifungal activities of 12 putative endophytic bacterial isolates (*Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus vallismortis*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus megaterium*, *Solibacillus silvestris*, *Erwinia herbicola*, *Corynebacterium glutamicum*, *Bacillus cereus*, *Pantoea dispersa* and *Bacillus endophyticus*) were tested against postharvest heart rot disease agent *Alternaria alternata* on pomegranate fruits by using in dual culture assays. Among the tested isolates, *Bacillus mojavensis* PEB39 was the most effective isolate against pathogenic fungi *in vitro* (80% inhibition of mycelial growth) followed by *Bacillus amyloliquefaciens* PEB46 (78.9%) *Bacillus vallismortis* PEB40 (76.7%) and *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* PEB43 (75.6%), respectively (Atay et al., 2020).

In our study, although the mechanism(s) involved in mycelial growth inhibition was not studied, the existence of an inhibition zone surrounding bacterial isolates indicated the production of unknown antibiotic substance(s) by the antagonist isolates.

In conclusion, endophytic antagonist microorganisms isolated from the internal tissues of healthy plants are known to have a higher chance of success in biological control as they require faster adaptation or minimal growth conditions compared to microorganisms developed in laboratory conditions. According to this

study, the endophyte antagonistic bacterial isolates isolated from healthy plant tissues are effective on the disease conditions after harvest and will increase the quality and income of crops by decreasing the pesticide application which is used intensively and frequently against the plant diseases after harvest. Using these environmentally friendly, biologically based microorganisms, the reduction of pesticide applications in the production areas will greatly contribute to the adverse effects of pesticides on the environment and human health.

ÖZET

Amaç: Fungal hastalıklar tarla veya seralarda muz yetiştiriciliğinde ekim, hasat, depolama ve nakliye dönemlerinde ciddi kayıplara neden olan en önemli biyotik faktörlerden biridir. *Fusarium verticillioides*'in neden olduğu taç çürüklüğü, muz meyvelerinin en önemli hasat sonrası fungal hastalıklarından biri olarak kabul edilir. Bu çalışmada, sağlıklı muz ağaçlarının meyve, dal ve yapraklarından endofitik bakteri izolatları elde edilmiş ve biyolojik kontrol ajanı (BCA) olarak antagonistik potansiyelleri *F. verticillioides*'e karşı *in vitro* koşullarda araştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Sağlıklı muz ağaçlarının meyvelerinden, gövdelerinden ve yapraklarından toplam 23 adet aday endofit bakteri izolatu elde edilmiştir. Tüm bakteri izolatları MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorpsiyon Ionization-Time Of Flight Kütle Spektrometresi) analizi ile tanımlanmıştır. Sekiz farklı türden 12 farklı bakteri izolatının (*Bacillus subtilis* ssp. *spizizenii* (3), *Bacillus amyloliquefaciens* (2), *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* (2), *Bacillus mojavensis*, *Enterococcus faecium*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter ludwigii* ve *Pseudomonas stutzeri*) misel büyümesinin engellenmesindeki *in vitro* antagonistik etkinlikleri ikili kültür testleri ile test edilmiştir. Bakteri izolatları arasında en yüksek antagonistik aktivite misel gelişimini %50.83 oranında engelleyen *Bacillus mojavensis* BEn3 izolatu tarafından gösterilmiştir. Bakteriye izolatlar arasından *Enterobacter cloacae* BEn1, *Enterobacter ludwigii* BEn2, *Enterobacter faecium* BEn7 izolatları fungal etmenin misel gelişimini engellemede başarısız olmuştur.

Genel Yorum: Endofit bakteri izolatlarının fungal etmenin misel gelişimini önemli düzeylerde baskılamış olması, *Bacillus mojavensis* BEn3 izolatının taç çürüklüğü etmenine karşı olası biyolojik kontrol ajanı olarak kabul edilebileceğini göstermektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bulgularımız, *F. verticillioides*'in gelişimini baskılayan en başarılı endofit

bakteri izolatu olan *B. mojavensis* Ben3'in taç çürüklüğü hastalığına karşı kimyasal mücadeleye alternatif ve umut verici bir biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabileceğini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Muz, Biyolojik mücadele, endofit bakteri, taç çürüklüğü, *Fusarium verticillioides*.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Abbas A, Khan SU, Khan WU, Saleh TA, Khan MHU, Ullah S, Ali A, Ikram M (2019) Antagonist effects of strains of *Bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* for their protection against several plant diseases: Alternatives to chemical pesticides. C. R. Biologies 342: 124-135.
- Akram W, Anjum T (2011) Use of bioagents and synthetic chemicals for induction of systemic resistance in tomato against diseases. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science 1: 286-292.
- Aktan ZC, Soylu S (2020) Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 23(3): 641-654.
- Al-Hatmi AMS, Meis JF, de Hoog GS (2016) *Fusarium*: Molecular diversity and intrinsic drug resistance. PLoS Pathog. 12(4): e1005464.
- Alvinda DG, Natsuaki KT (2009) Biocontrol activities of *Bacillus amyloliquefaciens* DGA14 isolated from banana fruit surface against banana crown rot-causing pathogens. Crop Prot. 28: 236-242.
- Alvinda DG (2013) An integrated approach with hot water treatment and salt in the control of crown rot disease and preservation of quality in banana. Int. J. Pest Manag. 59: 271-278.
- Anand M, Naik MK, Ramegowda G, and Devika Rani GS (2010) Biocontrol and growth promotion activity of indigenous isolates of *Pseudomonas fluorescens*. J. Mycopathol. Res. 48: 45-50.
- Anonymous (2021) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Access date:01.11.2021.
- Anthony S, Abeywickrama K, Dayananda R, Wijeratnam Shanthi W, Arambewela L (2004) Fungal pathogens associated with banana fruit in Sri Lanka and their treatment with essential oils. Mycopathologia 157: 91-97.
- Appiah-Sarpong M, Kumah P, Olympio NS, Moses E (2013) *In vitro* management of crown rot disease of banana (*Musa* spp. AAA) 'Medium Cavendish' using extracts from *Ocimum gratissimum*, *Alstonia boonei* and *Garcinia kola*. Acta Hort. 1007: 739-746.
- Atay M, Kara M, Uysal A, Soylu S, Kurt Ş, Soylu EM (2020) *In vitro* antifungal activities of endophytic bacterial isolates against postharvest heart rot disease agent *Alternaria alternata* in pomegranate fruits. Acta Horticulturae 1289: 309-314.
- Bozkurt İA, Soylu S (2019) Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Zir. Fak. Derg. 16: 348-361.
- Damasceno CL, Duarte EAA, dos Santos LBPR, de Oliveira TAS, de Jesus FN, de Oliveira LM, Goes-Neto A, Soares ACF (2019) Postharvest biocontrol of anthracnose in bananas by endophytic and soil rhizosphere bacteria associated with sisal (*Agave sisalana*) in Brazil. Biol. Control 137: 101016.
- De Costa DM, Erabadupitiya HRUT (2005) An integrated method to control postharvest diseases of banana using a member of the *Burkholderia cepacia* complex. Postharvest Biol. Tec. 36: 31-39.
- Dukare AS, Paul S, Nambi VE, Gupta RK, Singh R, Sharma K, Vishwakarma RK (2019) Exploitation of microbial antagonists for the control of postharvest diseases of fruits: a review. Crit. Rev. Food 59(9): 1498-1513.
- Dutta D, Puzari KC, Gogoi R, Dutta P (2014) Endophytes: Exploitation as a tool in plant protection. Braz. Arch. Biol. Technol. 57: 621-629.
- Eljounaidi K, Lee SK, Bae H (2016) Bacterial endophytes as potential biocontrol agents of vascular wilt diseases – Review and future prospects. Biol. Control 103: 62-68.
- Faruk S, Soylu S (2021) Mersin ilinde yetiştirilen muz meyvelerinde hasat sonrasında görülen fungal hastalık etmenlerinin belirlenmesi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2): 399-411.
- Fisher NL, Burgess LW, Toussoun TA, Nelson PE (1982) Carnation leaves as a substrate and for preserving cultures of *Fusarium* species. Phytopathology 72: 151-153.
- Fravel DR (2005) Commercialization and implementation of biocontrol. Annu. Rev. Phytopathol. 43: 337-359.

- Fu G, Huang SL, Ye YF, Wu YG, Cen ZL, Lin SH (2010) Characterization of a bacterial biocontrol strain B106 and its efficacy in controlling banana leaf spot and post-harvest anthracnose diseases. *Biol. Control* 55(1): 1-10.
- Gao FK, Dai CC, Liu XZ (2010) Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *Afric. J. Microbiol. Res.* 4: 1346-1351.
- Gunasinghe WKR, Karunaratne AM (2009) Interactions of *Colletotrichum musae* and *Lasiodiplodia theobromae* and their biocontrol by *Pantoea agglomerans* and *Flavobacterium* sp. in expression of crown rot of "Embul" banana. *Biocontrol* 54: 587-596.
- Kara M, Soylu S, Kurt Ş, Soylu EM, Uysal A (2020) Determination of antagonistic traits of bacterial isolates obtained from apricot against green fruit rot disease agent *Sclerotinia sclerotiorum*. *Acta Horticulturae* 1290: 135-142.
- Kurt Ş, Uysal A, Kara M, Soylu S, Soylu EM (2017) Natural infection of potato by *Sclerotinia sclerotiorum* causing stem rot disease in Turkey. *Australas. Plant Dis. Notes* 12: 39.
- Kurt Ş, Soylu S, Uysal A, Soylu EM, Kara M (2020a) Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusların hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(1): 46-56.
- Kurt Ş, Uysal A, Soylu EM, Kara M, Soylu S (2020b) Characterization and pathogenicity of *Fusarium solani* associated with dry root rot of citrus in the eastern Mediterranean region of Turkey. *J. Gen. Plant Pathol.* 86: 326-332.
- Lelliot RA, Stead DE (1987) Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. (T.F. Preece. Editör). In: *Methods in plant pathology*. Vol 2. Blackwell Scientific Publications. pp. 176-177. Oxford.
- Leslie JF, Summerell BA (2006) *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing: Hoboken. Iowa. USA. 388 pp.
- Maqbool M, Ali A, Alderson PG, Mohamed MTM, Siddiqui Y, Zahid N (2011) Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage. *Postharvest Biol. Tec.* 62: 71-76.
- McInroy JA, Kloepper JW (1995) Population dynamics endophytic bacteria of in field-grown sweet corn and cotton. *Can. J. Microbiol.* 141: 895-901.
- Rabey M, Hailey LE, Roy SR, Grenz K, Al-Zadjali MAS, Barrett GA, Jackson RW (2019) Endophytes vs tree pathogens and pests: can they be used as biological control agents to improve tree health? *Eur. J. Plant Pathol.* 155: 711-729.
- Nunes CA (2012) Biological control of postharvest diseases of fruit. *European J. Plant Pathol.* 133(1)(Special Issue: SI): 181-196.
- Ons L, Bylemans D, Thevissen K, Cammue BPA (2020) Combining biocontrol agents with chemical fungicides for integrated plant fungal disease control. *Microorganisms* 8(12): 1930.
- Pınar H, Türkay C, Denli N, Ünlü M, Bircan M (2011) Türkiye'de muz üretim potansiyeli. GAP VI. Tarım Kongresi 09-12/05/2011 Şanlıurfa.
- Ranasinghe L, Jayawardena B, Abeywickrama K (2002) Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et. L.M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. *Lett. Appl. Microbiol.* 35: 208-211.
- Sangeetha G, Thangavelu R, Rani SU, Muthukumar A, Udayakumar R (2010) Induction of systemic resistance by mixtures of antagonist bacteria for the management of crown rot complex on banana. *Acta Physiol. Plant.* 32(6): 1177-1187.
- Santoyo G, Moreno-Hagelsieb G, Orozco-Mosqueda MC, Glick BR (2016) Plant growth-promoting bacterial endophytes. *Microbiol. Res.* 183: 92-99.
- Schaad NW (2001) Initial identification of common genera. (N.W. Schaad. J.B. Jones. W. Chun. Editör). In: *Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria*. 3rd edn. The American Phytopathological Society. St. Paul. MN. St Paul. pp. 1-15. USA.
- Snowdon AL (2010) A colour atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Volume 1: General Introduction and Fruits. Wolfe Scientific. Spain. 302 pp.2.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 23: 7-18.
- Soylu S, Kara M, Uysal A, Kurt Ş, Soylu EM (2021) Determination of antagonistic potential of endophytic bacteria isolated from lettuce against lettuce white mould disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Zemdirbyste-Agriculture* 108: 303-312.
- Stein T (2005) *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Mol. Microbiol.* 56(4): 845-857.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. *MKÜ Ziraat Fak. Derg.* 21: 103-111.

- Tan S, Dong Y, Liao H, Huang J, Song S, Xu Y, Shen Q (2012) Antagonistic bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* induces resistance and controls the bacterial wilt of tomato. *Pest Manag. Sci.* 69: 1245-1252.
- Tariq M, Khan A, Asif M, Khan F, Ansari T, Shariq M, Siddiqui MA (2020) Biological control: a sustainable and practical approach for plant disease management. *Acta Agric. Scand. B Soil Plant Sci.* 70(6): 507-524.
- Umana-Rojas G, Garcia J (2011) Efficacy of plant extracts on growth reduction of *Colletotrichum musae* and *Fusarium proliferatum* causal agents of crown rot of bananas. *Acta Hortic.* 906: 205-210.
- Williamson SM, Guzman M, Marin DH, Anas O, Jin X, Sutton TB (2008) Evaluation of *Pseudomonas syringae* strain ESC-11 for biocontrol of crown rot and antrachnose of banana. *Biol. Control* 46: 279-286.
- Wilson CL, Wisniewski M, Droby S, Chalutz E (2011) Historical perspective on biological control of postharvest diseases - past, present, and future. *Acta Hortic.* 905: 23-28.
- Zhang S, Reddy MS, Kloepper JW (2004) Tobacco growth enhancement and blue mold disease protection by rhizobacteria: Relationship between plant growth promotion and systemic disease protection by PGPR strain 90-166. *Plant and Soil* 262: 277-288.
- Zhang H, Mahunu GK, Castoria R, Apaliya MT Yang Q (2017) Argumentation of biocontrol agents with physical methods against postharvest diseases of fruits and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 69: 36-45.



Determining effects of foliar boron applications on yield and fruit quality of apricot trees for reducing water stress

Su stresinin azaltılmasında yaprakтан bor uygulamalarının kayısı ağaçlarında verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri

Berkant ÖDEMiŞ¹ , Sultan UNCU¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1009679](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1009679)

Geliş tarihi / Received: 14.10.2021

Kabul tarihi / Accepted: 28.12.2021

Keywords:

Apricot, deficit irrigation, foliar boron application, evapotranspiration.

✉ Corresponding author: Berkant ÖDEMiŞ

✉ bodemisenator@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The research was carried out to determine the effects of different boron doses on yield, yield components and quality on 5-6 years old apricot trees of Mogador variety, which were exposed to water stress in the Amik Plain in 2019.

Methods and Results: The factorial experimental design was conducted on apricot trees of Mogador variety, using four doses of foliar boron (ppm) (0-B0, 150-B150, 225-B225 and 300-B300 ppm) and four irrigation levels (100%-I100, 75%-I75, 50%-I50 and 25%-I25 of available water holding capacity) in four replications. Each replication consisted of two apricot trees. The quantity of irrigation water applied in the experiment ranged from 179 to 742 mm, while the evapotranspiration varied between 295 and 832 mm during the irrigation season. Irrigation water use efficiency (IWUE) and water use efficiency (WUE) varied between 3.51-5.18 kg m⁻³ and 2.89-4.17 kg m⁻³, respectively. Boron doses did not cause significant differences in WUE and IWUE values. Each unit increase in crop water use caused an average yield increase of 16.8 kg ha⁻¹. Relative to the full irrigation (I100), fruit weight decreased by 13 and 3% in I25 and I50, respectively, but increased by 2% in I75. Relative to the control group (B0), fruit weight increased by 2, 4, and 2% with B150, B225, and B300, respectively. Average fruit size varied between 47.40 (I75) and 42.99 mm (I25); total soluble solids (TSS) between 16.13 (I100) and 12.65 (I25); and pH between 3.16 (I100) and 3.30 (I50). The increased boron dose did not cause a significant difference in fruit size and width. The leaf boron content increased up to the B225 dose and tended to decrease at the B300 dose.

Conclusions: Boron element provides an increase in yield in deficit irrigation conditions, the yield increase is higher in fully irrigated apricot trees. In full irrigation treatment (I100), the B225 treatment was more effective on the yield.

Significance and Impact of the Study: The boron element is an important element that causes an increase in photosynthesis by light adsorption. There is not a lot of research investigating the effects of nutrient elements to relieve the negative effect of water stress in orchards. This research is important in terms of revealing the effects of the element boron in water stress conditions.

INTRODUCTION

Apricot is an important fruit widely grown, in particular, in arid semi-arid climates of the world. Globally, the total apricot yield was on average 7.941 kg ha⁻¹ in 2017. It is one of the plants with high crop water consumption and requires 560 m³ of irrigation water per hectare during the irrigation period (April to September) when 980 mm of evaporation occurs. Though varying regionally, annual crop water consumption of apricot trees is in the range of 900-1000 mm (FAO, 2019). Apricots, like most stone fruit trees, are susceptible to water deficiency throughout the fruit development period. Water scarcity causes fruits to shrink and decrease in yield. Preventive measures are needed to ensure that the plants are resistant to droughts. Although breeding and genetic studies about the modification of plants play an important role in enhancing their water stress resistance, management practices to increase drought tolerance in sensitive growth periods of plants have also become important. Proline applications on leaves to support its accumulation in the vacuole in the plant cell (Iba, 2002), silicon applications to reduce transpiration (Ahmed et al., 2011), and nutrient applications to inhibit cell degradation (Ödemiş et al., 2017, Kazgöz Candemir and Ödemiş, 2018) can be considered important research directions to reduce the detrimental effect of stress conditions.

Boron (B) is an important micronutrient whose deficiency decreases the absorption and use of photosynthetically active radiation by leaves. It plays a role in cell elongation, nucleic acid synthesis, hormone reactions, and membrane functions. It is used in the transport of photosynthetic products from leaves to meristematic organs in the root and green parts, in ensuring the structural integrity of cell membranes, nitrogen fixation, nodule formation, and in generative development (seed and fruit formation), rather than vegetative growth (leaf and shoot formation). It also plays a vital role in activities such as cell division, leaf and flower formation, glucose metabolism, hydrocarbons and their transport, root development, cell wall formation, and material transport between two cells. Although boron is naturally found in the soil, its content is prone to decrease due to leaching by heavy rainfall in some regions and some agricultural applications. Boron deficiency occurs mostly in sandy and acidic soils with low soil organic matter (Anonymous, 2016a). Studies about boron have generally focused on the effects of boron applied from leaf, soil, or leaf + soil on

yield and quality in soils with a low or insufficient boron content. Under the sufficient soil moisture with the leaf boron content of 120 ppm, the quality of pistachio was found to decrease (Onay et al., 2012). Foliar boron applications were reported not to adversely affect yield but leaf length and leaf age, soluble dry matter, titratable acid, ascorbic acid, total sugar, total phenolic, and total antioxidant significantly in mandarins (Ullah et al., 2012). Among the boron doses (0, 0.15, 0.30, 0.45 and 0.60 kg da⁻¹) applied to sugar beet leaves with the methods of soil, leaf, and soil + leaf, root yield increased by 5.7 and 7.4%, while sugar yield by 3.8 and 7.3% with 0.30 and 0.45 kg B per da are used based on the soil and soil + leaf applications, respectively (Gezgin et al., 2007). Similarly, boron increased hazelnut yield by decreasing the quantity of empty fruits when applied from the leaves (0-300-600-900 ppm) and increased the quantity of healthy fruits when applied from soil (0-5-10-15 g tree⁻¹) (Şahin et al., 2010). Foliar boron application (0, 245, 490, and 735 mg L⁻¹) when compared to soil application (1.5 and 3 kg ha⁻¹) increased the seed yield in the reproductive tissues and vegetative parts of sugar beets by 10% in the first year and 44% in the second year (Dordas et al., 2007).

It is yet clear the effect of boron applied on leaves before the flowering period on the formation of flower bud under water stress. Our study is therefore aimed to determine the effect of different boron doses in preventing the decreased photosynthesis efficiency due to water stress when carried out via foliar application.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Soil, irrigation water and climate characteristics

This experimental study was carried out in an area of approximately 2 decares (146 m above sea level; 36° 37' 38.77" N latitude and 36° 27' 00.20" E longitude) in Amik Plain district of Hatay province, one of the apricot cultivation-intensive regions. Apricot trees are at distances between 5 x 3 rows and above rows and are 'Y' shaped in the wired cultivation system. The soils of the trial area carry the chalky and hard ground characteristics of arid semi-arid climates in terms of pH and lime (Solmaz, 2019). The physical and chemical properties and macro and micronutrient contents of the soil are given in Tables 1 and 2. Irrigation water electrical conductivity was found 0.682 dS m⁻¹

Table 1. Some physical and chemical properties of the soils in the experimental area

Soil depth (cm)	Fc	Wp	As	pH	ECe	OM	CaCO ₃ (%)	Texture
0-30	23.8	11.9	1.23	7.28	0.15	2.71	4.6	L
30-60	24.2	12.1	1.05	7.2	0.16	2.20	5.2	CL
60-90	24.5	12.3	1.25	7.09	0.18	1.45	4.3	CL

Fc: Field capacity (% Pw), Wp: wilting point (% Pw), As: bulk density (g cm⁻³, ECe: Electrical conductivity of soil extraction (dS m⁻¹), OM: Organic matter (%)

Table 2. Some macro and microelement quantities of the experimental area soils (mg kg⁻¹)

Soil depth (cm)	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu
0-30	23.2	86.4	364	5860	6.4	0.4	3.0	12.3
30-60	17.6	61.2	326	5420	6.0	0.2	2.8	9.7
60-90	14.2	45.4	296	4890	5.3	0.2	2.8	5.1
Limit values	20-40	244-300	161-480	1151-3500	>4.5	0.8-2.4	>2	>0.2

Climatic characteristics of the experimental area for the study period and the long annual climate characteristics were given table 3 and table 4. The lowest temperature

was determined as 10.5 °C in 2019-January and the highest temperature in August 2018 as 31.0 °C (Anonymous, 2019b).

Table 3. Climate data for the study period

Climate parameters	2018						2019					
	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Mean temp.(°C)	27.9	30.4	31.0	28.2	22.2	15.1	11.9	10.5	12.6	14.7	18.11	25.6
Rainfall (mm)	14.13	3.5	3.2	2.8	58.4	76.2	192.3	233.9	155.6	92.2	52.5	1.5
Wind speed (m sn ⁻¹)	1.3	1.7	1.8	1.2	1.1	1.1	1.3	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4
Relative humidity (%)	48.4	45.1	45.6	48.1	52.0	67.9	74.8	71.4	73.7	66.0	65.5	46.5

Table 4. Long-term (2015-2018) climate data for the study region

Climate parameters	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mean temp. (°C)	8.4	12.1	15	18.9	23.2	27.7	31.1	31.1	27.9	22.7	15.4	9.9
Rainfall (mm)	71.7	42.2	38	55.3	14.4	7.5	0.4	0.3	9.6	26.5	24.3	28.8
Wind speed (m sn ⁻¹)	1.1	1.0	1.3	1.2	1.4	1.6	1.8	1.5	1.2	1.0	1.0	1.1
Relative humidity (%)	74.0	64.1	62	52.3	51.7	45.7	43.7	48.9	49.7	50.2	53.7	68.9

Plant material

In the experiment, Mogador variety apricot (*Prunus armeniaca*) trees grafted on Mirobolan plum rootstock with a planting interval of 5 x 3 m and ages 5 to 6 were used. Mogador apricot is one of the earliest apricot (Mikado, Coloroda) varieties for Hatay and has a strong and semi-flat growing tree structure. The variety has an early flowering character and is self-fertile as a pollinator (Anonymous, 2020). Its fruit is 60% red on orange

background and has a round shape, a balanced taste and flavor and a maturity date between May 1 and 11.

Irrigation system

Drip irrigation system was used to irrigate the plants. Drip irrigation laterals (diameter of 20 mm) are arranged on both sides of the tree. In-line drippers with a dripper space of 40 cm are used.

Boron fertilizer

Water soluble 11% boron ethanolamine fertilizer was used to increase flower bud and fruit set in apricot plants. Boron ethanolamine is an important micronutrient and has the ability to be taken quickly by plants.

Method

Experimental design

The study was conducted according to the factorial experimental design. The sub-treatments were composed of boron doses, while the main treatments were the irrigation levels. To create water stress, the four irrigation levels were planned in three replications with two trees in each replication.

Irrigation treatments

The first irrigation was done when 50% of the available water was consumed. The other irrigation treatments were that 75% (I_{75}), 50% (I_{50}) and 25% (I_{25}) of full irrigation (I_{100}) where the water deficit was brought to the field capacity in a period of 7 to 8 days were applied.

Water quantity missing in the effective root depth (mm) was converted to a volumetric basis in Equation 1.

$$I = (d \times A \times P) / E_a \quad (1)$$

where I: irrigation water quantity to be applied to the full irrigation (L), d: irrigation water quantity required (mm), A: Parcel area (m^2), E_a : Water application efficiency (taken as 0.95), and P: percentage of wetted area (taken as 35%).

Fertilization treatments

120 kg N, 80 kg P, 160 kg K, 50 kg magnesium nitrate ($Mg(NO_3)_2$), 50 kg calcium nitrate ($Ca(NO_3)_2$), 10 kg Fe, and 15 kg organic matter were applied per decar per year (Table 5). Fertigation method was used in fertilization (Burt et al., 1995). Boron fertilizer was applied in addition to the fertilizers specified in Table 5. Boron applications were made on two different dates (February 25 and March 10) at different levels on each tree used in the experiment using a ridge sprayer. The first application was carried out on 25 February 2019 at 100% beginning flowering period. The second application was carried out on 9 March 2019 during the flower and fruit formation period

Table.5. Annual conventional fertilization quantity for apricot trees ($kg\ ha^{-1}$)

Month	N	P	K	Ca	Mg	Fe	OM
Feb	20	70	5			5	5
Mar	90	5	10	45	45	5	5
Apr	6	5	100	5	5		5
May	4		40				
Jun	-	-	-	-	-	-	-
Jul			5				
Total	120	80	160	50	50	10	15

OM: Organic matter

In both application periods, there was no adverse condition that may have decreased the fertilizer efficiency after fertilization. Boron levels in the experiment were established as follows:

B_0 : foliar boron fertilizer was not applied

B_{150} : 100 ppm + 50 ppm = 150 ppm foliar boron fertilizer

B_{225} : 150 ppm + 75 ppm = 225 ppm foliar boron fertilizer

B_{300} : 200 ppm + 100 ppm = 300 ppm foliar boron fertilizer

Cultivation practices

Pruning, tillage, spraying, and fertilization processes were carried out adopting the common cultivation practices of the region. Both winter and summer pruning were performed. After the apricot trees yielded, not much pruning was done. Upon the general examining of

the trees, diseased, dried, broken, and overlapped branches preventing the entry of light into the crown were cut. Since the soil structure of the experimental area hardened due to the presence of excessive lime, extra attention was paid not to damage the roots near the tree during tillage, and deep plowing was avoided. Due to rainfall, fruit ripening was delayed and the harvest was carried out on May 4 and 10 while it was normally done on April 21.

Crop water use

The water use of the trees was calculated with the water balance equation below (Bos et al., 2009):

$$ET = I + R + Cr - Dp - Rf \pm \Delta S \quad (2)$$

where ET: Evapotranspiration, mm; I; amount of irrigation water, mm; R; rainfall, mm; Cr; capillary rise,

mm; Dp; deep percolation, mm; Rf; Runoff, mm; and $\pm \Delta S$; moisture change (mm/90 cm) in the soil profile. Since the drip irrigation system was used, the runoff (Rf) was not calculated, while the deep percolation losses (Dp) were neglected.

Water use efficiency

The yield values obtained from each tree were converted to the yield collected from an area of one decare. The WUE and IWUE values were calculated by proportioning each to the quantity of evapotranspiration and irrigation water applied (Equation 4 and 5) (Howell et al., 1990):

$$WUE = E_y/E_t \quad (3)$$

$$IWUE = E_y/I \quad (4)$$

where E_y : economic yield, kg ha^{-1} , E_t : crop water use, mm, and I ; amount of irrigation water (mm)

Yield, pomological and fruit quality characteristics: Fruit Yield (kg ha^{-1})

The total quantity of fruits collected from a decare. Fruit weight (g): Average weight of a single apricot fruit. Fruit length (mm): The longest distance between the top surface of the fruit sepals and the stylus tip. Fruit width (mm): The largest diameter perpendicular to the fruit axis. The pH, crude fiber, water and alcohol soluble extract were determined according to Demir and Ozcan (2001). Total soluble solids (TSS, %) was determined

analyzing juice obtained by squeezing 10 fruits from each replication using a hand-held refractometer.

Foliar boron (B) analysis

In order to determine the effects of the applications on the leaf boron concentration, 10 leaves were collected from each tree for each replication after harvest and passed through/washed with pure water in the laboratory. The leaves dried in the oven at 65°C for a day were prepared for analysis by crushing with a mortar. In the analysis, 5-milligram samples prepared for each replication and measured using ICP (Kaçar and Ünal, 2008).

Statistical data analysis and evaluation

The results obtained from the irrigation treatments were evaluated using analysis of variance (ANOVA) with SPSS 14.0. The response means were compared using a Duncan test (Bek and Efe, 1988).

RESULTS AND DISCUSSION

Irrigation management and crop water use

In the experiment, 11 irrigation applications were carried out in total between June 3 and October 8 of 2018. 179, 363, 500, and 742 mm irrigation water was applied to I_{25} , I_{50} , I_{75} and I_{100} , respectively (Table 6).

Table 6. The results of irrigation water, ET and yield

Irrig. Level	Boron Doses (ppm)	I^* (mm)	ET (mm)	Yield (kg ha^{-1})	WUE (kg m^{-3})	IWUE (kg m^{-3})
I_{25}	B_0	179	287	11333	39.4	63.3
	B_{150}		294	14222	48.3	79.4
	B_{225}		301	18000	59.7	100.5
	B_{300}		298	14444	48.4	80.6
	Mean		179	295	14500	49.1
I_{50}	B_0	363	457	14444	31.6	39.8
	B_{150}		465	17778	38.2	49.0
	B_{225}		472	22667	48.0	62.5
	B_{300}		467	19111	40.9	52.7
	Mean		363	465	18500	39.8
I_{75}	B_0	500	597	16889	28.3	33.8
	B_{150}		606	22667	37.4	45.3
	B_{225}		607	23111	38.1	46.2
	B_{300}		596	18444	30.9	36.9
	Mean		500	602	20288	33.7

Table 6 (continued). The results of irrigation water, ET and yield

I ₁₀₀	B ₀	742	828	20000	24.2	27.0
	B ₁₅₀		832	23333	28.0	31.5
	B ₂₂₅		838	28667	34.2	38.7
	B ₃₀₀		832	22444	27.0	30.3
	Mean	742	832	2361	28.4	31.8
Boron Dose (Mean)	B ₀		542	15677	28.9	35.1
	B ₁₅₀		549	19500	35.5	43.7
	B ₂₂₅		555	23111	41.7	51.8
	B ₃₀₀		548	18611	33.9	41.7

*Approximately 81 mm of precipitation was measured from the beginning of the experiment until the harvest date, I: irrigation water, WUE: water use efficiency, IWUE: irrigation water use efficiency.

Irrigation water requirement for the three irrigation intervals (7, 14, and 21 days) in the same region was estimated at 141-562, 145-579, and 139-555 mm in the first year, 165-660, 147-588, and 150-599 mm in the second year, and 180-721, 188-750, and 200-801 mm in the third year, respectively (Bozkurt et al., 2015). Perez Pastor et al. (2009) stated that sufficient irrigation water requirement of about 700 mm for apricot was reduced by 50% with deficit irrigation and by 57-78% with regulated deficit irrigation. Overall, irrigation water requirements were significantly affected by annual temperature, rainfall, soil structure, and crop type.

The irrigation levels affected ET significantly but the boron treatments (Table 7). As seen from the table 7, the highest and lowest crop water use occurred from the interactions I₁₀₀ B₂₂₅ with 838 mm and I₂₅ B₀ with 287 mm, respectively. Annual ET of apricot trees varies regionally between 900 and 1000 mm (FAO, 2019). Our results have been confirmed by the previous studies indicating the relationship between irrigation water level and the crop water use. It is well established that the ET for apricot increases in parallel with the amount of irrigation water applied, and its highest value (661.1 mm) was measured from the treatment when 649.9 mm of irrigation water was applied (Shalhevet et al., 1979). At 7, 14, and 21-day irrigation intervals under similar climatic conditions, evapotranspiration from apricot trees was determined as 603, 621 and 585 mm in the first year, 679, 660, and 659 mm in the second year, and

852, 750, and 801 mm in the third year, respectively (Bozkurt et al., 2015). To our best knowledge, there has been no previous studies to compare our results regarding boron uses.

As seen from table 6, ET fluctuated between B₀ and B₃₀₀, which was not statistically significant. However, it could be speculated that the increase in Boron more than those used in this experiment would prone to yield statistically significant results.

Yield

The irrigation levels and boron treatments had separate significant effects on yields (Table 7). The mean yield increased with the increasing water treatment and therefore the highest yield, 23611 kg ha⁻¹, was obtained from the full irrigation, I₁₀₀.

As for Boron, increasing the boron doses did not increase the yield up to a certain level. The highest yield was obtained from B₂₂₅ (23111 kg ha⁻¹). After that point was reached, higher boron doses reduced the increase in yields dramatically, 18611 kg ha⁻¹ for B₃₀₀. Based on B₀, the mean yield increase was 24% for B₁₅₀, 48% for B₂₂₅, and 19% for B₃₀₀.

Although there seemed no interaction between irrigation and boron doses on yield, it could be noticed that increasing the boron doses with increasing irrigation level had an emphasised effect on yield. For instance, yield of I₁₀₀B₂₂₅ was found to be higher than the other irrigation level (28677 kg ha⁻¹).

Table 7. Variance analysis table for yield values

Variation Source	Sd	Sum of squares	Mean of squares	F
Irrigation Level	3	51694934.17	17231644.7	312.04**
Boron Doses	3	33972234.17	11324078.1	205.06**
Irrigation LevelxBoron doses	9	3815450.83	423938.9	7.68ns
Error	47	107153792.5		

** : $p < 0.01$, ns: not significant, Sd; degree of freedom.

Water use efficiency

The highest water use efficiency (WUE) was obtained from I_{25} . Compared to I_{100} , a 30% reduction in irrigation water resulted in a 75% increase in WUE of I_{25} . No significant difference was found in WUE between I_{50} and I_{75} . As for irrigation water use efficiency (IWUE), the lowest and the highest values were obtained from I_{100} (3.18 kg m^{-3}) and I_{25} (8.09 kg m^{-3}). A significant difference (60%) was estimated between I_{25} and I_{50} while the difference between I_{50} and I_{75} was 27%.

In terms of boron doses, the WUE and IWUE estimates showed a regular increase up to a certain extent (B_{225}) and a decrease afterwards with (B_{300}). Increasing boron doses caused a 45% increase in WUE up to B_{225} . Both WUE and IWUE were higher than those with the other boron treatments in B_{225} , where the highest efficiency was obtained. In terms of the irrigation level-boron dose interaction, the highest WUE and IWUE were estimated at 5.97 kg m^{-3} and 10.05 kg m^{-3} for $I_{25}B_{225}$.

The deficit irrigation strategy increased the WUE while the boron applications caused a lower difference in WUE. In the arid conditions, WUE seems to be affected particularly by different strategies in water use (Hassan and Seif, 1999, Mitchell et al., 1989). Similar results for WUE were reported when boron applications for cotton under deficient irrigation was applied (Ödemiş and Delice, 2018).

The combine effect of irrigation water and boron doses on yield

The relationship between irrigation and yield was calculated using the following equation : $\text{Yield} = -0.001x^2 + 2.56x + 1033$; $r^2 = 0.99^{**}$ ($n=16$). Based on this equation, the amount of optimum irrigation water should be 960 mm for maximum yield. It is well known that irrigation during flowering and fruit formation periods are more important than in other periods (Perez et al., 2009), and post-harvest and autumn irrigation improves flower bud formation and tree structure before winter (Matuskovic et al., 2002) and therefore yield.

In our study, several observations were made as follows. Firstly, it is clear that increasing the boron dose up to a certain level (B_{225}) increased the yield at every irrigation level, then a decrease was monitored after that point (B_{300}). The biggest increase determined for I_{25} , I_{50} , I_{75} and I_{100} at B_0 level were about 58.8%, 56.9%, 36.8% and 43.4%, respectively. These results clearly indicated that boron has a positive effect on apricot yield up to a certain level.

Secondly, this effect of boron became stronger when the irrigation level is increased. The highest mean yield (23611 kg ha^{-1}) of all irrigation levels were recorded for I_{100} . The effect of boron appeared to be depending on irrigation water level. This mechanism is yet to be explained.

Thirdly, based on the mean yield obtained from I_{25} , there were a 27.6% for I_{50} , 39.9% for I_{75} , and 62.8% for I_{100} . This means the higher the irrigation water and boron (up to a certain level) the higher the yield is obtained. In other words, boron exerted an increasing effect on yield as soil moisture increases.

Lastly, the highest yield arising from the combine effect of boron and irrigation level was obtained at $I_{100}B_{225}$ amongst all the treatments. This combination currently appear to be the optimum for the highest yield.

A significant relationship was determined between ET and yield as $\text{Yield} = 16.9x + 9959.9$ $r^2 = 0.59^{**}$ ($n = 16$). Each unit increase in ET resulted in an average increase of 16.9 kg ha^{-1} in yield. Boron doses were found to have a significant effect on the linear relationship between evapotranspiration and yield. Significant but low regression coefficients were calculated for B_{150} and B_{300} in the relationship between evapotranspiration and yield while higher regression coefficients were found with B_0 and B_{225} . According to the equations, a one-unit increase in crop water use caused an increase by 16.0 kg ha^{-1} in B_0 , 17.7 kg ha^{-1} in B_{150} , 18.9 kg ha^{-1} in B_{225} , and 13.7 kg ha^{-1} in B_{300} .

Boron dose-yield relationships

Boron doses appeared to increase the apricot yield, but this increase was not statistically significant ($p > 0.05$). The effect of the boron doses on yield at each irrigation level occurred differently (Figure 1). The boron application significantly increased yield with all the irrigation levels.

Based on 11333 kg ha^{-1} with B_0 of I_{25} (Table 6), the yield increased by 25% with B_{150} , by 59% with B_{225} , and by 27% with B_{300} . With B_{225} , the yield increased from 11333 to 18000 kg ha^{-1} . A similar increase rate was observed with I_{50} . While the yield with B_0 of I_{50} was measured at 14444 kg ha^{-1} , it increased by 23% with B_{150} , 57% with B_{225} , and

32% with B_{300} . At I_{75} , B_{150} and B_{225} caused almost the same increase in yield (34 and 37%). The least effect of the boron applications on the yield was realized with B_{300} under I_{75} . While the yield per decare of $I_{75} B_0$ was 16889 kg ha^{-1} , it increased only 9% with $I_{75} B_{300}$ (18444 kg ha^{-1}). The boron doses increased the yield between 12% (B_{300}) and 43% (B_{225}) with the full irrigation treatment (I_{100}). Yield for B_{150} increased by 17% relative to B_0 . The boron applications caused an increase by 9% to 59% in yield when compared to B_0 . Among the boron applications, the highest contribution to the yield increase was obtained from B_{225} .

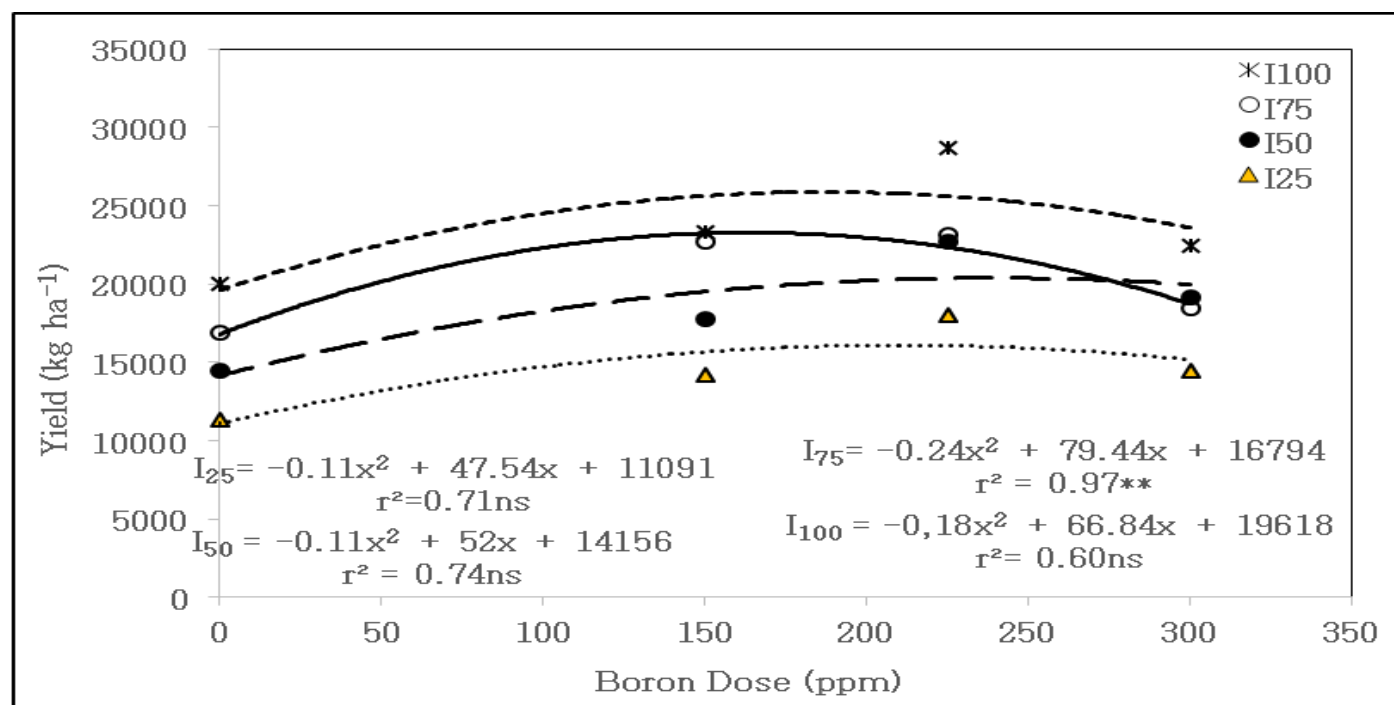


Figure 1. Change in yield as a function of boron and irrigation treatments.

Many studies have been conducted to determine the relative contributions of plant nutrients to their drought tolerance as well as to eliminate or mitigate the effects of stress during drought through nutrients (Hu et al., 2008; Garg et al., 2004; Kazgöz Candemir and Ödemiş, 2018; Li-Na et al., 2005). In the aforementioned studies, it was aimed to eliminate or mitigate the effects of stress occurring during drought by means of nutrients. Foliar-based boron treatments increased the number of flowers and fruit yield in olive trees (Gündeşli, 2005) and plant height, spike length, grain number in the spike, grain weight in the spike, and grain yield in wheat (Bilir, 2020). They caused the protein and fatty acid content of the plant seed to change in soybean (Bellaloui et al., 2013). Doğan et al. (2013) found that boron application under drought stress increased the amount of

chlorophyll and proline but did not significantly change the amount of MDA. Also, some studies indicated that the application of boron 30 days after germination had no effect on yield (Seidel et al., 2015).

Pomological and fruit quality characteristics

Fruit weight increased depending on irrigation levels. The highest fruit weight was measured on I_{75} treatment (62.11 g) (Table 8). Based on I_{100} treatment, fruit weight decreased by 13% for I_{25} and 3% for I_{50} , while it increased by 2% for I_{75} . Increasing boron doses differed slightly in fruit weight ($p > 0.05$). Fruit weight at B_0 , B_{150} , B_{225} and B_{300} doses was determined as 57.19 g , 58.26 g , 60.33 g and 59.31 g , respectively. Based on B_0 , fruit weight increased by 2%, 4% and 2% in B_{150} , B_{225} and B_{300} treatments,

respectively. As the irrigation levels increased, the effect of boron doses on fruit weight decreased.

Irrigation levels and boron doses do not have significant effect on fruit width ($p>0.05$) (Table 9). Fruit width varied between 44.06 mm (I_{100}) and 41.98 mm (I_{25}) and these values were approximately the same in I_{50} and I_{75} treatment (42.88 mm and 42.44 mm).

Fruit size were affected by *irrigation levels* and *irrigation levels x boron dose* interaction. The highest and lowest fruit size were measured from I_{75} (47.40 mm) and I_{25} (42.99 mm) treatments and it increased up to 48.92 mm in I_{75} . Boron doses did not affect fruit size. While fruit

sizes were at the same level in $I_{25}B_{150}$ and $I_{50}B_{150}$ treatment, it increased 20% and 15% in $I_{75}B_{150}$ and $I_{100}B_{150}$ treatment, respectively.

Total soluble solids (TSS) were affected statistically at $p<0.01$ level from both applications and interactions. TSS ranged from 12.65 (I_{25}) to 16.13 (I_{75}). Based on I_{25} treatment, TSS increased by about 35% in I_{75} . In the B_{150} and B_{225} (13.87-13.97) and the B_0 and B_{300} doses, TSS were measured at approximately the same level (15.95-15.21). When the interaction effect was examined, the highest TSS was found in $I_{25}B_0$ (15.60%). TSS increased

Table 8. Fruit quality and pomological properties of apricots fruits

Irr. Level	Bor Dose (ppm)	Fruit weight	Fruit width	Fruit Length	TSS %	pH	Leaf Boron Conc. mg kg ⁻¹
I_{25}	B_0	47.51	43.30	46.31	15.60	3.15	41.54
	B_{150}	56.33	41.29	40.96	11.02	3.28	38.27
	B_{225}	59.91	43.18	42.17	11.80	3.22	41.25
	B_{300}	50.54	40.18	42.53	12.20	3.35	38.91
	Mean	53.57	41.98	42.99	12.66	3.25	39.99
I_{50}	B_0	50.53	44.00	46.41	16.00	3.29	38.98
	B_{150}	59.63	40.80	40.29	12.42	3.33	41.16
	B_{225}	60.50	41.38	45.57	12.93	3.24	45.36
	B_{300}	64.17	45.36	47.91	16.27	3.35	43.61
	Mean	58.71	42.89	45.05	14.41	3.30	42.28
I_{75}	B_0	68.19	38.55	46.49	15.40	3.29	40.06
	B_{150}	58.25	46.13	49.63	16.27	3.27	43.37
	B_{225}	60.16	43.46	46.24	16.29	3.25	41.54
	B_{300}	61.85	41.62	47.25	16.56	3.18	43.59
	Mean	62.11	42.44	47.40	16.13	3.25	42.14
I_{100}	B_0	62.55	44.27	46.39	16.80	3.18	39.85
	B_{150}	58.86	44.68	47.02	15.80	3.17	40.90
	B_{225}	60.78	43.60	45.72	14.87	3.10	48.00
	B_{300}	60.67	43.70	46.82	15.83	3.18	48.09
	Mean	60.72	44.06	46.49	15.82	3.16	44.21
Mean	B_0	57.20	42.53	46.40	15.95	3.23	40.11
	B_{150}	58.27	43.22	44.48	13.88	3.26	40.93
	B_{225}	60.34	42.91	44.93	13.97	3.20	44.04
	B_{300}	59.31	42.72	46.13	15.21	3.27	43.55
	Mean	58.78	42.84	45.48	14.75	3.24	42.15

TSS: Total soluble solids until I_{75} treatment at irrigation levels at all boron doses except irrigation levels of B_0 dose and decreased relatively in I_{100} .

It is shown that, fruit juice acidity (pH) and sugar content increase and fruit quality deteriorates as the amount of

irrigation water applied decreases (Chartzoulakis, 1999). In our experiment, the pH varied between 3.16 (I_{100}) 3.30

(I₅₀) at irrigation levels and 3.20 (B₂₂₅) and 3.27 (B₃₀₀) at boron doses. The pH in I₂₅ and I₇₅ and B₀ and B₁₅₀ was measured at approximately the same level. When interacting effects were examined, pH values increased

relatively with increasing boron doses. While pH increased at I₅₀ irrigation level in B₁₅₀ dose, it was measured at the lowest value in I₁₀₀.

Table 9. Variance analysis results of fruit quality and pomological properties of apricots fruits

Fruit Charac.	Source of Variation	Sd	SS	MS	F
Fruit Weight (g)	I	3	503.72	167.91	6.126**
	B	3	65.72	21.91	0.799 öd
	IxB	9	705.37	78.37	2.859**
	Error	47	2151.94		
Fruit Width (mm)	I	3	28.58	9.53	1.086 öd
	B	3	3.15	1.05	0.120 öd
	IxB	9	153.19	17.02	1.940 öd
	Error	47	465.66		
Fruit Length (mm)	I	3	133.13	44.38	6.658**
	B	3	30.99	10.33	1.550 öd
	IxB	9	140.47	15.61	2.342*
	Error	47	517.87		
TSS (%)	I	3	90.77	30.26	54.909**
	B	3	36.25	12.08	21.926**
	IxB	9	44.85	4.98	9.044**
	Error	47	189.51		
pH	I	3	0.13	0.04	10.725***
	B	3	0.03	0.01	2.770 öd
	IxB	9	0.09	0.01	2.500*
	Error	47	0.37		
Leaf Boron Conc. (mg kg ⁻¹)	I	3	106.99	35.66	4.807**
	B	3	134.40	44.80	6.038**
	IxB	9	163.06	18.12	2.442*
	Error	47	641.87		

I: Irrigation Level, B, Boron doses, **: p<0.05 significant level, ns: non significant, df: degree of freedom SS: Sum of squares, MS: Mean square, TSS: Total soluble solids.

The most stable change in *irrigation level x boron dose interaction* was observed at I₇₅ irrigation level. The highest and lowest pH of I₇₅ irrigation level was measured between B₀- B₃₀₀. In I₁₀₀, it was observed that the pH values followed a decreasing trend in the B₀-B₂₂₅ range, but increased again in the B₃₀₀ dose. When evaluated in general, the pH values were not significantly affected by the boron doses of irrigation treatments, except for I₇₅. When the flowering rate of the apricot reaches 80% and the petal fall stage, foliar boron was applied to the canopy. In leaf samples taken 15-20 days after harvest, the boron content in the leaves was determined depending on the irrigation levels and the applied boron doses. The effects of the foliar application of boron were found to be

statistically significant.

As the amount of irrigation water increased during the flowering period, the efficiency of boron fertilizer increased (Figure 1). The lowest and highest leaf boron contents in irrigation treatment were measured in I₂₅ (39.99 mg kg⁻¹) and I₁₀₀ (44.20 mg kg⁻¹). In I₅₀ and I₇₅, the leaf boron content was approximately the same (42.28 mg kg⁻¹-42.14 mg kg⁻¹). When compared with the B₀ dose, it was determined that the leaf boron content increased approximately 10% in the B₂₂₅.

In *irrigation level x boron dose* interactions, leaf boron contents were determined at the same level in I₂₅B₀ and I₂₅B₂₂₅ and I₂₅B₁₅₀ and I₂₅B₃₀₀ treatment. Leaf boron content increased from I₅₀B₀ to I₅₀B₂₂₅ at the I₅₀ irrigation

level and decreased again for I₅₀B₃₀₀. Boron doses were not cause a significant difference in leaf boron content in I₇₅, but resulted in a linear increase in I₁₀₀. The lowest and highest leaf boron content was measured as 39.84 and 48.09 mg kg⁻¹ in I₁₀₀B₀-I₁₀₀B₃₀₀ treatment. Compared to other irrigation levels, the most unstable trend was in the boron treatments of the I₂₅ irrigation level. It was observed that the leaf boron contents increased with boron application in all treatment except I₂₅B₀.

In conclusion, in this study, it was determined that although the boron element provides an increase in yield in deficit irrigation conditions, the yield increase is higher in fully irrigated apricot trees. In full irrigation treatment (I₁₀₀), the B₂₂₅ treatment was more effective on the yield. Polynomial trend was determined between the yield and the boron dose in the fully irrigated treatment, and it was determined that the application of boron more than 225 ppm did not increase the yield, but decreased it. Considering that the soil boron content was insufficient in the area where the experiment was conducted, it could be expected that it would have an effect on increasing light adsorption even slightly below the field capacity (at low water stress). Since the reliability of one-year results in fruit trees is controversial, such studies should be at least three years old and one-year studies should be evaluated as a preliminary data.

ÖZET

Amaç: Araştırma, 2019 yılında Amik Ovasında su stresine maruz bırakılan 5-6 yaşlı Mogador çeşidi kayısı ağaçlarında farklı bor dozu uygulamalarının verim, verim bileşenleri ve kalite üzerine olan etkileri belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Araştırma Mogador çeşidi kayısı ağaçlarında, yapraktan uygulanacak tanık konusu (B₀) dışında 3 farklı dozda yapraktan bor B₁₅₀ (150 ppm), B₂₂₅ (225 ppm) B₃₀₀ (300 ppm), elverişli kapasitenin 4 farklı sulama düzeyinde I₁₀₀, I₇₅, I₅₀ ve I₂₅, 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrür 6 sıradan oluşturulmuştur. Denemede uygulanan sulama suyu miktarı 179 mm ile 742 mm, bitki su tüketimleri 295 mm ile 832 mm arasında gerçekleşmiştir. Sulama ve su kullanma randımanları 3.51-5.18 kg m⁻³ ile 2.89-4.17 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Bor dozları WUE ve IWUE değerlerinde anlamlı farklara neden olmamıştır. Bitki su tüketimindeki her birim artış verimde ağaç başına ortalama 16.8 kg ha⁻¹'lık artışa neden olmuştur. Tam sulama konusu I₁₀₀ esas alındığında meyve ağırlığı I₂₅ ve I₅₀ konularında sırasıyla %13 ve %3 azalırken, I₇₅ konusunda %2 artmıştır. B₀ konusu esas alındığında ise meyve ağırlığı B₁₅₀, B₂₂₅, B₃₀₀ konularında %2, %4 ve

%2 oranında arttığı gözlenmiştir. Sulama düzeylerinde ortalama meyve boyu değeri 47.40 mm (I₇₅) ve 42.99 mm (I₂₅); suda çözünebilir kuru madde miktarı (TSS) değerleri 16.13 (I₁₀₀) ve 12.65 (I₂₅) ile; pH değerleri ise 3.16 (I₁₀₀) ve 3.30 (I₅₀) arasında gerçekleşmiştir. Bor dozlarındaki artış meyve boyunda ve meyve eninde anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır. Yaprak bor içeriği B₂₂₅ dozuna kadar artmış B₃₀₀ dozunda ise azalma eğilimi göstermiştir.

Genel Yorum: Bor elementi kısıtlı sulama koşullarında verim artışı sağlarken, tam sulanan kayısı ağaçlarında verim artışı daha fazladır. Tam sulama uygulamasında (I₁₀₀), B₂₂₅ uygulaması verim üzerinde daha etkili olmuştur.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bor elementi ışık adsorpsiyonu ile fotosentezin artmasına neden olan önemli bir elementtir. Meyve bahçelerinde su stresinin olumsuz etkisini gidermek için besin elementlerinin etkilerini araştıran çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırma bor elementinin su stresi koşullarında etkilerini ortaya koyması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, su kısıtı, yapraktan bor uygulaması, bitki su tüketimi, su kullanma randımanı.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by MKU Scientific Research Projects Commission. Project no: 18YL062.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest in the study

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Ahmed M, Hassen UF, Khursid Y (2011) Does silicon and irrigation have impact on drought tolerance mechanism of sorghum. *Agricultural Water Management* 98(12): 1808-1812.
- Anonymous (2016a) Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü El Kitabı, <https://www.boren.gov.tr>. Erişim tarihi: Ocak 2019.
- Anonymous (2019b) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/yagis-degerlendirme/2016alansal.pdf>. Erişim tarihi: Ocak 2020.
- Anonymous (2020) <https://www.parlarfidan.com> Erişim tarihi: Ocak 2020.

- Bek Y and Efe E (1988) Araştırma ve Deneme Metodları I. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:71, 395 s.
- Bellaloui N, Yanbo H, Mengistu A, Kassem MA, Abel, CA (2013) Effects of foliar boron application on seed composition, cell wall boron and seed 15N and 13C iso-topes in water - stressed soybean plants. *Frontiers in Plant Science* <https://doi.org/10.3389/fpls.00270>.
- Bilir R (2020) Yapraktan uygulanan bor gübresinin bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 45 s.
- Burt CM, O'connor K, Ruehr T (1995) Fertigation. 295 pp.
- Bos MG, Richard K, Allen G, Molden DJ (2009) Evapotranspiration: Water requirements for irrigation and the environment. 10.1007/978.
- Bozkurt S, Ödemiş B, Durgaç C (2015) Effects of deficit irrigation treatments on yield and plant growth of young apricot trees. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 1-12.
- Chartzoulakis K, Michelakis H, Stefanoudaki E (1999) Water use, growth, yield and fruit quality of 'Bonanza' oranges under different soil water regimes. *Adv Hort. Sci.* 13: 6-11.
- Demir F and Ozcan M (2001) Chemical and technological properties of rose (*Rosa canina* L.) fruits grown wild in Turkey. *Journal of Food Engineering* 47: 333-336.
- Doğan M, Avu A (2013) Kuraklık stresine karşı bor bileşiklerinin soyada (*Glycine max.* L.) büyüme parametrelerine etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2(2): 1-13.
- Dordas C, Apostolides GE, Goundra O (2007) Boron application affects seed yield and seed quality of sugar beets. *Journal of Agricultural Science* 145: 377-384.
- FAO (2019) FAOSTAT online database, available at link <http://faostat.fao.org>
- Garg BK, Burman U, Kathju S (2004) The influence of phosphorus nutrition on the physiological response of moth bean genotypes to drought. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167: 503-508.
- Gezgin S, Hamurcu M, Dursun N, Gökmen F (2007) Değişik bor dozları ve uygulama şekillerinin farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker pancarının yaprak bor içeriği, verim ve kalite üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 21(42): 25-35.
- Gündeşli M (2005) İlbaharda yapraktan bor uygulamasının gemlik zeytin çeşidinde meyve tutumu üzerine etkisi. Sütçü İmam Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 38 s.
- Hassan MM and Seif SA (1999) Water use of apricot trees. *Egyptian Journal of Horticulture* 26(1): 77-83.
- Howell TA, Davis KR, Mc-Cormick RL, Yamada H, To-Walhood V, Meek DW (1990) Water use efficiency of narrow row cotton. *Irrig. Sci.* 5: 195-214.
- Hu Y, Burucs Z, Schmidhalter U (2008) Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. *Soil Science and Plant Nutrition* 54: 133-141.
- Iba K (2002) Aclimative response to temperature stres in higher plants: Approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annu. Rev. Plant.* 3: 32-55.
- Kaçar B and Ünal A (2008) Bitki Analizleri. Nobel Yayınları. Ankara
- Kazgöz Candemir D and Ödemiş B (2018) Yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) değişik gelişme dönemlerindeki su stresinin azaltılması üzerine etkileri. *Derim* 35(2): 161-172.
- Li-Na Z, Dong Q, Li-Li S, Wei-Jie Y (2005) Effects of sulfur fertilization on the contents of photosynthetic pigments and mda under drought stress. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* 2005-08.
- Mitchell PD, Van Den Ende B, Jerie PH, Chalmers DJ (1989) Response of 'Bartlett'pear to withholding irrigation regulated deficit irrigation and tree spacing. *American Soc. Hort. Sci.* 114: 15-19.
- Matuskovic J, Owais S, Hribik J (2002) The course of soil moisture content and the irrigation regime in apricot growing. *Acta Horticulturae et Regiotecturae* 5(2): 36-39.
- Onay A, Tilkat E, Ersalı Y, Ayaz TE, Süzerer V (2012) Antepfıstığının (*Pistacia vera* L.) morfolojik ve biyolojik özellikleri ile verimini etkileyen faktörler. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 2(1): 116-131.
- Ödemiş B, Akışcan Y, Akgöl B, Can D, Demirel E, Karazincir K (2017) Kısıtlı su koşullarında yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin kuraklık toleransına etkileri. TÜBİTAK sonuç raporu. 2017/8/1 133 sayfa.
- Ödemiş B and Delice H (2018) The Effect of different boron levels on the yield and some physiological properties of cotton plant under deficit irrigation cond. *XIX. World Cong. of CIGR* 1(1): 28-36.
- Perez-Pastor A, Domingo R, Torrecillas A, Ruiz-Sanchez MC (2009) Response of apricot trees to deficit irrigation strategies. *Irrig. Sci.* 27: 231-242.

- Seidel EP, Egewarth WA, Piano JT, Egewarth J (2015) The effect of foliar application rates of calcium and boron on yield and yield attributes of soybean (*Glycine max*). African Journal of Agricultural 10(4): 170-173.
- Shalhevet J, Mantell A, Biorai H, Shimshi D (1979) Irrigation of field and orchard crops under semi - arid conditions. III C No 1 (Revised Version), 124 pp, Israel.
- Solmaz B and Saltalı K (2019) Yüksek pH ve kireçli topraklara kükürt (S) uygulamasının bazı toprak özelliklerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 32 s.
- Şahin M, Tarakçıoğlu C, Aşkın TB (2010) Gübrelemenin fındık bitkisinin verim ve yapraklarının bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayısı 5, Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı, 15 - 17 Eylül 2010, Bornova, İZMİR.
- Ullah S, Khan A, Malik U, Afzal I, Shahid M, Razzaq K (2012) Foliar application of boron influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Journal of Plant Nutrition 35: 2067-2079.
- ASABE (2012) Moisture Measurement-Forages. American Society of Agricultural and Biological Engineers, ANSI/ASAE Standarts, St Joseph, MI, S358.3, USA.
- CAST (2019) Reducing the impacts of agricultural nutrients on water quality across a changing landscape. CAST Issue Paper Number 64. Council for Agricultural Science and Technology (CAST) 20 p.
- Caturegli L, Corniglia M, Gaetani M, Grossi N, Magni S, Migliazzi M, Angelini L, Mazzoncini M, Silvestri N, Fontanelli M, Raffaelli M, Peruzzi A, Volterrani M (2016) Unmanned aerial vehicle to estimate nitrogen status of turfgrasses. PLoS ONE 11(6): e0158268.
- EPA (2012) Frequently asked questions about nitrate and drinking water. United States Environmental Protection Agency (EPA) 2 p.
- Esbensen KH (2009) Multivariate Data Analysis In Practice: An Introduction to Multivariate Data Analysis and Experimental Design. 5th edition. CAMO Inc. Corvallis, Oregon/USA.
- Frank JH (2008) Detection of turfgrass stress using ground based remote sensing. MSc Thesis, University of Florida, Florida, US. 96 p.
- Guillard K, Fitzpatrick RJM, Burdett H (2016) Can frequent measurement of normalized difference vegetative index and soil nitrate guide nitrogen fertilization of Kentucky Bluegrass. Crop Sci. 56: 827-836.
- Inguagiato JC, Guillard K (2016) Foliar N concentration and reflectance meters to guide N fertilization for anthracnose management of Annual Bluegrass putting green turf. Crop Sci. 56: 3328-3337.
- Hocaoglu T (2010) Evaluation of planning and design principles of golf courses in the context of landscape architecture: Gloria Golf Resort case. PhD Thesis, Ankara University, Ankara, Turkey. 151 p.
- Jiang Y, Liu H, Cline V (2009) Correlations of leaf relative water content, canopy temperature, and spectral reflectance in Perennial Ryegrass under water deficit conditions. HortSci. 44(2): 459-462.
- Kacar B (1994) Chemical analysis of plant and soil: III. Soil Analysis (In Turkish). Ankara Uni. Agric. Fac. Publ. No: 3, 735 p. Ankara
- Kacar B, Inal A (2010) Bitki Analizleri (Plant Analysis – in Turkish). Nobel Publication Number: 1241, Ankara. pp 171-212.
- Keskin M, Dodd RB, Han YJ, Khalilian A (2004) Assessing nitrogen content of golf course turfgrass clippings using spectral reflectance. Appl. Eng. Agric. 20: 851-860.
- Keskin M, Han YJ, Dodd RB, Khalilian A (2008) Reflectance-based sensor to predict visual quality ratings of turfgrass plots. Appl. Eng. Agric. 24: 855-860.
- Keskin M, Karanlık S, Gorucu Keskin S, Soysal Y (2013) Utilization of color parameters to estimate moisture content and nutrient levels of peanut leaves. Turk. J. Agric. For. 37: 604-612.
- Keskin M, Sekerli YE, Gunduz K (2016) Relationship between water content and color properties of chlorotic and non-chlorotic detached crop leaves. J. Agric. Fac. Uludag Univ. 30: 319-324.
- Keskin M, Setlek P, Demir S (2017) Use of color measurement systems in food science and agriculture (in Turkish with abstract in English). International Advanced Researches and Engineering Congress, 16-18 November 2017, Osmaniye. pp 2350-2359. (in Turkish with abstract in English).
- Keskin M, Sekerli YE, Gunduz K (2018) Influence of leaf water content on the prediction of nutrient stress in strawberry leaves using chromameter. Int. J. Agric. Biol. 20: 2103-2109.
- Knudsen DG, Peterson A, Pratt PF (1982) Lithium, Sodium and Potassium. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No:9 (2 nd Ed.) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin. USA.
- Konica Minolta (2007) Colorimetry: How to Measure Color Differences. Konica Minolta Photo Imaging Inc., USA.

- Mangiafico SS, Guillard K (2007) Cool-Season turfgrass color and growth calibrated to leaf nitrogen. *Crop Sci.* 47: 1217-1224.
- Moss JQ, Bell GE (2010) Indirect Measurement of Creeping Bentgrass N, Chlorophyll, and Color for Precision Golf Green Management. 10th International Conference on Precision Agriculture Proceedings [CD-ROM], Denver, CO.
- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA (1954). Estimations of available phosphorus in soils by extractions with sodium bicarbonate. U.S. Dept. Of Agric. Cric. 939, USDA, Washington, DC.
- Richards LA (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook. 60. US. Dept. of Agriculture.
- Rodriguez IR, Miller GL (2000) Using near-infrared reflectance spectroscopy to schedule nitrogen applications on dwarf-type bermudagrasses. *Agron. J.* 92: 423-427.
- Turkish Official Gazette (2004) Regulation on protection of waters against agricultural nitrate pollution (in Turkish). 18 February 2004, Number: 25377.



Determination of the alleviating effect of liquid vermicompost on germination and seedling development of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) under salt stress

Sıvı solucan gübresinin tuz stresi altında Macar Fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine iyileştirici etkisinin belirlenmesi

Ali Mohammed Abed Mustafa MUSTAFA¹ , Nuray ÇİÇEK² , Cengiz YÜCEDAĞ³ , Seçil AKILLI ŞİMŞEK⁴ 

¹Cankiri Karatekin University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Cankiri, Turkey.

²Cankiri Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, Cankiri, Turkey.

³Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Landscape Architecture, Burdur, Turkey.

⁴Cankiri Karatekin University, Faculty of Science, Department of Biology, Cankiri, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1035869](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1035869)

Geliş tarihi / Received: 13.12.2021

Kabul tarihi / Accepted: 02.02.2022

Keywords:

Hungarian vetch, germination, seedling development, salt stress, liquid vermicompost.

^{*} Corresponding author: Cengiz YÜCEDAĞ

✉: yucedagc@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The alleviating aspects of liquid vermicompost (VCL) on the seed germination and juvenile seedling growth of Hungarian vetch, which is an important fodder plant in Turkey and in the world, under salt stress were evaluated.

Methods and Results: Two experiments in laboratory and greenhouse conditions were established according to a randomized plot design with three replications. In the experiments, liquid vermicompost levels were applied as control (0%) - 1% - 2.5% - 5% and 10% and salt solutions were prepared with control (pure water), 30 mM, 60 mM and 90 mM NaCl doses. At the end of the laboratory experiment, germination rate and index of Hungarian vetch seeds, length, fresh and dry weights of plumule, and length, fresh and dry weights of radicle were examined. In the greenhouse experiment, the emergence ratio, seedling height, seedling fresh and dry weights, root length, root fresh and dry weights of Hungarian vetch were investigated.

Conclusions: It was observed that the parameters measured in the germination and seedling period of Hungarian vetch were negatively affected by salt stress, but the negative effects of salt stress decreased due to the increase in the amount of liquid vermicompost applied.

Significance and Impact of the Study: The present study can be an important reference in terms of revealing the stimulating attribute of VCL and inhibiting attribute of salinity on the germination and various parameters of Hungarian vetch plant. The alleviative and regulatory effect of VCL appeared mostly in its 5% and 10% dose applications during the germination and juvenile seedling of Hungarian vetch, moderately sensitive to salt stress.

Atf / Citation: Mustafa AMAM, Çiçek N, Yücedağ C, Şimşek SA (2022) Determination of the alleviating effect of liquid vermicompost on germination and seedling development of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) under salt stress. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 61-70. DOI: 10.37908/mkutbd.1035869

INTRODUCTION

About 150 vetch (*Vicia*) species are common in temperate regions of the world. Vetch varieties have great value in terms of grass, animal feed, pastures, green manures and crop rotation. Common vetch (*V. sativa*), hairy vetch (*V. villosa*), Hungarian vetch (*V. pannonica*), narbon vetch (*V. narbonensis*) and bitter vetch (*V. ervilia*) are some of the important vetch species (Ekiz et al., 2011). Hungarian vetch is one of the most cold-resistant plants especially in Eastern Anatolia of Turkey. It is considered a forage crop and is successfully grown in these areas due to its semi-horizontal growth (Açıkgöz, 2013). The forage crops, which has a very high yield and quality, is very nutritious for animals (Twidwell et al., 1987).

Salinity is an abiotic stress factor affecting and threatening cultivated soils owing to many negative effects on plants grown in saline soils (Ekmekçi et al., 2005). As the salt concentration in the soil increases, it is difficult for plants to get water from the soil due to its osmotic stress, and also physiological and biochemical changes in the plant can occur (Bressan, 2008; Munns and Tester, 2008). Salt stress negatively affects plant growth and development, reduces the osmotic capacity of plant cells, and causes a series of reactions in plants (Glenn et al., 1997). Salinity is one of the most important environmental factors affecting germination negatively (Demir et al., 2003; Asci, 2011).

In order to obtain a high yield in agricultural production, the soil must contain sufficient plant nutrients. The preservation and maintenance of soil fertility in agricultural systems rely on the return of nutrients lost from the soil to the soil (Cebeci, 2017). Therefore, producers prefer organic fertilizers including both plant nutrients and soil-regulating substances (Demir and Işık, 2019a,b; Çiçek, 2021). Vermicompost is an organic fertilizer containing symbiotic and asymbiotic bacteria, and mycorrhizal fungi (Anonymous, 2009; Soylu et al., 2020). In addition to its positive effects on plant growth, suppression of plant disease and soil improvement, vermicompost is also known to have a supportive effect on plant stress tolerance by reducing the negative effects of toxic elements under salt stress conditions (Ayyobi et al., 2014; Bidabadi et al., 2017, Jabeen and

Ahmad, 2017; Soylu et al., 2020). Vermicompost provide the sustainability of organic agriculture, have the positive effect on human health by eliminating solid wastes and hence provide significant benefits to the economy (Çiçek, 2021). VCL is the diluted form of manure produced by earthworms and microorganisms during the conversion of organic matter into vermicompost (Hidalgo et al., 2006).

In the present study, alleviating effect of VCL toward salt stress during germination and seedling stage of Hungarian vetch, a moderately salt sensitive plant, was investigated. In addition, the appropriate doses of VCL were suggested by testing in the greenhouse and laboratory.

MATERIALS and METHODS

Tarım Beyazı-98 cultivar used in the experiment was registered in 1998 by the Field Crops Central Research Institute. The main stem length is 40-80 cm. Its cluster-shaped flowers are white in color. The seed of the cultivar is ellipsoid round in shape and its color is black spotted and dotted. The 1000 grain weight of the cv. Tarm White-98 which is resistant to cold and drought varies from 35 g to 50 g.

Germination experiment with three replications was carried out in the Laboratory of Forestry Faculty, Çankırı Karatekin University. For each replication, 25 Hungarian vetch seeds applied surface sterilization (treated with 5% sodium hypochlorite for 5 minutes and then rinsed with distilled water) were placed in sterile petri dishes. Then, control (pure water), 30 mM, 60 mM and 90 mM NaCl solutions and control (0%), 1%, 2.5%, 5% and 10% liquid vermicomposts (Table 1) were added to each petri dish. Hungarian vetch seeds were germinated at 20±2 °C in the dark (ISTA, 1996). During the germination period, no plant nutrients were applied in the experiment. Germinated seeds (when the radicle of the seeds reaches 2 mm in length) were counted and recorded every 24 hours. The experiment, which was established on 14 December 2020, was ended on 24 December 2020. At the end of the experiment, the germination rate (Eq(1); Akıncı and Çalışkan, 2010) and index (Eq(2); Wang et al., 2004) of Hungarian vetch seeds were determined as:

$$\text{Germination Rate (\%)} = \frac{\text{Number of germinated seeds}}{\text{Total number of seeds}} \times 100 \quad \text{Eq(1)}$$

$$\text{Germination Index} = \sum \left(\frac{\text{The rate of germinated seeds on the } i^{\text{th}} \text{ day}}{\text{Count day}} \right) \quad \text{Eq(2)}$$

At the end of the experiment, 5 germinated seeds were randomly selected from each petri dish to determine length (cm), fresh and dry weights (g) of plumule, length (cm), fresh and dry weights (g) of radicle in Hungarian vetch seedlings. Weights of plumule and radicle were determined after oven drying at 65-70 °C for 72 h.

The juvenile seedling experiment was carried out in plastic pots with a volume of 0.5 L containing a mixture of peat and perlite (3:1) (Table 1) in Çankırı Karatekin

University Research and Application Greenhouse. The experiment was established using a randomized complete block design with three replications on 15 December 2020. 15 Hungarian vetch seeds were sown in each pot. After germination, 15 juvenile seedlings were thinned to 10. After seed sowing, distilled water (control), 30 mM, 60 mM and 90 mM NaCl solutions and 0%, 1%, 2.5%, 5% and 10% liquid vermicomposts were added to each pot.

Table 1. Some physical and chemical properties of peat and vermicompost liquid

Parameter	Peat	Vermicompost liquid
pH (saturation extract)	5.50	8.56
EC (dS m ⁻¹)	0.49	5.31
Organic material (g kg ⁻¹)	950	-
Water-soluble NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)	0.75	-
Water-soluble NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)	5.75	-
Water-soluble P (mg kg ⁻¹)	5.56	0.20
Water-soluble K (mg kg ⁻¹)	53	12
Water-soluble Ca (mg kg ⁻¹)	172	-
Water-soluble Mg (mg kg ⁻¹)	55	-
Total humik+fulvik asit (g kg ⁻¹)	-	100
Total N (g kg ⁻¹)	-	10.6

On 15 January 2021, a total of 5 juvenile seedlings for each pot were uprooted without harming the roots (Figure 1). Emergence ratio (%), length (cm), fresh and dry weights (g), root length (cm), root fresh and dry

weights (g) of juvenile seedlings were measured to determine the effects of CVL doses on Hungarian vetch seedlings.



Figure 1. First seedling stage of Hungarian vetch

Kolmogorov-Smirnov test was used for the normality of data distributions. Homogeneity of variance was controlled using Levene test. Two-way analysis of variance was done to determine whether the averages

of the factors, including VCL concentration (1) and salt concentration (2), differed and whether there was an interaction between them. Similar and different factors were determined by Duncan test, which is one of the

multiple comparison tests ($p < 0.05$). All analyses were performed with SPSS program.

RESULTS and DISCUSSION

Germination rate and index

Liquid vermicompost, salt concentration and their interaction had effects on germination rate and index at 0.01 probability level. The interaction of VCL-10 and NaCl-90 resulted in the lowest germination rate (64%) and index (7.81). The highest germination rate (100%) and index (18.86) were found in the interactions of VCL-2.5 and NaCl-0 (Table 2). It was reported that salt stress

reduced the germination rate and index of Hungarian vetch (Ertekin et al., 2018) and some bread wheat genotypes (Bilgili, 2016). The present study indicated that the increase in VCL did not apparently cause an increase in germination rate and index. However, some researchers found that VCL increased the germination rate and index of soybean (Kaya and Erdönmez, 2020) and pepper (Başay and Alpsoy, 2019). As the salt concentration increases in the germination medium, the osmotic pressure increases and thus the seed in the medium cannot take up enough water to germinate (Day and Uzun, 2016). As a result, inadequate water imbibition can not activate enzymes in the seeds.

Table 2. Effects of NaCl concentration and VCL on germination rate and Index of Hungarian vetch seeds

	Germination Rate (%)				
	NaCl-0	NaCl-30	NaCl-60	NaCl-90	Mean
VCL-0	92.00 ^{a-d}	85.33 ^{c-e}	80.00 ^{e-g}	78.67 ^{f-g}	84.00 ^{b*}
VCL-1	97.33 ^a	92.00 ^{a-d}	88.00 ^{b-e}	86.67 ^{c-f}	91.00 ^a
VCL-2.5	100.00 ^a	94.67 ^{a-c}	84.00 ^{d-f}	86.67 ^{c-f}	91.33 ^a
VCL-5	97.33 ^a	92.00 ^{a-d}	84.00 ^{d-f}	81.33 ^{e-f}	88.67 ^a
VCL-10	96.00 ^{a-b}	94.67 ^{a-c}	73.33 ^g	64.00 ^h	82.00 ^b
Mean	96.53 ^A	91.73 ^B	81.87 ^C	79.47 ^C	87.40
	Germination Index				
VCL-0	16.41 ^{a-d}	14.69 ^{c-f}	13.77 ^{d-f}	12.50 ^{e-f}	14.34 ^{ab}
VCL-1	16.3 ^{a-d}	18.09 ^{a-b}	15.44 ^{b-e}	11.63 ^f	15.38 ^a
VCL-2.5	18.86 ^a	15.14 ^{b-e}	13.05 ^{e-f}	14.78 ^{c-f}	15.46 ^a
VCL-5	13.79 ^{d-f}	16.4 ^{a-d}	13.05 ^{e-f}	13.83 ^{d-f}	14.27 ^{ab}
VCL-10	18.84 ^a	17.64 ^{a-c}	8.42 ^g	7.81 ^g	13.18 ^b
Mean	16.85 ^A	16.39 ^A	12.75 ^B	12.11 ^B	14.53

* Different letters in columns and rows indicate that the averages of the applications tested differed significantly ($p < 0.05$).

Plumule length, fresh and dry weights

Interaction of VCL and salt concentration had an effect on plumule length ($p < 0.001$) but no effect on plumule fresh and dry weights ($p > 0.05$). Both VCL and salt concentration had an effect on length, fresh and dry weights of plumule at 0.01 level. The lowest plumule length (6.22 cm) in the interactions with NaCl-90 of VCL-10 and VCL-0 and the highest plumule length (11.75 cm) in the interaction of VCL-5 and NaCl-30 were found. The lowest fresh weights (0.159 g and 0.171 g) were obtained from NaCl-90 and VCL-1. NaCl-30 and VCL-5 showed the highest fresh weights (0.193 g and 0.187 g). The lowest dry weight (0.030 g) was obtained from both VCL-0 and NaCl-90. VCL-10 and NaCl-0 gave the highest dry weights

(0.035 g and 0.036 g) (Table 3). In the present study, plumule fresh and dry weights decreased with the increasing NaCl concentration. Similar results for plumule fresh and dry weights were found in Hungarian vetch (Ertekin et al., 2018) and some bread wheat genotypes (Bilgili, 2016). VCL increased plumule fresh and dry weights of soybean (Kaya and Erdönmez, 2020) and pepper (Başay and Alpsoy, 2019). High salt concentration during germination may inhibit the gibberellin synthesis of seeds (Bozcuk, 1991; Ertekin et al., 2017) and cause a decrease in α amylase activity (Adda et al., 2014). This situation negatively affects length, fresh and dry weights of plumule.

Table 3. Effects of NaCl concentration and VCL on plumule length, fresh and dry weights of Hungarian vetch seeds

Plumule Length (cm)					
	NaCl-0	NaCl-30	NaCl-60	NaCl-90	Mean
VCL-0	10.41 ^{a-e}	9.91 ^{b-e}	9.08 ^{e-f}	6.64 ^{g-h}	9.01 ^{b*}
VCL-1	9.39 ^{d-f}	10.36 ^{a-e}	10.09 ^{a-e}	6.75 ^{g-h}	9.15 ^b
VCL-2.5	9.80 ^{c-e}	11.75 ^a	9.67 ^{c-f}	9.48 ^{c-f}	10.18 ^a
VCL-5	11.02 ^{a-d}	11.19 ^{a-c}	8.86 ^{e-f}	9.33 ^{d-f}	10.10 ^a
VCL-10	11.59 ^{a-b}	10.17 ^{a-e}	8.07 ^{f-g}	6.22 ^h	9.01 ^b
Mean	10.44 ^A	10.68 ^A	9.15 ^B	7.68 ^C	9.49
Plumule Fresh Weight (g)					
VCL-0	0.179	0.193	0.171	0.152	0.174 ^b
VCL-1	0.171	0.181	0.175	0.158	0.171 ^b
VCL-2.5	0.204	0.201	0.178	0.161	0.186 ^a
VCL-5	0.202	0.196	0.182	0.167	0.187 ^a
VCL-10	0.205	0.193	0.175	0.159	0.183 ^a
Mean	0.192 ^A	0.193 ^A	0.176 ^B	0.159 ^C	0.180
Plumule Dry Weight (g)					
VCL-0	0.034	0.031	0.028	0.027	0.030 ^b
VCL-1	0.035	0.036	0.032	0.030	0.033 ^a
VCL-2.5	0.036	0.036	0.036	0.031	0.034 ^a
VCL-5	0.037	0.035	0.034	0.031	0.034 ^a
VCL-10	0.038	0.035	0.035	0.032	0.035 ^a
Mean	0.036 ^A	0.034 ^{AB}	0.033 ^B	0.030 ^C	0.033

* Different letters in columns and rows indicate that the averages of the applications tested differed significantly ($p < 0.05$).

Radicle length, fresh and dry weights

Length, fresh and dry weights of radicle were affected by both VCL and salt concentration at 0.01 level but not affected by their interaction ($p > 0.05$). VCL-0 revealed the lowest radicle length (7.20 cm), radicle fresh (0.037 g) and dry weights (0.004 g) while VCL-10 showed the highest radicle length (8.45 cm), radicle fresh (0.044 g) and dry weights (0.005 g). The lowest radicle length (6.35 cm), radicle fresh (0.033 g) and dry weights (0.004 g) were obtained from NaCl-90. The highest radicle length (9.40 cm) and dry weight (0.005 g) in NaCl-0, and the

highest fresh weight (0.048 g) in NaCl-30 were determined (Table 4). Bilgili (2016) stated that salt stress reduced length, fresh and dry weights of radicle in some bread wheat genotypes. In the current study, increase in VCL improved length, fresh and dry weights of radicle. Similarly, VCL increased radicle fresh and dry weights of soybean (Kaya and Erdönmez, 2020) and pepper (Başay and Alpsoy, 2019). Salt increase affects plant water and mineral substance uptake from the soil and hence lead to decrease in both plant and root growth.

Table 4. Effects of NaCl concentration and VCL on radicle length, fresh and dry weights of Hungarian vetch seeds

Radicle Length (cm)					
	NaCl-0	NaCl-30	NaCl-60	NaCl-90	Mean
VCL-0	8.17	7.43	7.15	6.05	7.20 ^{c*}
VCL-1	9.05	7.78	7.97	6.11	7.73 ^{bc}
VCL-2.5	9.15	8.46	8.05	6.81	8.12 ^{ab}
VCL-5	9.79	8.75	8.69	6.55	8.45 ^a
VCL-10	10.87	8.19	8.51	6.23	8.45 ^a
Mean	9.40 ^A	8.12 ^B	8.07 ^B	6.35 ^C	7.99
Radicle Fresh Weight (g)					
VCL-0	0.042	0.044	0.036	0.026	0.037 ^c
VCL-1	0.046	0.046	0.040	0.030	0.041 ^b

Table 4 (continued). Effects of NaCl concentration and VCL on radicle length, fresh and dry weights of Hungarian vetch seeds

VCL-2.5	0.047	0.046	0.041	0.035	0.043 ab
VCL-5	0.046	0.050	0.042	0.036	0.043 ab
VCL-10	0.049	0.052	0.041	0.036	0.044 a
Mean	0.046 A	0.048 A	0.040 B	0.033 C	0.042
Radicle Dry Weight (g)					
VCL-0	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004 c
VCL-1	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004 bc
VCL-2.5	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004 b
VCL-5	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005 a
VCL-10	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005 a
Mean	0.005 A	0.004 B	0.004 C	0.004 D	0.004

* Different letters in columns and rows indicate that the averages of the applications tested differed significantly ($p < 0.05$).

Emergence ratio

Both NaCl concentration and its interaction with VCL had no effect on emergence ratio of Hungarian vetch but VCL affected it at 0.01 level. The lowest (51.67%) and highest (60%) emergence ratio were found in the VCL-0 and VCL-10, respectively (Table 5). The present study apparently revealed that emergence ratio of Hungarian vetch was reduced by salt stress and increased by VCL. Similar

results were reported by Bilgili (2016) in some bread wheat genotypes and Kaya and Erdönmez (2020) in soybean. Na^+ and Cl^- , which increase the osmotic pressure in the germination medium, are diluted by being absorbed by organic materials such as VCL. Thus, the amount of VCL in the medium is considered to increase the resistance of seeds against salt stress.

Table 5. Effects of NaCl concentration and VCL on emergence ratio of Hungarian vetch seeds

	Emergence Ratio (%)				
	NaCl-0	NaCl-30	NaCl-60	NaCl-90	Mean
VCL-0	51.11	53.33	51.11	51.11	51.67 c*
VCL-1	55.55	53.33	55.55	51.11	53.89 bc
VCL-2.5	62.22	57.78	53.33	53.33	56.67 ab
VCL-5	60.00	55.56	55.55	55.56	56.67 ab
VCL-10	60.00	64.45	57.78	57.78	60.00 a
Mean	57.78 A	56.89 A	54.67 A	53.78 A	55.78

* Different letters in columns and rows indicate that the averages of the applications tested differed significantly ($p < 0.05$).

Length, fresh and dry weights of juvenile seedling

Both VCL and NaCl had an effect on length, fresh and dry weights of Hungarian vetch juvenile seedling at 0.001 level but their interaction had no effect. VCL-0 showed the lowest seedling length (20.62 cm), fresh (0.320 g) and dry (0.035 g) weights while VCL-10 revealed the highest seedling length (24.13 cm), fresh (0.447 g) and dry (0.047 g) weights. NaCl-90 had the lowest seedling length (16.07 cm), fresh (0.234 g) and dry (0.030 g) weights. The highest seedling length (27.79 cm), fresh (0.509 g) and dry (0.036 g) weights were obtained from NaCl-0 (Table 6). The present study clearly showed that

salt stress reduced length, fresh and dry weights of Hungarian vetch juvenile seedling. Bilgili (2016) found similar results in juvenile seedlings of some bread wheat genotypes. As the results in the present study, VCL increased length, fresh and dry weights of soybean (Kaya and Erdönmez, 2020) and pepper (Başay and Alpsyoy, 2019) juvenile seedlings. Salt in the plant increasing in osmotic pressure and ion stress (Prada and Das, 2005) prevents water and plant nutrient intake. Thus, length, fresh and dry weights of juvenile seedling are reduced due to negative cell division and growth (Bresson, 2008; Oral et al., 2020).

Table 6. Effects of NaCl concentration and VCL on length, fresh and dry weights of Hungarian vetch juvenile seedlings

Juvenile Seedling Length (cm)					
	NaCl-0	NaCl-30	NaCl-60	NaCl-90	Mean
VCL-0	25.73	25.06	19.06	12.61	20.62c*
VCL-1	27.50	25.68	21.47	16.57	22.80b
VCL-2.5	28.24	26.50	22.67	16.77	23.55ab
VCL-5	28.57	26.98	22.77	17.11	23.86a
VCL-10	28.91	27.37	22.95	17.30	24.13a
Mean	27.79A	26.32B	21.78C	16.07D	22.99
Juvenile Seedling Fresh Weight (g)					
VCL-0	0.436	0.410	0.263	0.170	0.320d
VCL-1	0.488	0.424	0.350	0.217	0.370c
VCL-2.5	0.502	0.450	0.373	0.232	0.389c
VCL-5	0.546	0.446	0.397	0.261	0.412b
VCL-10	0.571	0.512	0.414	0.290	0.447a
Mean	0.509A	0.449B	0.359C	0.234D	0.388
Juvenile Seedling Dry Weight (g)					
VCL-0	0.044	0.040	0.032	0.025	0.035d
VCL-1	0.051	0.045	0.035	0.028	0.040c
VCL-2.5	0.053	0.047	0.041	0.032	0.043b
VCL-5	0.058	0.050	0.044	0.035	0.047a
VCL-10	0.060	0.052	0.041	0.037	0.047a
Mean	0.036A	0.034AB	0.033B	0.030C	0.033

* Different letters in columns and rows indicate that the averages of the applications tested differed significantly ($p < 0.05$).

Root length, fresh and dry weights of juvenile seedling

Both VCL and NaCl concentration had an effect on root length, fresh and dry weights of Hungarian vetch juvenile seedling at 0.001 level. The interaction of VCL and NaCl had an effect root fresh weight of juvenile seedlings but no effect on their root length and dry weight. The lowest root length (10.28 cm) and dry weight (0.007 g) were obtained from VCL-0 while the highest root length (13.01 cm) and dry weight (0.014 g) were found in VCL-10. The lowest root length (6.16 cm) and dry weight (0.006 g) were found in NaCl-90 while the highest root length (16.07 cm) and dry weight (0.018 g) were obtained from NaCl-0. The lowest root fresh weight (0.054 g) of juvenile seedlings were obtained from the interaction of VCL-0

and NaCl-90. Interaction of VCL-10 and NaCl-0 had the highest root fresh weight (0.322 g) of juvenile seedlings (Table 7). In the present study, salt stress considerably reduced root fresh and dry weights of juvenile seedlings. Similarly, Bilgili (2016) reported that salt stress decreased root fresh and dry weights in juvenile seedlings of some bread wheat genotypes. The present study showed that VCL improved root fresh and dry weights of juvenile seedlings as reported by Kaya and Erdönmez (2020) in soybean and Başay and Alpsoy (2019) in pepper juvenile seedlings. As length, fresh and dry weights of juvenile seedling, negative cell division and growth decrease root length, fresh and dry weights of juvenile seedling.

Table 7. Effects of NaCl concentration and VCL on root length, fresh and dry weights of Hungarian vetch juvenile seedlings

Juvenile Seedling Root Length (cm)					
	NaCl-0	NaCl-30	NaCl-60	NaCl-90	Mean
VCL-0	14.87	12.47	9.37	4.39	10.28d*
VCL-1	15.85	13.01	9.60	5.50	10.99cd
VCL-2.5	16.24	13.80	10.48	6.45	11.74bc
VCL-5	16.56	14.35	11.01	6.57	12.13b
VCL-10	16.82	15.93	11.42	7.88	13.01a

Table 7 (continued). Effects of NaCl concentration and VCL on root length, fresh and dry weights of Hungarian vetch juvenile seedlings

Mean	16.07A	13.91B	10.38C	6.16D	11.63
Juvenile Seedling Root Fresh Weight (g)					
VCL-0	0.256 ^b	0.166 ^d	0.116 ^{g-j}	0.054 ^k	0.148 ^c
VCL-1	0.259 ^b	0.168 ^d	0.122 ^{f-h}	0.069 ^k	0.155 ^c
VCL-2.5	0.270 ^b	0.199 ^c	0.137 ^{e-g}	0.069 ^k	0.169 ^b
VCL-5	0.307 ^a	0.199 ^c	0.145 ^e	0.096 ^j	0.187 ^a
VCL-10	0.322 ^a	0.216 ^c	0.140 ^{e-f}	0.106 ^{h-j}	0.196 ^a
Mean	0.283A	0.190B	0.132C	0.079D	0.171
Juvenile Seedling Root Dry Weight (g)					
VCL-0	0.014	0.007	0.004	0.002	0.007 ^c
VCL-1	0.016	0.008	0.005	0.003	0.008 ^c
VCL-2.5	0.018	0.014	0.010	0.007	0.012 ^b
VCL-5	0.020	0.012	0.010	0.008	0.013 ^b
VCL-10	0.021	0.015	0.010	0.009	0.014 ^a
Mean	0.018A	0.011B	0.008C	0.006D	0.011

* Different letters in columns and rows indicate that the averages of the applications tested differed significantly ($p < 0.05$).

In conclusion, as the number of researches regarding the effects of VCL and salinity on seed germination studies is limited, the present study can be an important reference in terms of revealing the stimulating attribute of VCL and inhibiting attribute of salinity on the germination and various parameters of Hungarian vetch plant. The alleviative and regulatory effect of VCL appeared mostly in its 5% and 10% dose applications during the germination and juvenile seedling of Hungarian vetch, moderately sensitive to salt stress.

ÖZET

Amaç: Türkiye’de ve dünyada önemli yem bitkisi olan Macar fiğın tohumlarının çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine sıvı solucan gübresinin tuz stresi altında iyileştirici etkileri değerlendirilmiştir.

Yöntem ve Bulgular Laboratuar ve sera koşullarında iki deneme üç yinlemeli tesadüf blokları deneme desenine göre tesis edilmiştir. Denemelerde, kontrol (%0), %1, %2.5, %5 ve %10 sıvı solucan gübresi seviyeleri uygulanmış ve kontrol (saf su), 30 mM, 60 mM ve 90 mM NaCl dozları hazırlanmıştır. Laboratuar denemesi sonunda, Macar fiği tohumlarının çimlenme oranı ve indisi ile plumula boyu, taze ve kuru ağırlığı, kökçük boyu, taze ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Sera denemesinde ise, tohumların çıkma oranı, Macar fiğın fide boyu, taze ve kuru ağırlıkları ile fidelerin kök boyu, taze ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir.

Genel Yorum: Macar fiğın çimlenme ve fide aşamasında ölçülen parametreler tuz stresinden olumsuz

etkilenmiştir ama tuz stresinin negatif etkileri uygulanan sıvı solucan gübresinin miktarındaki artış nedeniyle azalmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışma, Macar fiği bitkisinin çimlenmesi ve farklı parametreleri üzerine sıvı solucan gübresinin teşvik edici özelliği ile tuzun engelleyici etkisini ortaya koyma açısından önemli bir referans olabilir. Sıvı solucan gübresinin iyileştirici ve düzenleyici etkisi tuz stresine orta düzeyde duyarlı olan Macar fiğın çimlenme ve fide döneminde çoğunlukla %5 ve %10 doz uygulamalarında ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Macar fiği, çimlenme, fide gelişimi, tuz toleransı, sıvı solucan gübresi.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was prepared by using data from Master’s Thesis titled “The Effect of Liquid Vermicompost on Salt Stress during Germination and Seedling of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica*) Plants”.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest. The none of the authors have any competing interests in the manuscript.

AUTHOR’S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Açıkgöz E (2013) Yem bitkileri yetiştiriciliği. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları Hayvancılık Serisi. Yayın No:8.
- Adda A, Regagba Z, Latigui A, Merah O (2014) Effect of salt stress on α -amylase activity, sugars mobilization and osmotic potential of *Phaseolus vulgaris* L. seeds var. 'Cocorose' and 'Djadida' during germination. J. Biol. Sci. 14: 370-375.
- Akıncı İF, Çalışkan Ü (2010) Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. Ekoloji 19: 164-172.
- Anonymous (2009) Bionat üstün nitelikli solucan gübresi. Agrostar, Antalya.
- Asci OO (2011) Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. Afr. J. Biotechnol. 10: 8774-8781
- Ayyobi H, Olfati JA, Peyvast GA (2014) The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. Int. J. Recycl. Org. Waste Agric. 3: 147-153.
- Başay S, Alpsoy HC (2019) Biber (*Capsicum annuum* L. var. Sürmeli) tohumlarına yapılan vermikompost çayı ön uygulamasının çimlenme parametreleri ve fide kalite özelliklerine etkisi. Alatarım 18: 23-29.
- Bidabadi SS, Dehghanipoodeh S, Wright GC (2017) Vermicompost leachate reduces some negative effects of salt stress in pomegranate. Int. J. Recycl. Org. Waste Agric. 6: 255-263.
- Bilgili D (2016) Bazı ekmeçlik buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 72 s.
- Bozcuk S (1991) Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz toleransı sınırlarının saptanması. Doğa-Biyoloji Dergisi 15: 144-151.
- Bressan RA (2008) Bitki Fizyolojisi. pp. 591-620. In: Taiz, L. & Zeiger, E. (Eds.), Stres Fizyolojisi, Ankara, Palme Yayıncılık, 690p.
- Cebeci H (2017) Değişik fosforlu gübre dozlarının bazı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) çeşitlerinde tohum verimi ve verim öğelerine etkisi. Ph.D. Thesis, Ankara University, Department of Field Crops, 88 p.
- Çiçek N (2021) Kadife (*Tagetes erecta*) çiçeğinin bazı kalite ve gelişim parametrelerine yarasa gübresi ve vermikompostun etkileri. J. Agric. Biotech. 2: 24-31.
- Day S, Uzun S (2016) Farklı tuz konsantrasyonlarının yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenme ve ilk gelişim dönemlerine etkileri. TURJAF 4: 636-641.
- Demir I, Mavi K, Ozcoban M, Okcu G (2003) Effect of salt stress on germination and seedling growth in serially harvested aubergine (*Solanum melongena* L.) seeds during development. Isr. J. Plant Sci. 51: 125-131.
- Demir Z, Işık D (2019a) Comparison of different cover crops on DTPA-extractable micronutrients in hazelnut and apple orchards. TURJAF 6: 137-147.
- Demir Z, Işık D (2019b) The comparative effects of different cover crops on DTPA extractable micronutrients in orchards with loam and clay textured soils. JAFAG 36: 107-116.
- Ekiz H, Altınok S, Sancak C, Sevimay CS, Kendir H (2011) Tarla bitkileri (yem bitkileri çayır ve mera). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:1588. 457p.
- Ekmekçi E, Apan M, Kara T (2005) Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. J. of Fac. of Agric. OMU 20: 118-125.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E (2018) Effects of different salt concentrations on the germination properties of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) cultivars. TURJAF 5: 175-179.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E, Çelikleş N (2017) Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. MKU J. Agric. Sci. 22: 10-18.
- Glenn EP, Brown JJ, Khan MJ (1997) Mechanisms of salt tolerance in higher plants. pp. 83-110. In: Basra, A.S. & Basra, R.K (Eds.), Harwood Academic Publishers.
- Hidalgo PR, Matta FB, Harkess RL (2006) Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. HortScience 41: 1474-1476.
- ISTA (1996) International rules for seed testing. Seed Science Technology, 24. Supplement.
- Jabeen N, Ahmad R (2017) Growth response and nitrogen metabolism of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to vermicompost and biogas slurry under salinity stress. J. Plant Nutr. 40: 104-114.
- Kaya AR, Erdönmez HK (2020) Farklı kökenli gübre form ve dozlarının soya fasulyesinin (*Glycine max.* (L.) Merrill) tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisi. Tr. Doğa ve Fen Derg. 9: 73-79.
- Munns R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681.
- Oral E, Altuner F, Tunçtürk R, Baran İ (2020) Gibereleik asit (GA₃) ön uygulamasına tabi tutulmuş kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumunda tuz (NaCl) stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23: 123-134.
- Parida AK, Das AB (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: A Review. Ecotoxicol. Environ. Saf. 60: 324-349.

Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23: 7-18.

Twidwell AK, Johnson KD, Cherney JH, Ohm HW (1987) Forage yield and quality of soft red winter wheats and a winter triticale. Appl. Agric. Res. 2: 84-88.

Wang YR, Yu L, Nan ZB, Liu YL (2004) Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. Crop Sci. 44: 535-541.



Elma (*Malus domestica*) ağaçlarından elde edilen endofitik fungusların elma çoklu sürgün fitoplazma hastalığı (*Candidatus Pytoplasma mali*) üzerine etkinliklerinin belirlenmesi

Determination of the efficacy of endophytic fungi obtained from apple (*Malus domestica*) trees on apple proliferation phytoplasma disease (*Candidatus Pytoplasma mali*)

Şefika YAVUZ¹ , Mona GAZEL² , Fatih Mehmet TOK² , Kadriye ÇAĞLAYAN² 

¹Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antakya, Hatay.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1027919](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1027919)

Geliş tarihi /Received:24.11.2021

Kabul tarihi/Accepted:03.02.2022

Keywords:

Malus domestica, pytoplasma, apple proliferation phytoplasma, fungal endophytes, control.

^{*} Corresponding author: Şefika YAVUZ

✉: sefika.yavuz@tarimorman.gov.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: Purpose of this study was to determine the efficacy of endophytic fungi in biological control of Apple Proliferation (AP) Phytoplasma Disease (*Candidatus Pytoplasma mali*). Thus, it was aimed to provide the opportunity to develop different control strategies against the disease agent, which is practically not possible to control chemically.

Methods and Results: A total of 50 different orchards were visited to search for the presence of AP and fungal endophyte isolates. For phytoplasma disease 360 samples and for fungal endophytes 198 samples were collected from healthy and symptomatic trees. Of the 360 apple samples which were tested against phytoplasma, 29 were found to be infected with 'Ca. P. mali'. Endophyte fungi species were isolated from healthy and 'Ca. P. mali' infected apple trees. Morphological and molecular diagnosis and also pathogenicity studies were carried out with the isolated fungi. The efficacy of *Epicoccum nigrum*, *Aureobasidium pullulans* and *Ulocladium consortiale*, which were the most commonly isolated endophyte fungi from healthy apple trees, were investigated against AP disease. It was determined that each fungus isolate affected the AP disease intensity at different levels, the highest effect belonged to *A. pullulans*, and it decreased the AP disease intensity with an effect value of 34.18% after the application.

Conclusions: Possible biological control applications are very important because there is no chemical control of AP disease which is on the quarantine list. *Aureobasidium pullulans* was found to reduce the phytoplasma density more than the other 2 different endophyte fungus species inoculated on trees infected with AP. Therefore, *A. pullulans* could be a biological control agent which can be used in the AP disease control.

Significance and Impact of the Study: In this study, the effects of endophyte fungi, which are biological control agents, on AP disease in apples were investigated for the first time in Turkey and important preliminary findings were obtained in the development of disease control strategies.

Atif / Citation: Yavuz Ş, Gazel M, Tok FM, Çağlayan K (2022) Elma (*Malus domestica*) ağaçlarından elde edilen endofitik fungusların elma çoklu sürgün fitoplazma hastalığı (*Candidatus Pytoplasma mali*) üzerine etkinliklerinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 71-78. DOI: 10.37908/mkutbd.1027919

GİRİŞ

Yumuşak çekirdekli meyveler içerisinde kullanım ve yararları açısından önemli bir yeri olan elma, her mevsim farklı çeşit yetiştirilebilme olanağına sahip, besin maddelerince oldukça zengin bir meyvedir. Günümüzde Türkiye'nin hemen her bölgesinde elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye'nin 171 bin hektar alan ile %3,3'lük üretim alanını kapsadığı bilinmektedir. Üretim miktarlarına bakıldığında ise dünya elma üretiminin 87 milyon ton civarında olduğu ve Türkiye'nin yaklaşık 3.6 milyon ton üretim ile %2.4'lük paya sahip olduğu görülmektedir (Anonim, 2017). Türkiye'de 2020 yılı verilerine göre elma üretimi bir önceki yıla oranla %18 artmış, 1.709.032 dekar alanda 66.476 adet meyve veren ağaç sayısı ile 4.300.486 ton değerine ulaşmıştır (Anonim, 2020).

Sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zarar yapan ve ekonomik anlamda oldukça önemli kayıplara neden olan fitoplazmalar bitkilerin floem dokusuna kolonize olan ve vektör böceklerle taşınarak nesilden nesile aktarılabilen patojenlerdir. Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında zarar yapan ve etmeni '*Candidatus* Phytoplasma mali' olan Elma Çoklu Sürgün Fitoplazma (EÇSF) hastalığı elma ağaçlarının en önemli hastalıklarından biri olmasının yanı sıra EPPO'nun karantina listesinde de bulunmaktadır (Anonim, 2009). Elma ağaçlarında simptomsuz ve simptomsuz olarak bulunabilen bu etmen, simptomsuz ağaçların yapraklarında kızıldan sarıya kadar değişen renklenmelere, büyümede gerilemeye, meyve oluşumunda azalmalara, yaprak stipüllerinde anormal büyümelere, rozetleşmelere ve özellikle 'cadı süpürgesi' olarak tabir edilen simptomsuz hastalıklara neden olmaktadır (Seemüller ve Schneider, 2007). Fitoplazma hastalığı ile bulaşık bahçelerde hastalığı tedavi etmeye yönelik herhangi bir mücadele yöntemi bulunmamakla birlikte, fitoplazmaların taşınmasında etkili rol oynayan vektör böcekleri kontrol altına alacak kimyasal mücadele yöntemleri ile fitoplazma bulaşmaları önlenmeye çalışılmaktadır. EÇSF hastalığı ilk olarak İtalya'da saptanmış (Rui ve ark., 1950), bununla birlikte hastalığın uzun yıllardan bu yana Avrupa kıtasında birçok ülkede elma üretim alanlarında ciddi sorunlara neden olduğu bildirilmiştir (Seemüller ve Schneider, 2004). Ülkemizde ise son yıllarda Akdeniz bölgesinde, Ankara, Yalova ve Niğde'de testlenen sınırlı sayıda örnekte hastalık etmeni tespit edilmiştir (Canik ve Ertunç, 2007; Sertkaya ve ark., 2008; Dağtekin, 2009).

Yapılan bu çalışma ülkemizde elma ağaçlarının doğal florasında bulunan fungal endofitlerin EÇSF'ye etkileri ile ilgili ilk çalışmadır. Planlanan bu çalışma ile elma

ağaçlarında EÇSF hastalığına neden olan '*Candidatus* Phytoplasma mali'nin moleküler testlerle belirlenerek karakterizasyonunun yapılması, elma sürgün ve yapraklarından izole edilen fungal endofitlerin hem elmada hem de model bitki olarak bilinen Cezayir menekşesi (*Catharanthus roseus*)'nde EÇSF hastalığına karşı biyolojik mücadele etkinliğinin saptanması ve böylece fitoplazma hastalıklarına karşı mücadele olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın patojen materyali olan EÇSF için Mersin, Adana, Niğde, Isparta, Hatay, Karaman illerinde fitoplazma belirtisi gösteren elma ağaçlarından sürgün ve yaprak örnekleri toplanmıştır. Fitoplazma gruplarını temsil eden izolatlara ait pozitif kontrol DNA örnekleri Dr. X. Foissac (INRA, Fransa) ve Dr. A. Bertaccini (İtalya)'dan temin edilmiş, sağlıklı GF-305 yaprakları negatif kontrol olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Enfekteli bitki materyallerinin temini

Örnekleme elma yetiştirilen alanların %1'ini temsil edecek şekilde elma ağaçlarından sürgün ve yaprak olarak toplanmıştır. Aynı bahçelerdeki gerek sağlıklı gerekse hastalık belirtisi gösteren elma ağaçlarından endofit fungusların izolasyonu için de her ağacın dört yanını temsil edecek şekilde örnekleme yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970). Alınan örnekler ayrı ayrı polietilen poşetlere konularak etiketlenmiş, buzluklar içerisinde DNA izolasyonu yapılmak üzere laboratuvara getirilmiştir.

Fungus kültürlerinin izolasyonu ve patojenisitesi

Endofit fungus izolasyonu Liu ve ark. (2001)'nin önerdikleri yöntemle göre gerçekleştirilmiş, kullanılan ortamda herhangi bir gelişme olup olmayacağını gözlemlemek amacıyla hiçbir ekim yapılmadan ortama saf su ilave edilerek iç kontrol uygulaması yapılmıştır. Fungus teşhisleri, Barac ve ark. (2004)'nin önerdikleri kriterlere göre koloni morfolojisi ve miselyumları ile konidiosporlarının mikroskop altında incelenmesiyle cins düzeyinde yapılmıştır. Cins düzeyinde teşhisi yapılan fungusların patojenisiteleri elma fidanlarından alınan yapraklar kullanılarak tamamlanmış, patojen özellik gösteren funguslar elenmiştir.

Nükleik asit izolasyonları, PCR ve RFLP analizleri

Araziden toplanan bitki materyallerinin DNA izolasyonu Doyle ve Doyle (1990)'e göre yapılmıştır. Ekstrakte edilen

DNA'lardan fitoplazma teşhisi iki aşamalı PCR yöntemi ile yapılmıştır. İlk aşamada (Direkt-PCR) 1800 bp ürün veren P1 (Deng ve Hiruki, 1991) / P7 (Smart ve ark., 1996) primer çiftleri; ikinci aşamada (Nested-PCR) ise 1050 bp ürün veren F01 / R01 (Lorenz ve ark., 1995) primer çiftleri kullanılmıştır. Reaksiyon karışımı 10XPCR buffer (100mM Tris-HCl, pH 8.3, 500 mM KCl, % 0.01 gelatin), 1.5 mM MgCl₂, 250 µM dNTP'ler, 20 pmol primerler, 2 ünite *Taq* polimeraz'dan oluşmuştur. Direkt-PCR döngüsü; 94°C'de 2 dakika denaturasyondan sonra, 94°C'de 1 dakika, 57°C'de 2 dakika ve 72 °C'de 3 dakikadan oluşan 35 döngüyü takiben 72°C'de 10 dakikadan oluşmuştur. Direkt-PCR'da 1/30 oranında sulandırılan PCR ürününden 1µl alınarak 24 µl'lik nested PCR reaksiyon karışımına eklenmiştir. Nested-PCR döngüsü 94°C'de 2 dakika denaturasyondan sonra, 94°C'de 30 saniye, 55°C'de 30 saniye, 72°C'de 1 dakikadan oluşan 35 döngüyü takiben 72°C'de 5 dakika olacak şekilde yapılmıştır (Lee ve ark., 1998). PCR ürünleri %1.2'lik agaroz jel elektroforez işlemine tabi tutularak görsel hale getirilmiştir.

RFLP analizleri % 2'lik agaroz jelde *SspI* ve *RsaI* restriksiyon endonükleaz enzimleri ile gerçekleştirilmiştir. Referans izolatlar ve farklı fitoplazma gruplarına ait izolatlar kullanılarak oluşan bant profilleri (Lee ve ark., 1998) yorumlanmış ve '*Ca. P. mali*' ile enfekteli izolatlar belirlenmiştir.

Fungusların DNA izolasyonu ise Lecellier ve Silar (1994)'in önerdikleri yöntemle yapılmıştır. Ekstrakte edilen DNA'lardan endofit teşhisi ITS1/ITS4 (Gardes ve Bruns, 1993) primer çifti kullanılarak yapılmıştır. PCR aşamasında nükleik asitlerden 1 µl alınarak 24 µl'lik reaksiyon karışımına eklenmiştir. Reaksiyon karışımı 10XPCR buffer (100mM Tris-HCl, pH 8.3, 500 mM KCl), 1.5 mM MgCl₂, 200 µM dNTP'ler, 0.4 µM primerler, 0.625 ünite *Taq* polimeraz'dan oluşmuştur. PCR döngüsü; 94°C'de 2 dakika denaturasyondan sonra, 94°C'de 1 dakika, 54°C'de 1 dakika ve 72°C'de 1 dakikadan oluşan 38 döngüyü takiben 72°C'de 10 dakikadan oluşmuştur. PCR ürünleri %1.2'lik agaroz jel elektroforez işlemine tabi tutularak görsel hale getirilmiştir. Endofit olma olasılığı olan fungus izolatlarının PCR ürünleri sekans analizine gönderilmiş ve gelen dizilerin NCBI'da BLAST sonuçları değerlendirilmiştir.

Elma çoklu sürgün fitoplazması-endofit fungus etkinliği çalışmaları

Yapılan fungus izolasyonları, patojenisite çalışmaları ve moleküler analizler sonucunda endofit olduğu belirlenen izolatların inkübasyonunun ardından gelişen ve spor oluşturan endofit adayı funguslar, PDA'lardan kazınarak steril saf su içerisine alınmıştır. Saf su içerisinde spor

varlığına bakılmış ve spor yoğunluğu "Thoma lamı" ile 10⁶ spor/ml'ye ayarlanmıştır. Periyodik analizler sonucunda '*Ca. P. mali*' ile enfekteli bulunan ağaçlarda dallar tek tek numaralandırılmış ve her ağacın 4 farklı yönünden örnek alınmıştır. Alınan her dal tek bir örnek olarak kabul edilmiştir. PCR analizleri sonucunda pozitif sonuç veren dallar üzerine endofit fungus inokulasyonu arazi koşullarında gerçekleştirilmiştir. Fitoplazma pozitif sonuç veren dallarda bistüri yardımıyla yaralar açılmış ve spor süspansiyonları dallara fırça yardımı ile bulaştırılmıştır. Uygulama yapılan dallar tek tek etiketlenmiş, üzeri poşet ile örtülmüş ve poşetlerde delikler açılarak hava alması sağlanmıştır. Pozitif bulunan dallardan bir tanesi kontrol olarak uygulama yapılmadan bırakılmıştır. Enfekteli dalların endofit funguslar ile inokulasyonu sonrası 3-4 haftalık inkübasyon süresi beklenmiş ve inokulasyonun gerçekleştirildiği örnekler üzerinde re-izolasyon çalışmaları tamamlanmıştır (Savocchia ve ark., 2007).

Uygulama yapılan dallarda Real-time PCR yöntemi kullanılarak uygulama öncesi ve sonrası patojen yoğunluk değerleri arasında kıyaslama yapılmış ve endofit fungusların bulaşık dallardaki EÇSF yoğunluğunu etkileme oranları döngü eşik değerine göre belirlenmiştir.

Gerçek zamanlı PCR (Real Time PCR) analizleri

'*Ca. P. mali*' izolatlarındaki hedef nükleik asit miktarları ve nükleik asit miktarlarındaki değişimleri fitoplazma spesifik TaqMan yöntemi kullanılarak Real-time PCR (qPCR) analizleri ile belirlenmiştir (Christensen ve ark., 2004).

Elma çoklu sürgün fitoplazması-endofit fungus etkinliği analizleri

DNA izolasyonları yapılan örneklerin nandrop ile ölçümleri yapılarak son sulandırma konsantrasyonlarındaki yoğunluklar birbirine yakın olacak şekilde (210-280ng/2µl) ayarlanmıştır. Aynı yoğunluktaki fitoplazma ile enfekteli, endofit fungus uygulanmış ve kontrol olarak bırakılan örneklerin Real-time PCR analizi sonucunda "cycle quantification (Cq)" değerleri arasında farklılıklar olup olmadığı değerlendirilmiştir.

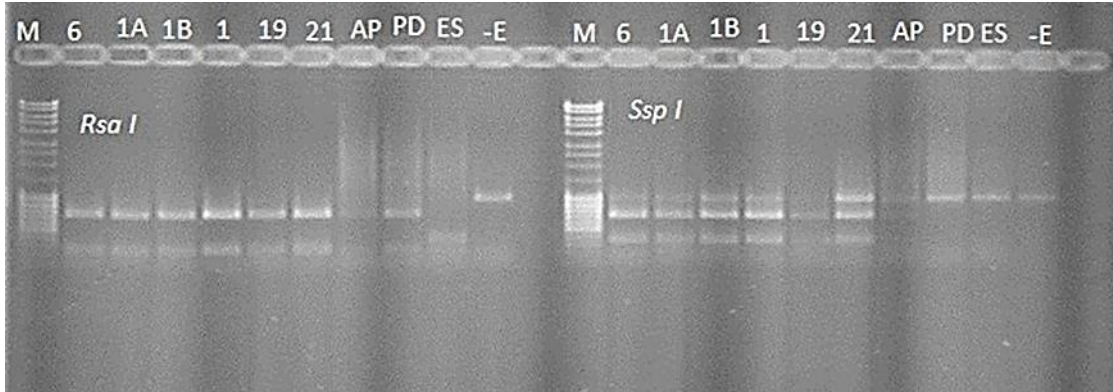
Endofit fungus uygulama öncesi ve sonrası elde edilen döngü eşik değerlerinin (Cq) ortalamaları alınmış, uygulama öncesi ve sonrası değerler ile kontrol değerlerinin % değişim değerleri belirlenmiştir. Ayrıca % değişim değerleri kullanılarak uygulama yapılan izolatların % etki değerleri Sun-sheperd formülü ile hesaplanmıştır (Karman, 1971).

Veri analizlerinin hesaplanmasında SPSS (Version 23) paket programı kullanılarak elde edilen ortalama verilere ANOVA tek etken varyans analizi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı illerde 50 bahçe gezilerek 360 adet bitki örneği toplanmış, alınan örnekler 'Ca. P. mali' tespiti için 2 aşamalı Nested-PCR ve RFLP yöntemleri ile analiz

Ortalamalar arasındaki olası farklılıklar %5 önem seviyesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak değerlendirilmiştir (Karman, 1971). edilmiştir. PCR analizleri sonucunda 360 bitkiden 29 tanesi fitoplazma ile enfekteli bulunmuş ve yapılan RFLP analizleri sonucunda tüm izolatların referans izolatlar ile benzer bant profiline sahip olduğu ve tamamının 'Ca. P. mali' olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

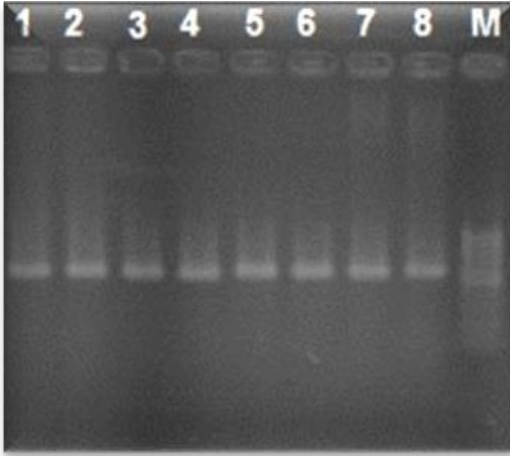


Şekil 1: Farklı illerden alınan elma örneklerinden elde edilen fitoplazma streynlerinin 16SrDNA'sının RFLP profillerinin agaroz jel (%2) elektroforezi; F01/R01 primerleri ile çoğaltılmış Nested-PCR ürünleri, RsaI ve SspI restriksiyon enzimleri ile kesilmiştir. M: Moleküler marker, 6, 1A, 1B, 1, 19, 21: testlenen elma örnekleri, AP: Elma Çoklu Sürgün Fitoplazması, PD: Armut Yıkım Fitoplazması, ES: Avrupa Sert Çekirdekli Meyve Sarılık Fitoplazması: Pozitif kontroller, W: Su kontrol

Figure 1. Agarose gel (2%) electrophoresis of RFLP profiles of 16Sr DNA from phytoplasma strains of apple samples taken from different provinces; Nested-PCR products amplified with F01/R01 primers were digested with restriction enzymes RsaI and SspI. M: Molecular marker, 6, 1A, 1B, 1, 19, 21: apple samples tested, AP: Apple Proliferation Phytoplasma, PD: Pear Decline Phytoplasma, ES: European Stone Fruit Yellow Phytoplasma: Positive controls, W: Water control

Endofit fungus çalışmalarında 'Ca. P. mali' ile enfekteli bitkilerin yanı sıra hiçbir hastalık belirtisi göstermeyen elma bitkileri de kullanılmıştır. Farklı illerde 38 bahçe gezilerek 198 ağaçtan örnek alınmıştır. Endofit fungus izolasyonu sonucunda elde edilen fungal izolatlardan farklı morfolojik gelişimlere sahip örnekler saflaştırılıp

cins düzeyinde teşhisleri yapılmıştır (Barac ve ark., 2004). Endofit olma olasılığı olan aday endofit izolatların patojenite testi tamamlanarak patojen özellik gösteren izolatlar elenmiştir. Endofit olduğu düşünülerek çalışmaya devam edilen fungal izolatların PCR ve sekans analizleri yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Fungusların rDNA-ITS gen bölgesini çoğaltan ITS1/ITS4 primer çifti kullanılarak gerçekleştirilen RCR analizlerinin agaroz jel elektroforez görüntüsü. M: Moleküler markör 1-8: fungus örnekleri

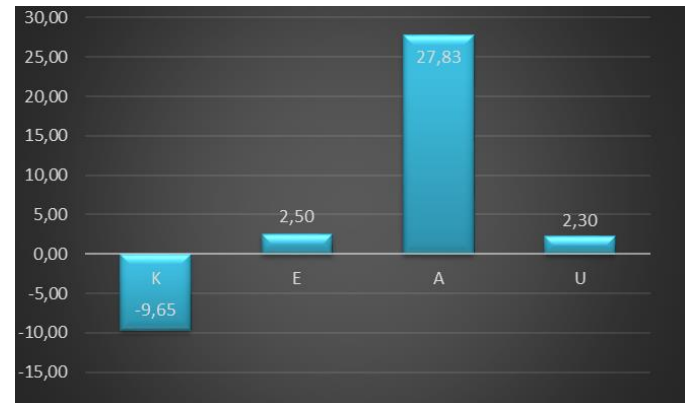
Figure 2: Agarose gel electrophoresis image of PCR analysis using ITS1/ITS4 primer pair that amplifies the rDNA-ITS gene region of fungi. M: Molecular marker 1-8: samples of fungi

Sekans analiz sonuçlarına göre elde edilen baz dizilerinin NCBI'da BLAST analizleri yapılmış ve sonuçta 3 farklı endofit türü belirlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında elma ağaçlarından izole edilen endofit fungusların *Epicoccum nigrum*, *Aureobasidium pullulans* ve *Ulocladium consortiale* olduğu tespit edilmiştir. Nested-PCR analizleri ile testlenen elma örnekleri arasında fitoplazma pozitif bulunanlar Real-time PCR (quantitative PCR, qPCR) analizine de tabi tutulmuştur. Yapılan qPCR analizlerinde çalışılan tüm örneklerin son sulandırma konsantrasyonları nanodrop ölçümleri ile birbirine yakın olacak şekilde ayarlanmış (210-280ng/2µl) ve Cq değerleri kaydedilmiştir. Endofit fungus inokulasyonu ve re-izolasyon çalışmalarının ardından fitoplazma ile enfekteli bu örnekler yeniden qPCR analizleri yapılmış ve oluşan Cq değerleri kaydedilmiştir.

Yapılan çalışmalarda endofit fungus inokulasyonu öncesi ve sonrasında elde edilen Cq değerleri arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Endofit inokulasyonundan önce fitoplazma ile enfekteli olduğu bilinen örneklerin Cq değerleri daha düşük çıkmıştır. Fungus inokulasyonu sonrası elde edilen Cq değerlerine bakıldığında ise enfekteli örneklerde replikasyonların birçoğunun daha geç döngülerde başladığı görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda Cq döngü değerlerindeki değişimler baz alınarak DNA konsantrasyonlarında mevcut patojen yoğunluğunda değişimler meydana geldiği ve endofit fungus inokule edilen örneklerdeki hedef fitoplazma patojen yoğunluğunun azaldığı, bunun yanında hiç uygulama yapılmayan fitoplazma enfekteli

örneklerdeki patojen yoğunluğunun arttığı ve bu durumun döngü sayılarını etkilediği kanısına varılmıştır. Endofit fungusların EÇSF enfekteli örnekler inokulasyonu öncesi ve sonrası elde edilen ortalama Cq değerleri üzerinden % değişim, % etki oranları hesaplanmış ve ANOVA tek etken varyans analizi kullanılarak oluşan değerler kontrol ile karşılaştırılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Analizler sonucu elde edilen ortalama Cq değerleri kullanılarak % değişim oranları hesaplanmıştır (Karman,1971). Yapılan hesaplamalarda inokulasyonlar sonucunda daha yüksek Cq değerine sahip olan, daha geç dönmeye başlayan eğrilerde eğilim pozitif olarak hesaplanırken daha erken dönmeye başlayan, daha düşük Cq değerlerinde eğilim negatif olarak kabul edilmiştir. Elde edilen oranlara bakıldığında uygulanan endofit fungus izolatlarından *A. pullulans*, *E. nigrum* ve *U. consortiale* % değişiminin pozitif eğilim gösterdiği ve değerlerin sırasıyla % 27,83, % 2,5 ve 2,30'luk değere sahip olduğu görülmüştür. Kontrolde bakıldığında ise eğilimin negatif olarak gerçekleştiği ve % 9,65'lik bir değişim oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3).

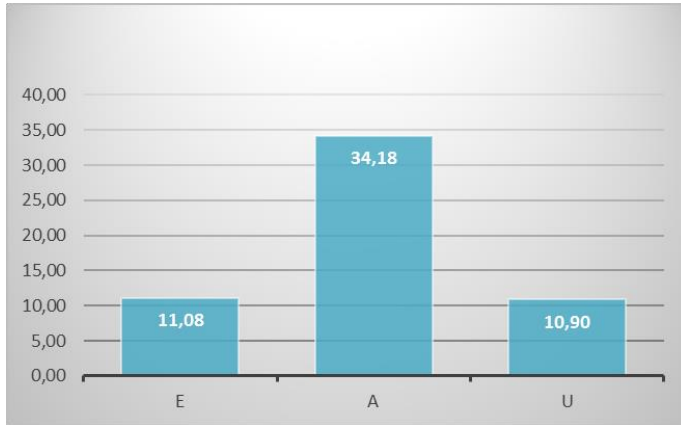


Şekil 3: Endofit fungus inokulasyonu öncesi ve sonrası alınan ortalama Cq değerleri ile elde edilen % değişim oranları, K: Kontrol, E: *Epicoccum nigrum* izolatı, A: *Aureobasidium pullulans* izolatı, U: *Ulocladium consortiale* izolatı

Figure 3: Percentage change rates obtained with mean Cq values taken before and after endophyte fungus inoculation, K: Control, E: *Epicoccum nigrum* isolate, A: *Aureobasidium pullulans* isolate, U: *Ulocladium consortiale* isolate

izolatların % değişim oranları kullanılarak uygulanan Sunsherd formülü ile hesaplanan % etki değerlerine bakıldığında ise uygulanan izolatlarda etki oranının *E. nigrum* için % 11,08, *U. consortiale* içinse % 10,90 gibi yakın ve düşük seviyelerde kaldığı görülmüş, bunun yanında *A. pullulans* uygulanan örneklerde belirlenen

etki oranının ise % 34,18'e ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Endofit fungus izolatlarının % değişim oranları kullanılarak uygulanan Sun-sheperd formülü ile hesaplanan % etki değerleri, E: *Epicoccum nigrum* izolati, A: *Aureobasidium pullulans* izolati, U: *Ulocladium consortiale* izolati

Figure 4. The % effect values calculated with the Sun-sheperd formula applied using the % change ratios of the endophyte fungus isolates, E: *Epicoccum nigrum* isolate, A: *Aureobasidium pullulans* isolate, U: *Ulocladium consortiale* isolate

Endofit fungus uygulaması öncesi ve sonrası elde edilen ortalama döngü eşik değerlerine bakıldığında kontroldeki ortalama Cq değerlerinin 24,23'den 21,89'a gerilediği görülmüştür. Cq değerlerindeki bu gerilemenin hedef patojenin ilk miktarı ile orantılı olması sonucu patojen yoğunluğunun artmasından dolayı meydana geldiği kanısına varılmıştır. Kontrolde elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında *E. nigrum* ve *U. consortiale* izolatlarında uygulama sonrası döngü sayılarının arttığı görülmüştür. *E. nigrum* için 20,95 olan değer 21,48'e; *U. consortiale* için 23,14 olan değer 23,68'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Daha geç dönemde oluşan döngü değişimi ve döngü eşik değerinin artması ile döngü sayılarındaki bu yükselmenin patojen yoğunluğunun azalmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. En önemli değişimin *A. pullulans* izolatında olduğu ve uygulama öncesi 24,10 olan ortalama Cq değerinin uygulama sonrası 30,81'e yükseldiği belirlenmiştir. Bu yükselişin kontrol olarak kullanılan örnekteki değişimin tam tersine olacak şekilde hedef patojendeki yoğunluk azalışından olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 5).

Kullanılan endofit izolatları karşılaştırıldığında EÇSF hastalığının biyolojik mücadelesi kapsamında hedef patojen etmenin yoğunluğuna olan etkilerine bakıldığında 3 izolatın da etkili olduğu, *A. pullulans* endofit izolatının diğer izolatlara oranla çalışma

kapsamında daha ümit-var sonuçlar verdiği ve hedef patojen yoğunluğunu azaltmada etkinliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 3 fungal endofit kıyaslandığında en yüksek etkinin *A. pullulans*'a ait olduğu, fitoplazma yoğunluğunu uygulama sonrası %34,18 etki değeri ile azalttığı belirlenmiştir. Musetti ve ark., 2011 yılında 'Ca. P. mali' ile enfekteli Cezayir menekşelerine bağlardan elde ettikleri fungal endofitleri inokule ederek yaptıkları çalışmada kullandıkları endofit izolatlarından *Epicoccum nigrum* inokule edilmiş bitkilerin semptom şiddetinde azalmalar görüldüğünü belirlemişlerdir.



Şekil 5. Endofit fungus inokulasyonu öncesi ve sonrası alınan ortalama Cq değerleri, turuncu sütunlar: uygulama öncesi alınan değerler, mavi sütunlar: uygulama sonrası alınan değerler, K: Kontrol, E: *Epicoccum nigrum* izolati, A: *Aureobasidium pullulans* izolati, U: *Ulocladium consortiale* izolati

Figure 5. Mean Cq values taken before and after endophyte fungus inoculation, orange columns: values before application, blue columns: values obtained after application, K: Control, E: *Epicoccum nigrum* isolate, A: *Aureobasidium pullulans* isolate, U: *Ulocladium consortiale* isolate

Sonuç olarak, söz konusu hastalığın kimyasal mücadelesinin olmayışı ve karantina listelerinde yer alması nedeni ile olası biyolojik mücadele uygulamaları oldukça önem arz etmektedir. Elma ağaçlarından izole edilen fungal endofitlerin hastalık yoğunluğuna olan etkileri belirlenerek EÇSF hastalığına karşı olası biyolojik mücadele çalışmaları araştırılmıştır. Enfekteli ağaçlara yapılan fungal endofit inokulasyonu sonrasında *A. pullulans* izolatının etmenin yoğunluğunu azalttığı belirlenmesi hastalıkla mücadele çalışmaları açısından önemli bir adım olmuştur. Hiçbir ilaçlı mücadelesi olmayan EÇSF hastalığına karşı ümit-var sonuçların elde edildiği bu çalışma hastalık kontrolü ve yayılımının önlenmesi açısından önemli bir basamak olabilecektir. Fungal endofitler ile fitoplazma

hastalıklarının etkileşimi, hastalığı etkileyen mekanizmaların aydınlatılması ile ülkemiz açısından önemli bir ürün olan elma yetiştiriciliğinde tehlike arz eden, verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkileyen fitoplazma hastalıkları için mücadele olanakları sağlanabilecektir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Elma Çoklu Sürgün Fitoplazma Hastalığı (EÇSF) (*Candidatus* Phytoplasma mali)'nin biyolojik mücadelesinde endofitik fungusların etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece pratikte kimyasal mücadele olanağı olmayan hastalık etmenine karşı farklı kontrol stratejileri geliştirilebilme olanağının sağlanması hedeflenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: EÇSF ve endofit fungus izolasyonları için toplam 50 farklı bahçe gezilerek fitoplazma testleri için 360 ağaçtan, endofit funguslar için ise hem sağlıklı hem de fitoplazma ile enfekteli 198 ağaçtan bitki örneği toplanmıştır. Fitoplazma açısından testlenen 360 örnekten 29 tanesi '*Ca. P. mali*' ile enfekteli bulunmuştur. '*Ca. P. mali*' ile enfekteli ve sağlıklı elma ağaçlarından endofit fungus türleri izole edilmiş, bu fungusların morfolojik ve moleküler tanısı ile birlikte patojenisite çalışmaları yapılmıştır. Sağlıklı elma ağaçlarından en yaygın olarak izole edilen endofit funguslardan *Epicoccum nigrum*, *Aureobasidium pullulans*, *Ulocladium consortiale*'nin EÇSF hastalığına karşı etkinlikleri incelenmiştir. Her bir fungus izolatının EÇSF hastalık yoğunluğunu farklı düzeylerde etkilediği, en yüksek etkinin *A. pullulans*'a ait olduğu ve EÇSF hastalık yoğunluğunu uygulama sonrası %34,18 etki değeri ile azalttığı belirlenmiştir.

Genel Yorum: EÇSF hastalığının etkili bir kimyasal mücadelesinin bulunmaması ve etmenin karantina listesinde yer alması nedeniyle olası biyolojik mücadele uygulamaları oldukça önemlidir. EÇSF ile enfekteli ağaçlara inokule edilen 3 farklı endofit fungus türünden *Aureobasidium pullulans*'in fitoplazma yoğunluğunu diğer 2 etmene göre daha fazla azaltmasından dolayı *A. pullulans* hastalıkla mücadelede kullanılabilir biyolojik mücadele ajanı olabilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışma ile biyolojik mücadele ajanı olan endofit fungusların elmalarda EÇSF hastalığı üzerine etkileri Türkiye'de ilk kez araştırılmış ve hastalığın kontrol stratejilerinin oluşturulmasında önemli ön bulgular elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Malus domestica*, elma çoklu sürgün fitoplazması, endofit fungus, kontrol.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından finansal yönden desteklenmiştir (TAGEM-BS-13/08-03/02-15).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Anonim (2009) Yönetmelik. Tarım ve Köyişleri Bakanlığında Zirai Karantina Yönetmeliği, Apple proliferation phytoplasma, Resmi Gazete (Sayı: 27137).<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090210-11.htm>
- Anonymous (2017) FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#compare> (Erişim tarihi: 1.10.2019).
- Anonim (2020) TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Merkezi Dağıtım Sistemi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 01.10.2019).
- Barac T, Taghavi S, Borremans B, Provoost A, Oeyen L, and Colpaert, J.V, Vangronsveld J, Van Der Lei D (2004) Engineered endophytic bacteria improve phytoremediation of water-soluble, volatile, organic pollutants. *Nat. Biotechnol.* 22: 583-588.
- Bora T, Karaca I (1970) Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No:167.
- Canik D, Ertunç F (2007) Distribution and molecular characterization of apple proliferation phytoplasma in Turkey. *Bull. Insectology* 60(2): 335-336.
- Christensen N M, Nicolaisen M, Hansen M, Schulz A (2004) Distribution of phytoplasmas in infected plants as revealed by real-time PCR and bioimaging. *Mol. Plant Microbe Interact.* 17(11): 1175-84.
- Dağtekin Ş (2009) Akdeniz Bölgesi'ndeki iki elma koleksiyon parselinde elma çoklu sürgün fitoplazma hastalığının (*Candidatus* Phytoplasma mali) moleküler yöntemlerle tanınması. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34s.
- Deng S, Huriki C (1991) Amplification of 16S rRNA genes from culturable and nonculturable Mollicutes. *J. Microbiol. Methods* 14(1): 53-61.

- Doyle JJ, Doyle JL (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-15.
- Gardes M, Bruns TD (1993) ITS primers with specificity for basidiomycetes: Application to the identification of mycorrhizae and rust. *Mol. Ecol.* 2: 113-118.
- Karman M (1971) Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü, İzmir Bornova, 279.
- Lecellier G, Silar P (1994) Rapid method for nucleic acid extraction from petri dishgrown mycelia. *Curr. Genet.* 25: 122-123.
- Lee IM, Gundersen DE, Davis RE, Bartoszyk IM (1998) Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology* 48: 1153-1169.
- Liu CH, Ziu WX, Lu H, Tan RX (2001) Antifungal activity of *Artemisia annua* endophyte cultures against phytopathogenic fungi. *J. Biotechnol.* 88: 77-282.
- Lorenz KH, Schneider B, Ahrens U, Seemüller E (1995) Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification of ribosomal and nonribosomal DNA. *Phytopathology* 85: 771-776.
- Musetti R, Grisan S, Polizzotto R, Martini M, Paduano C, Osler R (2011) Interactions between '*Candidatus Phytoplasma mali*' and the apple endophyte *Epicoccum nigrum* in *Catharanthus roseus* plants. *J. Appl. Microbiol.* 110: 746-756.
- Rui D, Ciferri R, Refatti E (1950) La virosi degli "scopazzi del melo" nel Veronese. *Notiziario delle Malattie delle Piante* 13: 7-11.
- Savocchia S, Steel CC, Stodart BJ, Somers A (2007) Pathogenicity of *Botryosphaeria* species isolated from declining grapevines in sub tropical regions of Eastern Australia. *Vitis* 46(1): 27-32.
- Seemüller E, Schneider B (2004) '*Candidatus Phytoplasma mali*', '*Candidatus Phytoplasma pyri*' and '*Candidatus Phytoplasma prunorum*', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European Stone fruit yellows, respectively. *Int. J. Syst. Evol.* 54: 1217-1226.
- Seemüller E, Schneider B (2007) Differences in virulence and genomic features of strains of '*Candidatus Phytoplasma mali*', the apple proliferation agent. *Phytopathology* 97(8): 964-970.
- Sertkaya G, Martini M, Osler R (2008) First report of *Candidatus Phytoplasma mali* in Turkey. *J. Plant Pathol.* 90(1): 143-149.
- Smart CD, Schneider B, Blomquist CL, Guerra LJ, Harrison NA, Ahrens U, Lorenz KH, Seemüller E, Kirkpatrick BC (1996) Phytoplasma-specific PCR primers based on sequences of the 16S-23S rRNA spacer region. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 2988-2993.



Mersin ili Silifke ilçesinde yer alan domates seralarında görülen bakteriyel hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi

Determination of the prevalence of bacterial diseases in tomato greenhouses in Silifke district of Mersin province

Mehmet SERİN¹ , Sümer HORUZ¹ 

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Talas-Kayseri, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1026011](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1026011)

Geliş tarihi / Received: 19.11.2021

Kabul tarihi / Accepted: 03.02.2022

Keywords:

Silifke, tomato, bacterial disease, prevalence, identification.

✉ Corresponding author: Sümer HORUZ

✉: shoruz@erciyes.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: In this study, tomato bacterial disease surveys were conducted through 130 individual tomato growing greenhouses located in Silifke district of Mersin province and disease prevalence in the survey region was evaluated. Additionally, a questionnaire was carried out to analyse the awareness of the farmers about plant protection and plant bacterial diseases.

Methods and Results: Among surveyed greenhouses, several infected plant samples showing chlorosis and necrosis on leaves, wilt, stem rot and pith necrosis were obtained individually from 39 greenhouses. A total of 317 putative pathogenic bacterial strains were isolated from diseased plants collected from 31 greenhouses. Among them, 109 plant pathogenic bacterial strains were identified using LOPAT, physiological, biochemical and PCR tests. It is concluded from the questionnaire that farmers are commonly faced to plant pests, more likely familiar with fungal disease symptoms, however, they are unaware of the causal agent as bacterium in greenhouses. The prevalence of bacterial diseases in tomato growing greenhouses in Silifke district was recorded as 23.8% during surveys. In the inspected greenhouses, the bacterial speck disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* was determined as the most prevalent species (17.7%). Bacterial cancer and wilt disease caused by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* was found in the region at a rate of 1.54% and soft rot disease agent *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* at a rate of 1.5% in the region.

Conclusions: It is observed in the study that the pathogenic bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* is still a major threat for tomato growing in greenhouses.

Significance and Impact of the Study: In this study, the awareness on tomato bacterial diseases of farmers in the region was increased and the importance of sanitation for a better bacterial disease management was revealed.

Atıf / Citation: Serin M, Horuz S (2022) Mersin ili Silifke ilçesinde yer alan domates seralarında görülen bakteriyel hastalıkların yaygınlıklarının belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 79-87. DOI: 10.37908/mkutbd.1026011

GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* Mill.) anavatanı Orta Amerika ile Güney Amerika'nın kuzey kesimleri olan,

Solanaceae familyası içerisinde yer alan önemli bir kültür bitkisidir. Ülkemizde domates yetiştiriciliği ilk olarak Adana ilinde yapılmıştır (Şeniz, 1992). Domates taze veya işlem görmüş şekilde tüketilebilen bir sebzedir.

Konserve, domates suyu, turşu, salça, kurutulmuş domates ve ketçap olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’de üretilen domatesin yaklaşık %25-30’u işlenmekte, kalan miktar taze olarak tüketilmektedir (Ertürk ve Çirka, 2015).

Dünyada 4,762,457 hektar alanda 182,256,458 ton domates üretilmektedir. Çin 61,631,581 ton üretimi ile en fazla domates üreten ülkedir. Türkiye ise 12,150,000 ton üretim ile dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2018).

Ülkemizin bütün bölgelerinde domates yetiştiriciliği yapılmaktadır. Örtü altı domates yetiştiriciliğinde sadece sofralık çeşitlerin turfanda üretimi yapılmaktadır. Tarla koşullarında domates yetiştiriciliğinde ise sanayi ve sofralık çeşitlerin üretimi yapılmaktadır. Örtü altı sebze yetiştiriciliği, birim alandan yüksek verim ve gelir elde edilmesi ve aynı zamanda bitkisel üretimi yılın her mevsimine yayarak yıl içerisinde düzenli bir iş gücü kullanımı sağlaması nedeniyle tarım sektörümüz içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde 290,256 dekarlık alana kurulu seralarda 4,083,681 ton domates üretilmektedir. Mersin ili 29,652 da alanda 406,880 ton sofralık domates üretimi ile Türkiye’de sofralık domates üretiminde üçüncü sırada yer almaktadır (TUİK, 2019a). Mersin ilinde en fazla örtü altı domates yetiştiriciliği Erdemli ve Akdeniz ilçelerinde yapılırken, Silifke ilçesinde ise 3,151 dekar alanda 31,510 ton örtü altı domates üretimi yapılmaktadır (TUİK, 2019b).

Örtü altı sebze yetiştiriciliğinde kültürel işlemlerin üreticiler tarafından yeterince ve zamanında yapılmaması, sanitasyon önlemlerine özen gösterilmemesi, bitkiler ıslakken sera içerisinde dolaşılması, havalandırmanın yeterince sağlanamaması, üretim alanında drenajın iyi olmaması, dengeli bitki beslemenin yapılmaması gibi nedenlerden dolayı yıllar içerisinde pek çok hastalık ortaya çıkmıştır (Aysan ve Çınar, 2002). Günümüze kadar yapılan araştırmalarda, domates bitkisini 200’e yakın farklı türlere ait bitki patojeni fungal, viral ve bakteriyel etmenlerin hastalandırdığı bildirilmiştir (Chetelat, 2014; Soylu ve ark., 2020; Karnez ve ark., 2021). Bu patojenlerden bitkiye en fazla zarar veren ve ciddi verim kayıplarına neden olan biyotik etmenlerden biri bakterilerdir.

Mersin ilinde araştırmacıların yapmış oldukları farklı çalışmalarda domateslerde bakteriyel yaprak leke etmenlerinden: *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*), yumuşak çürüklük etmenlerinden: *Pectobacterium caratovororum* (*Pcc*) ve *Dickeya chrysanthemi* (*Dch*), öz nekrozu etmenlerinden: *Pseudomonas corrugata* ve *Pseudomonas viridiflava* (Güneş ve Aysan, 2018), bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (*Cmm*)

(Çetinkaya-Yıldız, 2007; Ünlü, 2018), öz nekrozu etmenlerinden *Pseudomonas cichorii* (Aysan ve ark., 2002)’nin varlığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmalarda örneklemelerin daha çok Erdemli ilçesinde yoğunlaştığı görülmüştür. Silifke ilçesi örtü altı domates üretim alanlarında sorun olan bakteriyel hastalıklar ile ilgili detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, Mersin ili Silifke ilçesinde örtü altı domates üretiminde sorun oluşturan bakteriyel etmenlerin izolasyonu, patojen olma özelliklerinin ortaya konması, fenotipik ve moleküler testlerle bakterilerin kesin tanısının yapılması, ilçedeki ve seradaki yaygınlık durumlarının belirlenmesidir. Bu amaçla 2019 ve 2020 yılları Aralık-Mayıs ayları arasında belirli periyotlarla ilçedeki domates seralarına surveyler gerçekleştirilmiş ve hastalıklı bitki örnekleri toplanmıştır. Tanı çalışmalarında klasik tanı yöntemlerinin yanı sıra, türe spesifik primerler kullanılarak PCR testi gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan bitkisel materyaller

Çalışmada, Mersin ilinin Silifke ilçesindeki domates üretim alanlarından elde edilen hastalıklı bitki örnekleri, patojenite çalışmalarında Hazara F1 çeşidine ait domates fideleri, aşırı duyarlılık testleri için tütün (*Nicotiana tabacum* cv. Samsun) ve akşam sefası (*Mirabilis jalapa*) bitkileri, pektolitik aktivite testinde ise taze patates yumruları bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Moleküler çalışmalarda kullanılan kimyasallar, besiyerleri ve primerler

İzolasyon ve saflaştırma çalışmalarında King B besiyeri (King ve ark., 1954), izolatların saklanması için Yeast Ekstrakt Kalsiyum Karbonat Agar (YDCA) besi yerleri kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). PCR çalışmalarında PCR Master Mix (2X), 6x DNA Loading Dye, Water nuclease-free, Agaroz ve TAE buffer kullanılmıştır. Primer olarak *Cmm* için *Cmm5* (5'-GCGAATAAGCCCATATCAA-3') ve *Cmm6* (5'-CGTCAGGAGGTTTCGCTAATA-3') primer çifti, *Pst* için *Pst1* (5'-GGC GCT CCC TCG CAC TT-3) ve *Pst2* (5'-GGT ATT GGC GGG GGT GC-3') primerleri, *Pcc* için *Y1* (5'-TTA CCG GAC GCC GAG CTG TGG CGT-3') ve *Y2* (5'-CAG GAA GAT GTC GTT ATC GCG AGT-3') primerleri kullanılmıştır. Kullanılan primerler Sentegen firmasında sentezlettilerek çalışmada kullanılmıştır.

Yöntem**Üretici anketi**

Mersin ili Silifke ilçesinde domates üretimi yapan 130 çiftçi ile anket çalışması yapılmıştır. Ankette üreticilerin domates üretim alanlarında karşılaştıkları hastalıklar, bitkilere uyguladıkları kimyasallar ve dönemler, sanitasyon önlemleri, bitki koruma açısından sık karşılaştıkları problemler hakkında sorular yöneltilmiştir.

Survey çalışmaları ve bakteriyel hastalıkların yaygınlık durumlarının belirlenmesi

Mersin ili Silifke ilçesi Merkez, Atayurt, Atakent, Arkum, Sökün, Kurtuluş, Çayır, Çeltikçi ve Narlıkuyu mahallelerinde domates yetiştiriciliği yapılan 500 m² den büyük plastik seralar Ocak, Şubat, Mart, Mayıs aylarında gezilmiştir. Sera incelemeleri 15-22.01.2019, 19-26.02.2019, 18-25.03.2019, 10-18.05.2019 ve 01-14.02.2020 tarihlerinde olmak üzere toplam beş kez yapılmıştır. Çalışmada Bora ve Karaca (1970)'nin bölümlü örnekleme yöntemi kullanılmıştır. İncelenen seralardaki domates bitkilerinde yapraklarda sararma, kahverengileşme, genel ya da tek taraflı solgunluk, gövdede yumuşama ve nekroz gibi farklı tipte hastalık belirtisi gösteren bitkilerden örnekler alınmıştır. Toplanan bitki örnekleri Fitopatoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Hastalık etmenlerinin bölgedeki yaygınlığını belirlemek amacıyla survey yapılan sera sayısı bakteriyel hastalık tespit edilen sera sayısına oranlanmıştır. Örnekleme yapılırken her serada tesadüfi olarak 100 bitki sayılmış, seradaki hasta bitki yüzdesi saptanarak hastalığın seradaki yaygınlık oranı tespit edilmiştir.

Domates bakteriyel hastalık etmenlerinin izolasyonu, patojenitesi ve re-izolatların elde edilmesi

Enfekteli bitkinin hastalıklı ve sağlıklı dokusunu içerecek şekilde yaprak, iletim demeti ya da gövde kısmından 2-3 mm büyüklüğünde bitki dokuları steril bir bistüri yardımıyla kesilerek %70 alkol emdirilmiş steril pamuk arasında 30-40 saniye bekletilmiş ve yüzeyden dezenfekte edilmiştir. Hemen ardından doku kısımları steril porselen havanlara aktarılmış ve iyice ezilmişlerdir. İçerisine 2 ml steril saf su eklenmiş ve süspansiyon edilmiştir. Elde edilen süspansiyondan bir öze dolusu alınarak King B besiyerine iki tekrarlı olarak üç çizgi yöntemi ile çizimleri yapılmıştır (Lelliot ve Stead, 1987). Petriler 25°C'de inkübatörde 48-72 saat inkübe edildikten sonra gelişen koloniler incelenmiştir.

Bakteriyel hastalık etmenleri ile enfekteli domates bitkilerinden izole edilen bakteri izolatlarının patojenitesi 3-5 yapraklı dönemde bulunan Hazara F1 çeşidi sağlıklı domates fidelerinde yapılmıştır. İzole edilen saf bakteriler King B besiyerinde geliştirilmiş ve

izolatların bu taze kültürlerinden süspansiyon hazırlanmıştır. Süspansiyonlar spektrofotometrede 600 nm dalga boyunda 0.2 absorbans değerinde 10⁷ hücre mL⁻¹ yoğunluğuna ayarlanmıştır. Ardından yaprağa püskürtme ve gövdeye inokulasyon yöntemleri ile domates bitkilerine inokule edilmiştir. İnokule edilen bitkiler (16 saat ışık, 8 saat karanlık, 27°C sıcaklık, %70-80 nisbi nem) hastalık belirtileri gözleninceye kadar iklim kabininde bekletilmiştir. İnokulasyonlardan yaklaşık 15-30 gün sonra enfekteli bitkilerde oluşan semptomlar değerlendirilmiştir. Belirti gösteren bitkilerden King B besiyerine re-izolasyonlar yapılmış ve böylelikle re-izolatların KOCH Postulatu işlemleri tamamlanmıştır (Öztürk ve ark., 2021).

Biyokimyasal ve fizyolojik testler

Gram reaksiyonu, LOPAT (Levan oluşumu, Oksidaz testi, Patateste pektolitik aktivite, Arginine dehidrolaz testi ve Tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu) testleri, akşam sefasında aşırı duyarlılık, indol üretimi testi ve farklı sıcaklıklarda gelişimlerine göre bakteri izolatları fenotipik olarak karakterize edilmiştir (Lelliot ve Stead, 1987).

Moleküler testler**DNA İzolasyonu ve PCR testi**

Klasik testlere göre *Pst*, *Cmm* ve *Pcc* olabilecekleri düşünülen izolatların tanımlarını desteklemek amacıyla moleküler testler yapılmıştır. Bu amaçla izolatlardan bakteriyel DNA izolasyonu Qiagen (USA) marka DNA izolasyon kiti kullanılarak firmanın belirttiği protokole göre yapılmıştır.

PCR reaksiyonunun içeriği 25 µL olacak şekilde (12.5 µL PCR Master Mix, 1.0 µL Forward ve Reverse primerler (10 pmol), 8.5 µL ultra saf su, 2 µL genomik DNA) hazırlanmıştır. Kontrol tüplerine sadece PCR karışımı eklenmiştir.

PCR testi ile tanı ve elektroforez çalışmaları

Yaprak lekelerinden elde edilen floresan özellikteki bakteri izolatlarında *Pst*'yi tanılamak için Bereswill ve ark. (1994) tarafından geliştirilen ve bakterilerde koronatin toksini üreten gen bölgesini kodlayan primerler ve PCR protokolü kullanılmıştır. Patojen bakteri *Cmm*'in PCR ile tanısında Dreier ve ark. (1995) tarafından geliştirilen *pat-1* bölgesini kodlayan primerler ile türe spesifik PCR yöntemi kullanılmıştır. *Pcc* tanısında ise Darrasse ve ark. (1994) tarafından geliştirilen ve pektolitik enzim üreten bakterilerin *pel* gen bölgesini kodlayan primerler ve PCR protokolü kullanılmıştır.

PCR sonucu elde edilen ürünlerden 8 µL alınarak agaroz jelde (%1.2) ilgili kuyucuklara mikropipetle inokule edilmiştir. Oluşan bantların moleküler ağırlıklarını

belirlemek amacıyla ilk ve son kuyucuğa 100 bp'lik moleküler işaretleyici eklenmiştir. Agaroz jel 110 voltta 70 miliamper akım uygulanarak 2 saat süreyle koşturulmuş, etidyum bromür (10 mg mL⁻¹) ile boyama işleminden sonra oluşan bantlar UV ışığı yayan transliminatörde incelenmiş ve fotoğraflanmıştır. Örneklerde *Pst* tanısı için 650 bp, *Cmm* için 614 bp ve *Pcc* tanısı için 434 bp büyüklüğünde bant varlığı/yokluğu yönünden incelemeler yapılmıştır. Kontrol olarak daha önceki çalışmalarda tanısı tamamlanmış izolatlar kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Üretici anketi

Yapılan sera incelemelerinde üreticilerin büyük çoğunluğunun kışlık dikime uygun Retinto F1 çeşidini tercih ettiği belirlenmiştir. Bu çeşidi özellikle domateste sorun oluşturan çeşitli viral ve fungal hastalıklara dayanıklı olmaması, aynı zamanda soğuğa dayanım göstermesi ve güçlü bitki yapısına sahip olmasından dolayı tercih ettiklerini paylaşmışlardır. Üreticilerin karşılaştıkları bitki koruma sorunlarının daha çok zararlılar olduğu, bunu hastalıkların izlediği bildirilmiştir. Üreticilerin çoğunun hastalık belirtilerini tanıdığı, bu belirti tiplerine göre yerel isimler verdikleri (*Pst*'ye yağlı kanser, *Cmm*'e yan felci), ancak hastalığa bir bakterinin neden olduğunu bilmedikleri tespit edilmiştir. Hastalıkların sera içine bulaşmasında ve yayılmasında önemli faktörlerden biri insandır. İncelenen seralarda kendilerinin haricinde, teknik eleman ya da dışardan gelen birinin seraya hastalık getirebileceğinin farkında olan üreticiler olduğu gözlenmiş, survey sırasında bazı seralara giriş yapılmasına izin vermeyen üreticiler ile karşılaşmıştır. Sera büyüklüğüne göre üreticilerin büyük çoğunluğunun 1-2 dekarlık alanda üretim yapması ve aile işletmesi şeklinde sadece 1-2 kişinin serada tüm işlemleri yapıyor olması nedeniyle hastalıkların bulaşması ve yayılmasında değişkenlik görülmüştür. Özellikle kültürel işlemlerden budama esnasında büyük çoğunluğunun makas kullanmadığı ve makas dezenfeksiyonu için sodium hipoklorit gibi ucuz bir dezenfektanı kullanmadıkları, ancak budama esnasında eldiven kullandıkları anket verilerine yansımıştır. Üreticilerin büyük çoğunluğu toprak analizi yaptırmadığını ve en fazla 16-8-24 (N-P-K) gübresini kullandıklarını, ayrıca hastalıklara dayanımı arttırdığı için potasyumlu ve kalsiyumlu gübreleri de kullandıklarını ifade etmişlerdir. Yapılan sera incelemelerinde üreticiler özellikle gövdede görülen hastalıklara karşı gövdeye taş koyarak bakterili öz suyu akıttıklarını ifade etmişlerdir. Yanlış bilinen bu yöntemle hastalık etmenini serada yaydıkları

görülmüştür. Sanitasyon önlemlerinde üreticilerin hastalıklı bitki örneklerini seradan uzaklaştırmak yerine %56 gibi büyük bir kısmı sera içerisinde, bitki kalıntılarını seradan uzaklaştıran üreticilerin de %43 oranında olduğu görülmüştür. İncelenen seralarda bakır içerikli preparatları fungal ve bakteriyel hastalık etmenlerine karşı kullandıkları görülmüştür. Uygulama dönemleri sorulduğunda ise büyük çoğunluğu hastalığı görmeden koruyucu amaçlı bakırlı preparatları uyguladıklarını belirtmişlerdir. Ancak bu preparatları çiçeklenme dönemine kadar uygulamaları nedeniyle bakteriyel hastalıklarla kimyasal mücadelede yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Domates seralarında bakteriyel hastalıkların yaygınlıkları

Çalışma kapsamında Mersin ili Silifke ilçesinde domates üretimi yapılan 130 sera beş farklı tarihte incelendiğinde, ilk sera incelemesi olan 15-22.01.2019 tarihlerinde 15 adet serada herhangi bir bakteriyel hastalığa rastlanmamıştır. İkinci sera incelemesi 19-26.02.2019 tarihleri arasında 25 serada yapılmış ve bu seraların 10 tanesinde bakteriyel hastalıklar tespit edilmiştir. Bu hastalıklı seralarda, sera içi hastalık oranı yaprak lekesi %5-20, bakteriyel kanser ve solgunluk %1 olarak tespit edilmiştir. Üçüncü sera incelemeleri olan 18-25.03.2019 tarihlerinde 32 sera incelenmiş ve 12 tanesinde bakteriyel hastalıklara rastlanmıştır. Bu hastalıklı seralarda sera içi hastalık oranı yaprak lekesi %10-100 ve gövde çürüklüğü %3 olarak tespit edilmiştir. Dördüncü sera incelemeleri 10-18.05.2019 tarihleri arasında 48 serada yapılmış ve seralardan 7 tanesinde bakteriyel hastalığa rastlanmıştır. Bu hastalıklı seralarda sera içi hastalık oranı yaprak lekesi %5-90 ve gövde çürüklüğü %2 olarak tespit edilmiştir. Beşinci ve son sera incelemeleri 01-14.02.2020 tarihleri arasında 10 serada yapılmış ve 2 tanesinde bakteriyel hastalığa rastlanmıştır. Bu hastalıklı seralarda sera içi hastalık oranı yaprak lekesi %3-84, bakteriyel kanser ve solgunluk %2 olarak tespit edilmiştir. Surveyi gerçekleştirilen 130 farklı seranın 31 tanesinde (%23.8) bakteriyel hastalıklar gözlenmiştir. Bakteriyel benek hastalığının bölgede bulunma oranı %17.7 olarak saptanmış, hastalığın bölge için hala önemli bir tehdit olduğu görülmüştür. Bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının bölgedeki bulunma oranı %1.54 ve *Pcc* ise %1.5 oranında bölgede bulunmuştur. Mersin ilinin Silifke ilçesinde örtü altı domates üretiminde hastalık oluşturan bakteriyel etmenlerin yaygınlık oranı %23.8 olarak bulunmuştur. Hastalıklı 39 farklı seradan alınan bitki örneklerinden, bakteriyolojik yöntemlere göre King B besiyerine yapılan izolasyonlarda 87 tane farklı tip ve renkte koloni yapısına

sahip bakteri izolatları saflaştırılmıştır. İzole edilen izolatlar YDCA besiyerine alınarak +4 °C'de ileri çalışmalarda kullanılmak üzere saklanmıştır.

Hastalık etmenlerinin patojenite testi ve re-izolatların eldesi

Hastalıklı bitkilerden elde edilen 87 farklı izolat ile patojenite çalışması yapılmıştır. Yapıktan elde edilen izolatlar yaprağa püskürtme yöntemi ile, iletim demeti ve gövdeden alınan izolatlar gövdeye steril enjektör yardımı ile tek bir noktadan inokule edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda 87 adet bakteri izolatının domates bitkisinde patojen olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlardan 76 tanesi yapraklarda kloroz ve nekroz, 5 tanesi bitkide tek taraflı solgunluk, gövde ve iletim demetinde renk değişimi ve 6 tanesi gövde çürüklüğü belirtisine neden olmuştur.

Biyokimyasal ve fizyolojik testler

Domates bitkisinde patojen olan 87 izolatın 82 tanesinin gram negatif, 5 tanesinin ise gram pozitif olduğu tespit edilmiştir. İzolatlardan 76'sı sü krozu kullanarak levan tipte mukoid koloniler oluşturmuştur. Yapılan oksidaz testinde izolatların hiçbiri sitokrom oksidaz enzimini üretmemiştir. Gövde çürüklüğüne neden olan 6 izolat patatesi pektolite etmiş, ancak bu izolatların indol üretmedikleri tespit edilmiştir. Arginin dehidrolaz testinde ise bütün izolatlar negatif sonuç vermiştir. Re-izolatlar tütün bitkisinin yapraklarının iki damar arasına inokule edildiğinde 82'si inokulasyon yerinde 24 saat sonra su emmiş ve hafif çökük alanlar oluşturmuştur. *Cmm* olabileceği düşünülen gram pozitif ve sarı renkli 5 izolat ise akşam sefası bitkisinin yapraklarının iki damar arasına inokule edildiğinde inokulasyon yerinde 24 saat sonra su emmiş ve hafif çökük alanlar oluşturmuştur.

Mersin ilinin Silifke ilçesinde örtü altında domates üretimi yapılan alanlardan toplanan örneklerden izole edilen patojen bakterilerin tanısında kullanılan fizyolojik ve biyokimyasal test sonuçlarına göre bölgede 3 farklı bakteriyel patojen tanılanmıştır. Survey yapılan 23 farklı üreticinin seralarından toplanan ve tanılanan gram negatif özellikteki yaprak leke patojeni 76 adet izolat LOPAT 1a (+----) grubunda yer almış ve *Pst* oldukları tespit edilmiştir.

Tanılanan diğer bir patojen ise EPPA A2 karantina listesinde yer alan bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı etmeni *Cmm* olmuştur. Elde edilen 5 adet *Cmm* re-izolatı gram pozitif özellik göstermiş ve akşam sefası bitkisinde aşırı duyarlılık reaksiyonu pozitif sonuç vermiştir.

Yumuşak çürüklüğe neden olan 6 adet *Pcc* izolatı ise gram negatif özellikte, patateste pektolitik aktivite ve tütünde HR testleri pozitif (--++) sonuç vermiştir. Bu

bakterilerin indol üretmediği de görülmüştür. Ayrıca bu izolatlar 27 °C ve 33.5 °C'de gelişmiş, 37 °C ve 39 °C'de gelişim göstermemiştir.

Moleküler testler

Fizyolojik ve biyokimyasal test sonuçlarına göre 76 adet izolat agaroz jelde 650 bp büyüklüğünde bant oluşturmuş ve *Pst* olarak tanılanmışlardır. Beş *Cmm* izolatı agaroz jelde 614 bp büyüklüğünde bantlar oluşturmuş ve *Cmm* oldukları PCR testiyle de teyit edilmiştir. Son olarak altı *Pcc* izolatı da agaroz jelde 434 bp büyüklüğünde bantlar oluşturmuş ve *Pcc* olarak tanılanmıştır.

Türkiye'de en fazla üretimi yapılan sebzelerin başında domates gelmektedir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Mersin ili domates üretiminde önemli bir paya sahiptir. Domates üretimi Mersin ilinde hem örtü altında turfanda hem de yaylalarda yazın tarla üretimi olarak yapılmaktadır. Mersin ilinde örtü altı domates yetiştiriciliği ağırlıklı olarak Erdemli ve Silifke ilçelerinde yapılmaktadır. Sera yetiştiriciliğinin çiftçiler tarafından tercihini artmasıyla birlikte domateslerde biyotik ve abiyotik kaynaklı sorunlar da artmaktadır. Gerekli kültürel işlemlerin tam yapılamaması, hastalık ile bulaşık fidelerin kullanılması, sürekli monokültür tarım yapılması, seraların yeterince havalandırılmaması ve drenajının iyi olmaması, bitkiler ıslak iken kültürel işlemlerin yapılması, serada çalışan insanların uzun süre aynı kıyafetleri giymesi, bilinçsiz gübreleme ve ilaçlama yapılması, bitki artıklarının sera içerisinde veya yakınında bırakılması domates hastalıklarının oluşmasına ve sera içerisinde yayılmasına sebep olmaktadır. Ülkemiz dahil birçok ülkede yapılan araştırmalarda birçok araştırmacı bakterileri de içine alan 200'e yakın bitki patojeninin domatesi hastalandırıldığını rapor etmiştir (Chetelat, 2014). Gerek ülkemizde, gerekse farklı ülkelerde yetiştirilen domates bitkilerinde yapılan araştırmalarda en fazla ekonomik kayıplara neden olan etmenler olarak *Pseudomonas* ve *Xanthomonas* cinslerine ait patojenler bildirilmiştir (Basim ve ark., 2004; Aysan ve ark., 2005b; Popović ve Ivanović, 2015; Mensi ve ark., 2018; Aktepe 2021; Karnez ve ark., 2021). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Mersin'de özellikle Erdemli ilçesinde domateslerde görülen bakteriyel hastalıklarla ilgili 1970'li yıllardan günümüze kadar farklı araştırmacılar tarafından tamamlanmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde 1980 yılına kadar *Pst* ve *Cmm* izole edilmiş (Çınar, 1980), 2000'li yıllarda ise bunlara ilaveten öz nekrozu etmenleri (*Pseudomonas corrugata*, *P. viridiflava*, *Pseudomonas* sp. *P. mediterranea*) ile gövde çürüklüğü etmenlerinin (*Pectobacterium carotovorum* ve *Dickeya chrysanthemi*) varlığı

bildirilmiştir (Üstün ve Saygılı, 2001; Aysan ve ark., 2002). Mersin ili Erdemli ilçesindeki domates seralarında görülen hastalıklar ile ilgili genellikle Adana iline yakın olmasından dolayı Çukurova Üniversitesi'nde görev yapan araştırmacılar tarafından çalışma yapılmış ve en güncel çalışmanın 2017 yılında tamamlandığı görülmüştür. Ancak yapılan literatür araştırmaları sonucunda Mersin ili Silifke ilçesinde seralarda yetiştirilen domateste hastalık oluşturan bakteriyel etmenler üzerine sadece 2018 yılında bir çalışmaya rastlanmış (Ünlü, 2018), bu çalışmada ise Silifke'nin tek bir mahallesindeki tarladan izolat temin edildiği, hastalığın yaygınlık durumunun çalışılmamış olduğu görülmüştür. Tüm ilçeyi dikkate aldığımızda özellikle seralarda domateste görülen bakteriyel hastalıklar ve bu hastalıkların yaygınlıkları konusunda kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan bu kapsamlı survey çalışmasında, Mersin ili Silifke ilçesinde yoğun olarak serada domates üretimi yapılan dokuz farklı mahalleden bakteriyel hastalık belirtisi gösteren bitki örnekleri toplanmıştır. Yapılan izolasyon ve tanı çalışmaları ile 76 adet izolat *Pst*, beş izolat *Cmm* ve altı izolat ise *Pcc* olarak tanılanmıştır. Domates bitkisinde bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı etmeni *Cmm* EPPO A2 karantina listesinde yer almaktadır (EPPO, 2020). Bu hastalık ülkemizde domates üretimi yapılan tüm bölgelerde görülmektedir. Tokgönül (1998)'in bildirdiğine göre ilk olarak İç Anadolu Bölgesi'nde saptanmıştır. Ardından günümüze kadar pek çok bölgede varlığı rapor edilmiştir (Çınar, 1980; Karaca ve Saygılı, 1982; Şahin ve ark., 2002; Basım ve ark., 2004; Belgüzar 2014). Mersin ili Erdemli ilçesinde farklı araştırmacılar *Cmm* bakterisini izole etmiş ve tanılamışlardır (Çınar, 1980; Çetinkaya-Yıldız, 2007; Güneş, 2017; Ünlü, 2018). Yaprak leke etmenlerinden *Pst*'nin neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığı Mersin ilinin Erdemli ilçesinde (Aysan, 1999; Güneş, 2017; Cemen ve ark., 2018; Karabüyük ve ark., 2014) farklı yıllarda izole edilmiş ve tanılanmıştır. Silifke ilçesinde yapılan tez çalışmasında domateste sorun olan bakteriyel etmenlerin büyük çoğunluğunu *Pst*'nin oluşturduğu görülmüştür.

Anket sonuçlarımız ile çiftçilerin bakteriyel hastalıkları bilmedikleri ve temizlik önlemlerinde yetersiz kaldıkları tespit edilmiştir. Bizim çalışma bulgularımıza benzer şekilde Gaffaroğlu (2018) Erdemli ilçesinde domates seralarında üreticilerin bakteriyel hastalıkları pek tanımadığını, kültürel işlemler esnasında eldiven kullanıp, ancak, makas ve el temizliğine pek dikkat etmediklerini vurgulamıştır. Bitki bakteri hastalıkları ile bitki besleme ve gübreleme arasında ilişki bulunduğunu çiftçilerin pek çoğu vurgulamış ve bu nedenle seralarda

çoğunlukla hastalıklara dayanımı arttırdığı için potasyumlu ve kalsiyumlu gübreleri kullandıklarını ifade etmişlerdir. Aynı şekilde Güneş (2017) Erdemli ilçesinde yürüttüğü surveylerde aynı durumla karşılaşmış ve çiftçilerin hastalıklara dayanımda kalsiyumlu ve yaprak gübreleri tercih ettiklerini bildirmiştir. Yapılan sera incelemelerinde üreticilerin gövdede görülen hastalıklarda gövdeye taş koyarak bakteriyel öz suyu akıttıkları görülmüştür. Bölgede yaptıkları surveylerde aynı durumdan Aysan ve ark., (2002), Güneş (2017) ve Gaffaroğlu (2018) bahsetmiş ve bu tez çalışması ile de doğru bilinen yanlış yöntemin hala geleneksel şekilde devam ettiği gözlenmiştir.

Yumuşak çürüklük etmenleri domates üretim alanlarında ciddi zararlara neden olmaktadır. En büyük zararı ise örtü altı domates yetiştiriciliğinde yapmaktadırlar. Yumuşak çürüklük etmenlerinden *Pcc* ve *Dch* Türkiye'de ilk kez 1994 yılında Doğu Akdeniz Bölgesindeki domates seralarında tespit edilmiştir (Aysan ve ark., 2005a). Mersin ilindeki *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* ve *Dickeya chrysanthemi* etmenlerinin yaygınlık oranı %24-32 olarak bildirilmiştir (Aysan ve Çınar, 2001). Aysan ve ark. (2005a) ilerleyen yıllarda yapmış oldukları bir çalışmada yumuşak çürüklük etmenlerinin yaygınlık durumunun %25 olduğunu bildirmişlerdir. Güneş (2017) Mersin ilinin Erdemli ilçesinde yapmış olduğu tez çalışmasında 2 adet *Pectobacterium carotovorum*, 5 adet *Dickeya chrysanthemi* izolatı elde etmiş, yaygınlık durumlarını ise sırasıyla %6 ve %2 olarak tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmada ise Silifke ilçesinde 2 farklı üreticinin serasından 5 adet *Pectobacterium carotovorum* izole edilmiş ve tanılanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma ile Mersin ili Silifke ilçesinde serada domates üretimi yapan çiftçilerde bakteriyel hastalıkları tanımları konusunda farkındalık yaratılmıştır. Ayrıca seralarda temizlik önlemlerine dikkat etmeleri gerektiği konusunda bilgiler paylaşılmıştır. Surveyler sonucunda bakteriyel kara benek hastalığının yoğunluklu olarak seralarda bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle bölgede bulunan seraların pek çoğunun modern olmayışı ve serada nem kontrolünün sağlanamaması nedeniyle bakteriyel hastalıklarla mücadelede başarılı olunamayacağı aşikârdır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Mersin ili Silifke ilçesinde yer alan örtü altında domates üretimi yapılan 130 serada bakteriyel hastalık surveyi gerçekleştirilmiş ve hastalıkların ilçe düzeyinde yaygınlık durumları tespit edilmiştir. Ayrıca, örtü altında domates üretimi yapan

üreticilere anket çalışması yapılarak bitki koruma ve bakteriyel hastalıklar konusundaki bilinç düzeyleri analiz edilmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Sera incelemeleri sırasında yapraklarda kloroz, nekroz, bitkide solgunluk, gövdede yumuşama ve nekrozlar gibi hastalık belirtisi gösteren 39 farklı seradan örnekler alınmıştır. Çalışmada 31 farklı seradan 317 adet bakteriyel izolat elde edilmiştir. Survey alanlarını temsilen izole edilen bakterilerden 109 tanesi seçilerek LOPAT, çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal testler ve PCR çalışmaları ile tanıları yapılmıştır. Ankete göre üreticilerin daha çok zararlılarla karşılaştığı, hastalık belirtilerini tanıdıkları, ancak hastalığa bakterinin neden olduğunu bilmedikleri tespit edilmiştir. Silifke ilçesinde örtü altında domates üretimi yapılan alanlarda farklı türlere ait bakteriyel etmenlerin yaygınlık oranı %23.8 olarak bulunmuştur. Bölgede incelenen seralarda %17.7 yaygınlık oranı ile bakteriyel benek hastalığı etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* en yaygın tür olarak belirlenmiştir. Bu etmeni %1.54 yaygınlık oranı ile bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* ile %1.5 yaygınlık oranı ile yumuşak çürüklük hastalık etmeni *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* türleri izlenmiştir.

Genel Yorum: Bölgeden en fazla izole edilen ve tanılanan bakteriyel benek hastalığı etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun seralarda domates üretimini hala tehdit etmeye devam ettiği gözlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışma ile bölgede domates yetiştiriciliği yapan üreticilerin bakteriyel hastalıklar konusundaki farkındalığı artırılmış, bakteriyel hastalıklarla mücadelede sanitasyon önlemlerinin önemi bir kez daha ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Silifke, domates, bakteriyel hastalık, yaygınlık, tanı.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmıdır ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (FYL-2019-9570) desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aktepe BP (2021) Domateste bakteriyel benek hastalığının biyolojik mücadelesinde farklı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların etkisi. MKÜ Tar. Bil. Derg. 26: 355-364.
- Anonymous (2018) Food and Agriculture Organization of United Nation Statistic Data. <http://faostat.fao.org>, (Erişim tarihi: Nisan 2020).
- Aysan Y (1999) Domates bakteriyel kara leke hastalığının (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) tanımlanması. ırklarının belirlenmesi ve kimyasal savaşıma alternatif yöntemlerin saptanması üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, 105 s.
- Aysan Y, Çınar Ö (2001) Doğu Akdeniz Bölgesi domates seralarında bakteriyel gövde nekrozu hastalığının yaygınlığı ve bu seralarda yapılan gözlemler. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi, Tekirdağ, 3-8 Eylül 2001, 51-56s.
- Aysan Y, Çınar Ö (2002) Tohum kökenli *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya karşı antagonistlerin etkisi. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi, Erzurum 4-7 Eylül, 2002, 409-416s.
- Aysan Y, Yıldız N, Ülke G, Çınar Ö, Yücel F, Yıldız-Çetinkaya R (2002) Doğu Akdeniz Bölgesi domates seralarında gövde nekrozuna neden olan bakteriyel hastalık etmenlerinin saptanması, epidemiyolojileri ve entegre mücadelesi üzerine araştırmalar. Tübitak Araştırma Projesi (Proje no: 2364) Sonuç Raporu, 126s.
- Aysan Y, Cetinkaya-Yildiz R, Saygili H, Sahin F (2005a) Present status of bacterial stem rot on tomato in Turkey. 1st International Symposium on Tomato Diseases, June 21-24, 2004, Orlando, Florida, pp 97-100.
- Aysan Y, Mirik M, Çetinkaya Yıldız R, Küsek M (2005b) *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun yayılmasında tohum kökenli inokulumun rolü. Türkiye II. Tohumculuk Kongresi, Kasım 9-11, 2005, Adana, 353s.
- Basim H, Basim E, Jones J, Minsavage G, Dickstein E (2004) Bacterial spot of tomato and pepper caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* in the Western Mediterranean region of Turkey. Plant Dis. 88: 85.
- Belgüzar S (2014) Tokat İlinde Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Yaygınlığı ve Etmenin (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) Tanılanması. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 158s.

- Bereswill S, Bugert P, Völksch B, Ullrich M, Bender CL Geider K (1994) Identification and relatedness of coronatine-producing *Pseudomonas syringae* pathovars by PCR analysis and sequence determination of the amplication products. Appl. Environ. Microbiol. 60: 2924-2930.
- Bora T, Karaca İ (1970) Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No:167, E.Ü. Matbaası, Bornova, İzmir, 80s.
- Cemen A, Saygılı H, Horuz S, Aysan Y (2018) Potential of bacteriophages to control bacterial speck of tomato (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). Fresenius Environ. Bulletin 27: 9366-9373.
- Chetelat RT (2014) Tomato diseases, pests and disorders, In: Compendium of tomato diseases and pests (Eds. Jones JB, Zitter TA, Momol TM, Miller S), APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. pp 1-5.
- Çetinkaya-Yıldız R (2007) Domates bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis Et. Al.'nin tanınması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, 173s.
- Çınar Ö (1980) Bakteriyel domates solgunluğu hastalığı (*Corynebacterium michiganense* (Erwin. F. Smith) Jensen)'nin tanımı, savaş yöntemleri ve etmene karşı dayanıklı domates çeşitleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, 160s.
- Darrasse A, Priou S, Kotoujansky A. Bertheau Y (1994) PCR and restriction length polymorphism of a *pel* gene as a tool to identify *Erwinia carotovora* in relation to potato diseases. Appl. Environ. Microbiol. 60: 1437-1443.
- Dreier J, Bermpohl A. Eichenlaub R (1995) Southern hybridization and PCR for specific detection of phytopathogenic *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Phytopathol. 85: 462-468.
- EPPO (2020) European and Mediterranean Plant Protection Organization. https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list, (Erişim tarihi: December 2020).
- Ertürk EY, Çirka M (2015) Türkiye'de ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi (KDAB)'nde domates üretimi ve pazarlaması. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi 25: 84-87.
- Gaffaroglu S (2018) Farklı bitki besleme programlarının domates gövde çürüklüğü (*Pectobacterium carotovorum*) hastalığına etkisi. Yüksel Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, 67s.
- Gunes M, Aysan Y (2018) Tomato bacterial diseases in plastic greenhouses and fields in Mersin, Turkey, In: V International Symposium on Tomato Diseases: Perspectives and Future Directions in Tomato Protection. Acta Hort. 1207. pp. 311-314.
- Güneş M (2017) Mersin ili Erdemli ilçesinde seralarda yetiştirilen domateslerde görülen bakteriyel etmenlerin tanısı ve yaygınlığı. Yüksel lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, 97s.
- Karabüyük F, Kirli MM, Horuz S, Aysan Y (2014) Adana'da domateslerde fidelik ve tarlada sorun olan tohum kökenli bakteriyel hastalıklar. 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, Ekim, 19-23 2014, Diyarbakır 682-684s.
- Karaca İ Saygılı H (1982) Batı Anadolu'nun bazı illerinde domates ve biberde görülen bakteriyel hastalıkların oranı, etmenleri ve konukçu çeşitlerinin duyarlılığı üzerine araştırmalar. III. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 12-15 Ekim 1982, Adana 182-192.
- Karnez E, Güldoğan Ö, Ercan N, Korkmaz K, Aysan Y (2021) Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermikompost uygulamasının etkisi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(3): 726-735.
- King EO Ward MK Raney DE (1954) Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluoresin. J. Laboratory and Clinical Medicine 44: 301-307.
- Lelliot RA Stead DE (1987) Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. Black Well Scientific Puplicaton, Oxford, USA. pp157.
- Mensi I, Jabnoun-Khiareddine H, Zarrougui NE, Zahra H, Cesbron S, Jacques MA, Daami-Remadi M (2018) First report of tomato bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in Tunisia. New Disease Reports 38: 21.
- Öztürk M, Soylu S, Kayaaslan Z (2021) Yozgat ili elma ve armut üretim alanlarında ateş yanıklığı [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.] hastalığının mevcut durumunun belirlenmesi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26: 200-210.
- Popović T, Ivanović Z, Ignjatov M(2015) First Report of *Pseudomonas viridiflava* causing pith necrosis of tomato (*Solanum lycopersicum*) in Serbia. Plant Dis. 99: 1033.
- Sahin F Uslu H Kotan R and Donmez F (2002) Bacterial canker, caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*, on tomatoes in eastern Anatolia region of Turkey. Plant Pathol. 51: 399.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelede sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSÜ

- Tarım ve Doğa Derg. 23(1): 7-18.
- Şeniz V (1992) Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No: 26, 174s.
- Tokgönül S (1998) Ticari domates tohumlarında bakteriyel solgunluk etmeni (*Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis*)'nin saptanması ve mücadele olanakları üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 93s.
- TÜİK (2019a) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Erişim tarihi: Nisan 2020).
- TÜİK (2019b) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Erişim tarihi: Nisan 2020).
- Ünlü N (2018) Bitkisel ekstraktların domates bakteriyel kanser hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) üzerine antibakteriyel etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 71s.
- Üstün N, Saygılı H (2001) Pith necrosis on greenhouse tomatoes in Aegean region of Turkey. 11th Congress Mediterranean Phytopathological Union and 3rd Congress, 2001 Sociedade Portuguesa de Fitopatologia, September, 17–20 2001, Evora, Portugal, pp.70-73.



Topraksız kültürde yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinin kış mevsiminde kalite parametrelerindeki değişimler

Changes in quality parameters of the 'Sabrina' strawberry variety grown in soilless culture system during winter season

Ahmet Erhan ÖZDEMİR¹, Derya KILIÇ¹, Özge KAYA DEMİRKESER¹, Feyzi ÇULHA¹, Zafer KARAŞAHİN²

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

²Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1031079](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1031079)

Geliş tarihi /Received:01.12.2021

Kabul tarihi/Accepted:07.02.2022

Keywords:

Soilless culture, strawberry, 'Sabrina', cocopeat, quality.

✉ Corresponding author: Derya KILIÇ

✉: deryakilic@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study is to determine the changes in fruit quality during the winter season of 'Sabrina' strawberry cultivar grown in soilless culture system in Antakya (Hatay) province.

Methods and Results: In this study, 'Sabrina' strawberry variety was used as material. Within the study, amount of some contents such as; fruit weight, width and length, appearance (1–5), taste (1–9), fruit color L* and h° values, fruit flesh firmness, juice pH values, total soluble solids (TSS) content, titratable acidity (TA) content, TSS/TA ratio, total antioxidant capacity, total anthocyanin, total phenolic solid, total flavonoid and Vitamin C (L-Ascorbic acid) were examined during winter season.

Conclusions: It should be noted that firmness of fruit flesh is an important matter in the case of shipping the product to distant markets, especially in hot temperature conditions when there is a significant decrease in fruit flesh firmness. 'Sabrina' strawberry variety grown in soilless culture conditions that includes "Cocopeat" which is consisting of coconut shells and fibers. Consumer acceptability can be increased by replacing some plant nutrients in the 2nd and 3rd harvest periods with a calcium-based nutrition program.

Significance and Impact of the Study: This study was carried out in order to determine the changes in fruit quality of 'Sabrina' strawberry during the winter season, and It is expected that the results of the study would contribute to literature, and the relevant sector which is growing in the province.

Atf / Citation: Özdemir AE, Kaya Demirkeseer Ö, Kılıç D, Çulha F, Kardeşahin Z (2022) Topraksız kültürde yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinin kış mevsiminde kalite parametrelerindeki değişimler. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 88-98. DOI: 10.37908/mkutbd.1031079

GİRİŞ

Üzümsü meyve olan çilekte meyvenin yenilen kısmı çiçek tablasının etlenip, sulanmasıyla oluşmuştur. Çilek, Rosales takımı Rosaceae familyası *Fragaria* cinsine aittir (Ağaoğlu ve Gerçekçioğlu, 2013). Çilek; çok lezzetli, hoş kokulu, kendine has aromalı bir meyvedir ve albenisi yüksektir. Yetiştiriciliği ticari olarak yapılan çilekler nötr-

gün ve kısa gün bitkilerdir (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013). Türkiye'de 2020 yılı verilerine göre toplam 179.777 dekarlık alanda 546.525 ton çilek üretimi yapılmıştır (TUİK, 2021). Hatay'da toplam 11.266 ton olan çilek üretimi gerçekleştirilmiş ve bu üretim, Yayladağı (8.938 ton), Antakya Merkez (1.320 ton), Samandağ (460 ton) ve Altınözü (200 ton) ilçelerinde yoğunlaşmıştır. Çilek yetiştiriciliği ekolojiden etkilenmekle birlikte, açıkta

ve örtü altında yaygınlaşmıştır. Akdeniz sahil şeridinde çilek yetiştiriciliği örtü altında kısa gün çeşitleriyle yapılırken, yayla kesimlerinde ise nötr gün çeşitleri ile yapılmaktadır. Örtü altı yetiştiricilikte verim ve meyve kalitesi korunarak erkencilik amaçlanmaktadır. Örtü altı çilek yetiştiriciliğinde fide tipi ve toprak yapısına göre dikim aralıkları belirlenmektedir (Adak ve Pekmezci, 2012). Topraksız kültürde birim alana dikilen fide sayısı arttığından birim alandan elde edilen verimde de artış olmaktadır (Paranjpe ve ark., 2003; Adak, 2009). Topraksız çilek yetiştiriciliğinde verim ve bitki sağlığını seranın yapısı ve özellikleri ile birim alana düşen bitki sayısı etkilemektedir. Topraksız kültürde çilek yetiştiriciliğinde birim alana dikilen bitki sayısının fazlalığı, üreticiler tarafından tercih ve kabul görmektedir (Adak ve ark., 2016). Çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım tekniğinin, tarım yapılmayan toprakların değerlendirilmesi, kontrollü yetiştiricilik ve çevre dostu bir yöntem olması nedeniyle yaygınlaşan bir sistem olduğu söylenebilir. Bu sistemde herbisit kullanımına gerek kalmaması, pestisit, insektisit, su ve gübre kullanımının azalması avantaj oluşturmaktadır (Paranjpe ve ark., 2003). İlk yatırım masrafları yüksek olmakla birlikte, verim artışıyla üretici masraflarını kısa sürede karşılaması bu sistemlerin, her alanda tarımın sürdürülebilirliğini artırması ve kontrollü yetiştiricilik yapıldığından ürünlerde kalıntının en az düzeyde gerçekleşmesi ile yetiştirilen ürünlerin ihracat şansının yüksek olduğu bildirilmiştir (Demirsoy ve ark., 2017). Açıkta, plastik ve cam serada yürütülen bir çalışmada, verim açısından plastik sera, erkencilik açısından plastik ve cam sera, meyve eti sertliği açısından açıkta yetiştiriciliğin daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Gündüz ve Özdemir, 2012). Gündüz ve Özdemir (2014), uç yetiştirme yeri (cam sera, plastik sera ve açıkta yetiştirilerek) kullanarak 13 çilek genotipi ile yetiştirme yerlerinin fitokimyasal özellikler üzerindeki etkilerini incelemişler ve biyoaktif içerik üzerinde yetiştirme yerlerinden çok genotiplerin etkili olduğunu bildirmişlerdir. 'Camarosa' çeşidi ile İspanya'da yapılan bir çalışmada, verim bakımından Hindistan cevizi torfunun perlitten daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Medina ve ark., 2003). Lieten (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, çileklerde Hindistan cevizi torfunun kullanımı başarılı olurken, kaya yünü kullanımının vegetatif gelişme ve kök gelişimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Cantliffe ve ark. (2007), sera koşullarında topraksız ortamda çam talaşı ve kokopitte yetiştirilen çileklerin, azot gereksinimlerini araştırmışlar ve

gübreleme sisteminde azot seviyeleri 40–80 mg/L gibi düşük azot seviyelerinin her iki ortamda da çilek üretimi için kullanılabileceğini saptamışlardır. Yapılan bir çalışmada, 'Camarosa' çilek çeşidi frigo ile tüplü fide olarak örtü altında torf, Hindistan cevizi torfu, perlit, volkanik tuf ve bunların karışımları denendiği yetiştirme ortamlarında yetiştirilmiş ve meyve rengi L* değerinin 25.69 ile 32.36 arasında olduğu, ortalama meyve eni ve boyu ile SÇKM değerlerinin en yüksek Hindistan cevizi torfu + volkanik tuf ortamında saptandığı ve yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi torfu ve Hindistan cevizi torfu + volkanik tuf ortamlarının başarılı olduğu bildirilmiştir (Adak ve Pekmezci, 2012).

Bu çalışmanın amacı, Antakya (Hatay) ilinde topraksız kültürde yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinin kış sezonu süresince meyve kalitesindeki değişimlerin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada materyal olarak kısa gün çeşidi olan 'Sabrina' çilek çeşidi kullanılmıştır. Meyveler, Antakya'nın ilçesinde (Narlıca) topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği yapılan bir cam seradan sağlanmıştır. Adana'da bir ticari firmadan alınan tüplü fideler 2019 yılı Ekim ayı başında sıra arası 1.50 m ve yerden 80 cm yüksekte 1.50 cm eğimli, genişliği 12 cm olan yetiştirme oluklarında 1 m'lik rulo (100 cm uzunluk, 10 cm en ve 15 cm yükseklik) halindeki Hindistan cevizi kabukları ve liflerinden oluşan "Kokopit" (Cocopeat) ortamında 10 cm mesafeli üçgen şeklinde dikilmiştir. Gevşek yapısı ve kuru ağırlığının 9 katı suyu ve besinleri emerek bünyesinde depolaması sayesinde en uygun büyüme ve köklenme ortamı oluşturan, çok iyi drenaja sahip olan, su, gübre, zaman ve işçilikten tasarruf sağlayan ve %30 hava ile %70 su tutma kapasitesine sahip, kesekleşmeyen ve uzun ömürlü olan kokopitler, kullanılmadan önce yıkanmış, tuzluluğu giderilmiş, elektriksel iletkenlik (EC) değeri ayarlanmış ve sterilize edilmiştir. Sulama ve besleme damla sulama sisteminde otomatik olarak verilmiştir. Tüm parsellerde hastalık (külleme ve kurşuni küf) ve zararlılara (kırmızı örümcek, yaprak bitleri ve kuşlar) karşı mücadeleler yapılmıştır.

'Sabrina' çeşidi: İspanya orjinli kısa gün ve orta mevsim çilek çeşididir (Şekil 1). Plantas de Navarra, S.A, Valtierra İspanya'da A. Pierron-Darbonne tarafından 9719 x 94-020 melezlerinden selekte edilmiş (USPP 22.506) ve 21 Şubat 2012 tarihinde tescil edilmiştir.



Şekil 1. Topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği yapılan cam sera ve 'Sabrina' çilek çeşidi meyveleri
 Figure 1. Glass greenhouse where strawberries are grown in soilless culture and fruits of the 'Sabrina' strawberry variety

Meyveleri kırmızı (RHS 43A, RHS 43B), büyük ve geniş, 24–26 g; düzgün konik yapılı; meyve eti sert (1.40 kg kuvvet) kırmızı etli (RHS 41A, RHS 41B), dengeli lezzetli (SÇKM %6.90 ve pH değeri 3.60); yola dayanıklı; aroması yüksek ve sıkı yüzeylidir, yüzeye dağılmış küçük kaliks ve akenleri vardır. Bitki yapısı kuvvetli, stolon sayısı orta (7 / bitki), çok yüksek verimli (1612 g / bitki), küresel ve yoğun yapraklı, taç kısmında çiçekler, yarı dik meyve salkımlıdır. Bu çeşidin meyveleri kaliks yanıklığına toleranslı olup, düşük sıcaklıklara rağmen hızlı renklenme gösterir ve erken olgunlaşırlar (Gasic ve Preece, 2014; Anonim, 2020).

Yöntem

Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ilk derimi meyve yüzeyinin $\frac{3}{4}$ 'ünün kızardığı, SÇKM miktarının minimum %7 ve TEA'nin maksimum %0.8 olduğu dönemde yapılmıştır (Mitcham ve ark., 1996; Özdemir, 1999). Makas yardımıyla veya elle meyveler üzerlerinde çanak yaprakları kalacak şekilde derilip, şekil bozukluğu olmayan, yarasız, beresiz ve sağlam olanlardan birörnek irilik ve görünüşe sahip meyveler deneme için seçilmiş ve kış sezonu süresince ilki Aralık 2019'da (1. Dönem), Ocak 2020 (2. Dönem) ve Şubat 2020 (3. Dönem) olmak üzere 3 dönemde derim yapılmıştır.

Meyve ağırlığı (g): Her derim döneminde meyveler 0.01 g' a duyarlı teraziyle (Ohaus Adventurer, ABD) tartılmış ve meyve ağırlığı "g" olarak verilmiştir. Meyve eni ve

boyu (mm): Her derim döneminde kumpas ile meyve eni ve boyu ölçülmüş ve "mm" olarak verilmiştir. Görünüş (1–5) değerlendirmesi: Her derim döneminde 10 kişilik bir panelist grubuyla meyve rengi, şekil ve biçim, parlaklık v.b. kriterlere göre görünüş 1–5 skalasına (1: En kötü, 5: En iyi) göre yapılmış ve 3'ün üstü kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Tat (1–9) değerlendirmesi: Her derim döneminde 1–9 hedonik skalaya (9: En iyi ve 1: En düşük) göre yapılmış ve 5'ün üstü kabul edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Meyve rengi L* ve h° değerleri: Her derim döneminde C.I.E. L*a*b*'ye göre Minolta CR-300 model Chromometer (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile meyvelerin ekvator bölgesinden; iki yanağından okuma şeklinde yapılmıştır (McGuire, 1992).

Her derim döneminde; meyve eti sertliği (N): Her bir meyvenin ekvator bölgesinin iki yanağından 5 mm'lik delici uca sahip penetrometre ile 'kg-kuvvet' (kg-k) cinsinden ölçülmüş ve değerler Newton'a (N) çevrilmiştir. Meyve suyu pH değeri: pH metre (HI 2211 pH/ORP meter, Hanna instruments, ABD) ile ölçülmüştür. Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM): El refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile "%" olarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asit miktarı (TEA): Potansiyometrik yöntem ile belirlenmiş ve "%" olarak hesaplanmıştır. SÇKM/TEA oranı: SÇKM'nin TEA'e oranı bulunmuştur. Toplam antioksidan kapasitesi (mmol

TE/L): Spektrofotometrede (Biotek power wave HT, ABD) Klimczak ve ark. (2007)'a göre "mmol TE/L" olarak belirlenmiştir. Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glikozit/100 ml) miktarı: Spektrofotometrede Giusti ve Wrolstad (2001)'a göre "mg siyanidin-3-glikozit/100 ml" olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde (mg GAE/100 ml) miktarı: Spektrofotometrede Abdulkasım ve ark. (2007)'a göre "mg GAE/100 ml" olarak belirlenmiştir. Toplam flavanoid (mg KE/100 ml) miktarı: Spektrofotometrede Zhishen ve ark. (1999)'na göre "mg KE/100 ml" olarak belirlenmiştir. C (L-Ascorbic acid) vitamini (mg / 100 ml) miktarı: Yüksek basınç sıvı kromatografi (HPLC, Shimadzu LC20AD, Tokyo, Japonya) cihazında Cemeroglu (2010)'na göre "mg / 100 ml" olarak belirlenmiştir.

Deneme deseni ve değerlendirme

Çalışmada, her analiz döneminde 3 yinelemeli ve her yinelemede 20 adet meyve olacak şekilde alınan meyve örneklerinde analizler yapılmıştır. Deneme "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre üç yinelemeli olarak kurulmuş; varyans analizleri SAS paket programı (SAS Version V.9.4, SAS Institute Cary, N.C.) ile yapılmıştır. Tukey testi (P<0.05) ile F testi sonunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların karşılaştırmaları yapılmış ve sonuçlar çizelgelerde verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Meyve ağırlığı

Topraksız kültürde "Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama meyve ağırlığı 14.79 g olmuştur. Meyve ağırlığının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en iri meyveler (ortalama 17.68 g) 1. dönemde elde edilmiş, bunu 3. ve 2. dönemlerin sırasıyla, ortalama 14.46 g ve 12.22 g değerleriyle izledikleri saptanmıştır (Çizelge 1). Uygun olmayan iklim koşulları nedeniyle meyve ağırlıklarında dönemsel olarak (2. dönem) azalmalar olduğu söylenebilir. Ürünün yoğun olduğu dönemlerde meydana gelen besin rekabetinden dolayı meyve ağırlığında azalmalar olduğu da Sarıdaş ve ark. (2019) tarafından bildirilmiştir. Çalışmamızda da benzer olarak dönemsel olarak (3. dönem) meyve ağırlığında azalmalar olmuştur. Adak ve ark. (2016) tarafından serada topraksız ve geleneksel yetiştiricilik ile yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik için, taze fide kullanılarak yetiştirilen 'Camarosa' çilek çeşidi meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, serada yapılan topraksız çilek yetiştiriciliğinde meyve ağırlığı

daha yüksek saptanmıştır. Ayrıca, bulgularımızdan farklı olarak, meyve ağırlığında yetiştirme sistemlerinin hepsinde şubat ayından mayıs ayına doğru düşüşler olduğu bildirilmiştir. Meyve ağırlığındaki bu düşüşün, meyvelerin sekonder çiçeklerden deriminin yapılmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Serada çilek yetiştiriciliğinde besleyici film tekniği (NFT) ile ortam kültürü olarak perlit ve perlit+torf'un kullanıldığı bir çalışmada, 'Sweet Charlie' çileklerinde en yüksek meyve ağırlığının (13.128 g) perlit+torf ortamından elde edildiği bildirilmiştir (Eltez ve Tüzel, 2007).

Meyve eni ve boyu

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama meyve eni 27.04 mm olmuştur. Meyve eni derim dönemlerine göre değişmiş, ortalama 29.67 mm ile en geniş meyveler 1. dönemden elde edilmiştir. Ortalama meyve eni değerleri 3. ve 2. dönemlerde sırasıyla, 27.09 mm ve 24.34 mm olarak belirlenmiştir. Uygun olmayan iklim koşulları nedeniyle meyve eni değerlerinde dönemsel olarak (2. dönem) azalmalar olduğu söylenebilir. 3. dönemde ise uygun iklim koşullarındaki besin rekabetinden dolayı meyve eninde 1. döneme göre azalmalar olduğu söylenebilir (Çizelge 1). Topraksız kültürde Hindistan cevizi kabukları ve liflerinden oluşan "Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama meyve boyu 34.81 mm olmuştur. Meyve boyu değerleri derim dönemlerine göre değişmiştir. En uzun meyveler ortalama 39.35 mm ile 1. dönemden elde edilirken, 2. ve 3. dönemlerin ortalamaları 32.76 mm ve 32.31 mm olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Yapılan bir çalışmada, 'Camarosa' çilek çeşidi frigo ile tüplü fide olarak örtü altında torf, Hindistan cevizi torfu, perlit, volkanik tüf ve bunların karışımları denendiği yetiştirme ortamlarında yetiştirilmiş ve ortalama meyve eni ve boyu en yüksek Hindistan cevizi torfu + volkanik tüf ortamında saptanmıştır (Adak ve Pekmezci, 2012).

Görünüş (1-5) ve tat (1-9) değerlendirmesi

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin dönemsel olarak meyve dış görünüşü 10 kişilik bir panelist grubuyla 1-5 değerlendirmesi yapılmıştır. Ortalama meyve dış görünüş puanı 4.67 olduğu belirlenmiştir. Meyve dış görünüşünün derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, her 3 dönemde de değerler kabul edilebilir seviyenin (>3.00) üzerinde olmuştur. Meyve dış görünüşü en iyi olan meyvelerin 5.00 tam puanla 3. dönemde elde edildiği, bunu 2. ve 1. dönemlerin sırasıyla, ortalama 4.67 ve 4.33 puan ile izledikleri saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. "Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin derim dönemlerinde meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve dış görünüşü (1-5), tat (1-9) ve meyve eti sertliği (N) parametrelerinde saptanan değişimler

Table 1. Changes in fruit weight (g), fruit width (mm), fruit length (mm), fruit appearance (1-5), taste (1-9) and meyve eti sertliği (N) parameters of 'Sabrina' strawberry cultivars grown in "Cocopeat" during harvesting periods

Derim dönemi	Meyve ağırlığı (g)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve dış görünüşü (1-5)	Tat (1-9)	Meyve eti sertliği (N)
1. dönem	17.68 a	29.67 a	39.35 a	4.33	5.67 b	7.65 b
2. dönem	12.22 b	24.34 b	32.76 ab	4.67	8.33 a	15.40 a
3. dönem	14.46 ab	27.09 ab	32.31 b	5.00	9.00 a	7.06 b
Ortalama	14.79	27.04	34.81	4.67	7.67	10.04
D ₅₅ dönem	3.73	3.94	6.90	Ö.D.	0.84	1.74

Ö.D.: Önemli değil.

Bununla birlikte meyve dış görünüşü üzerine derim dönemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin dönemsel olarak meyve tadım testleri 10 kişilik bir panelist grubuyla 1-9 değerlendirmesi yapılmıştır. Ortalama meyve tadım test puanı 7.67 olmuştur. Meyve tadım testlerinin derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, her 3 dönemde de değerler kabul edilebilir seviyenin (>5.00) üzerinde olmuştur. Meyve tadım testleri en iyi olan meyvelerin 9.00 tam puanla 3. dönemde elde edildiği, bunu 2. dönemin ortalama 8.33 puan ile izlediği ve en düşük kabulün 1. dönemde (5.67) olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Meyve eti sertliği

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama meyve eti sertliği 10.04 N olmuştur. Gelişme sezonunun ilerlemesiyle en sert meyvelerin (ortalama 15.40 N) 2. dönemde elde edildiği, bunu 1. ve 3. dönemlerin sırasıyla, ortalama 7.65 N ve 7.06 N değerleriyle izledikleri saptanmıştır (Çizelge 1). Gerçekleştirilen araştırma sonucunda meyve eti sertliğinde mevsime bağlı olarak sabit bir artış ya da azalış gözlenmemiştir. Uygun iklim koşulları nedeniyle 3. dönemde sıcaklıklarında yüksek olduğu 1. ve 3. dönemlerde meyve eti sertliklerinde önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Çilek yetiştiriciliğinde meyve et sertliğinin çevresel faktörlerden oldukça fazla etkilenmesi yetiştiricilik yapılacak yerin iklim faktörlerinin önemini ortaya koymaktadır. Sarıdaş ve ark. (2019), ticari ve yerli çeşitler ile seçilmiş genotiplerle yaptıkları çalışma sonucunda farklı derim dönemlerinde meyve eti sertliğinde mevsimsel olarak sabit bir azalış ya da artış gözlenmediğini, bununla birlikte çalışmalarında, artan sıcaklıklarla birlikte meyve et sertliğinin önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Pelayo-Zaldívar ve ark.

(2005) tarafından yapılan bir çalışmada, meyve eti sertliğinin derim zamanından etkilenmediği, çeşitlerde meyve eti sertliğinde farklılıklar olmadığı bildirilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, Şamec ve ark. (2016) ise derim sezonu dikkate alındığında, 'Monterey' çeşidinde bir farklılığın olmadığını bildirilmişlerdir. Adak ve ark. (2016) tarafından serada topraksız ve geleneksel yetiştiricilik ile yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik yapılan çalışmada, taze fide kullanılarak yetiştirilen 'Camarosa' çilek çeşidi meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, serada yapılan topraksız çilek yetiştiriciliğinde meyve eti sertliği daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, bulgularımıza benzer olarak, meyve eti sertliğinin her üç uygulamada da şubat ayından mayıs ayına doğru düşüşler gösterdiği bildirilmiştir. Meyve eti sertliğindeki bu düşüşün, derim dönemlerinin ilerlemesiyle sıcaklıklarda meydana gelen yükselmelerden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Giuggioli ve ark (2018) ise çalışmalarındaki çeşitlerin son iki deriminde sert etli meyveler etmişlerdir. Hava sıcaklığının 5 °C azalmasının bunun nedeni olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 2. dönemde benzer şekilde sıcaklıkların düşüşü etkili olurken, 1. ve 3. dönemlerde tam tersi olarak sıcaklıkların artışı söz konusudur. Yapılan çalışmalarda gösteriyor ki, çilek yetiştiriciliğinde çeşitlerinin çevresel faktörlerden etkilendiği ve meyve et sertliğinin azalmasında hava sıcaklığındaki artışların etkili olduğu görülmüştür.

Meyve suyu pH değeri

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama pH değeri 3.49 olmuştur. pH değerinin derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek pH değeri olan meyvelerin (ortalama 3.72) 1. dönemde olduğu, bunu sırasıyla 2. ve 3. dönemlerin izledikleri saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. “Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin derim dönemlerinde meyve suyu pH değeri, suda çözünabilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı (%), titre edilebilir asit (TEA) miktarı (%), SÇKM/TEA oranı ve meyve renginde (L* ve h° değerleri) saptanan değişimler

Table 2. Changes in fruit flesh firmness (N), juice pH values, total soluble solids (TSS) content (%), titratable acidity (TA) content (%), TSS/TA ratio and fruit color (L* and h° values) parameters of 'Sabrina' strawberry cultivars grown in "Cocopeat" during harvesting periods

Derim dönemi	Meyve suyu pH değeri	SÇKM miktarı (%)	TEA miktarı (%)	SÇKM/TEA oranı	Meyve rengi	
					L* değeri	h° değeri
1. dönem	3.72 a	8.03 c	0.89 c	9.06	41.86	37.89°
2. dönem	3.45 ab	11.92 a	1.26 a	9.44	41.39	37.15°
3. dönem	3.30 b	10.17 b	1.10 b	9.28	40.93	36.41°
Ortalama	3.49	10.04	1.08	9.26	41.39	37.15°
D ₅₅ dönem	0.34	0.99	0.08	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Ö.D.: Önemli değil.

Her ne kadar yetiştiricilik ortamları farklı olsa da bulgularımıza göre de “Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyveleri bulgularımıza benzer olarak, Görgüç ve ark. (2019) açıkta yetiştirilen Florida Fortuna, Rubygem ve Sabrina çilek çeşitlerinde kalite değişimlerini araştırdıkları çalışmada, asitlik ve pH değerlerinin birbiriyle uyumlu oldukları bildirilmiştir.

Suda çözünabilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı

“Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin ortalama SÇKM miktarı %10.04 olmuştur. SÇKM miktarının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek SÇKM miktarı olan meyvelerin (ortalama %11.92) 2. dönemde olduğu ve bu dönemde en tatlı meyvelerin elde edildiği, bunu 3. (%10.17) ve 1. (%8.03) dönemlerin izledikleri saptanmıştır. Her üç dönemde SÇKM değerleri, tüketici istekleri için sınır değer olan %7.00’ın üzerindedir (Çizelge 2). Kabul edilebilir bir lezzet için çileklerde SÇKM miktarının %7.00’nin üzerinde olması gerektiği Mitcham ve ark. (1996) tarafından bildirilmiştir. Bulgularımıza benzer olarak, Sarıdaş ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada, denemede kullanılan ticari ve yerli çeşitler ile seçilmiş genotiplerin farklı derim dönemlerinde %7.60 ile %10.70 arasında dağılım gösteren SÇKM değerleri ile tüketici istekleri bakımından yeterli olduklarını bildirmişlerdir. SÇKM içeriğini inceleyen araştırmacılar çalıştıkları çilek çeşitlerinde SÇKM miktarını %5.20–10.40 (Rutkowski ve ark., 2006), %8.40–11.60 (Laugale ve Bite, 2006), %10.27–12.47 (Liu ve ark., 2016) ve %7.79–9.06 ile (Giuggioli ve ark., 2018) arasında saptamışlardır. Pelayo-Zaldívar ve ark (2005) tarafından çeşitler yanında, derim dönemlerinin de SÇKM içeriğine etkili olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar meyvelerdeki SÇKM içeriğine esas katkı veren şekerler olduğunu ve organik asit ve çözünabilir pektinlerin de katkı sağladığını belirtmişlerdir. Meyvelerdeki SÇKM ile toplam şeker

arasında yüksek ilişki olduğu ve tadın belirlenmesinde SÇKM’nin önemli olduğu bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, ‘Camarosa’ çilek çeşidi frigo ile tüplü fide olarak örtü altında torf, Hindistan cevizi torfu, perlit, volkanik tuf ve bunların karışımları denendiği yetiştirme ortamlarında yetiştirilmiş ve SÇKM değerleri en yüksek Hindistan cevizi torfu + volkanik tuf ortamında belirlenmiştir (Adak ve Pekmezci, 2012). Adak ve ark. (2016) tarafından serada topraksız ve geleneksel yetiştiricilik ile yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilik yapılan çalışmada, taze fide kullanılarak yetiştirilen ‘Camarosa’ çilek çeşidi meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada, serada yapılan topraksız çilek yetiştiriciliğinde SÇKM değerlerinin %8.43 – 9.33 arasında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, bulgularımıza benzer olarak, yetiştirme sezonunun sonunda SÇKM miktarındaki yükselişin sıcaklığın artması ve meyve iriliğinin azalmasıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Titre edilebilir asit (TA) miktarı

Ortalama TEA miktarı %1.08 olmuştur. TEA miktarının derim dönemlerine göre değişmiş, en yüksek TEA miktarı olan meyvelerin (ortalama %1.26) 2. dönemde olduğu, bunu 3. (%1.10) ve 1. (%0.89) dönemlerin izledikleri saptanmıştır (Çizelge 2). Bulgularımızdan farklı olarak, Sarıdaş ve ark. (2019) ticari ve yerli çeşitler ile seçilmiş genotiplerin TEA miktarının dönemlere göre değiştiğini ve bu değerlerin %0.41 ile %0.59 arasında dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu değerler farklı dönemlerde yaptığımız derimlerde bizim çeşitlerin TEA miktarından düşük bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise TEA miktarı değerleri %0.49–0.84 arasında bulunmuştur (Voča ve ark., 2008). Görgüç ve ark. (2019) açıkta yetiştirilen ‘Florida Fortuna’, ‘Rubygem’ ve ‘Sabrina’ çilek çeşitlerinde kalite değişimlerini araştırdıkları çalışmada,

Sabrina çeşidinin daha asidik karakteristiğe sahip olduğu bildirilmiştir. Her ne kadar yetiştiricilik ortamları farklı olsa da bulgularımıza göre de “Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin TEA miktarının biraz yüksek olduğu söylenebilir.

SÇKM/TEA oranı

“Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin ortalama SÇKM/TEA oranı 9.26 olmuştur. SÇKM/TEA oranının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, SÇKM/TEA oranı üzerine derim dönemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Bununla birlikte, Gündüz ve Özdemir (2012) SÇKM/TEA oranı en yüksek meyvelerin plastik seradan alındığını bildirmişlerdir.

Meyve rengi L* ve h° değerleri

“Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin ortalama meyve kabuk rengi L* değeri 41.39 ve h° değeri 37.15° olmuştur. Meyve kabuk rengi L* ve h° değerleri üzerine derim dönemlerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2). Çileklerde meyve olgunluğunun belirlenmesinde, meyve renginin görsel olarak değerlendirilmesinin olumlu sonuçlar verdiği (Stavang ve ark., 2015), meyve renginin tüketici tercihinde önemli rol oynadığı ve meyvenin pazar değerini artıran en temel faktör olduğu bildirilmiştir (Görgüç ve ark., 2019). Örtü altında torf, Hindistan cevizi torfu, perlit, volkanik tüf ve bunların karışımlarında yetiştirilen Camarosa’ çeşidinde meyve rengi L* değerinin 25.69 ile 32.36 arasında olduğu bildirilmiştir (Adak ve Pekmezci, 2012). Görgüç ve ark. (2019) açıkta yetiştirilen ‘Florida Fortuna’, ‘Rubygem’ ve ‘Sabrina’ çilek çeşitlerinde kalite değişimlerini araştırdıkları çalışmada, ‘Sabrina’ çeşidinin koyuluk ve parlaklık ile kırmızı ve sarı renk yoğunluklarının diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar yetiştiricilik ortamları farklı olsa da bulgularımıza göre de “Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinde koyuluk, kırmızı renk ve sarı renk yoğunluklarının yüksek olduğu söylenebilir. ‘Camarosa’ çeşidinin farklı yetiştiricilik ortamlarının çalışıldığı bir çalışmada, meyve rengi L* değerinin 34.70 ve h° değerinin 34.50° olduğu belirtilmiştir (Gündüz ve Özdemir, 2012).

Toplam antioksidan kapasitesi

“Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin ortalama toplam antioksidan kapasitesi 10.42 mmol TE/L olmuştur. Toplam antioksidan kapasitesinin derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek toplam antioksidan kapasitesi

olan meyvelerin 1. (ortalama 10.75 mmol TE/L) ve 3. (10.84 mmol TE/L) dönemlerde olduğu ve en düşük ise 2. dönemde (9.67 mmol TE/L) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Antioksidan kapasitesini genetik farklılıklar (Tulipani ve ark., 2008), kültürel işlemler (malçlı ve malçsız) (Wang ve ark., 2002), olgunlaşma zamanı (Wang ve Lin, 2000), muhafaza ve manav ömrü (Cordenunsi ve ark., 2005) etkilemektedir. Schöpplein ve ark. (2002) 12 çilek çeşidi ile yaptıkları çalışmada, antioksidan kapasitesinin çeşitler arasında 8.40–16.50 mmol/L olduğunu bildirmişlerdir. Gündüz ve Özdemir (2014) yaptıkları bir çalışmada, ‘Camarosa’ çilek çeşidi meyvelerinin toplam antioksidan kapasitesini 8.20–8.90 mmol TE/L olarak saptamışlardır.

Toplam antosiyanin miktarı

“Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin ortalama toplam antosiyanin miktarı 10.47 mg siyanidin-3-glikozit/100 ml olmuştur. Toplam antosiyanin miktarının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek toplam antosiyanin miktarı olan meyvelerin 3. dönemde (ortalama 12.49 mg siyanidin-3-glikozit/100 ml) ve en düşük 1. (9.43 mg siyanidin-3-glikozit/100 ml) ve 2. (9.48 mg siyanidin-3-glikozit/100 ml) dönemlerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Schöpplein ve ark. (2002) 12 çilek çeşidi ile yaptıkları çalışmada, toplam antosiyanin miktarının çeşitler arasında 6.80–22.50 mg/100 ml antioksidan kapasitesinin 8.40–16.50 mmol/L olduğunu bildirmişlerdir. Antosiyaninlerin sentezinde ışıklandırma, sıcaklık ve beslenme faktörleri ile genotip ve meyve olgunluk durumu etkili olduğu bildirilmiştir (Lopes da Silva ve ark., 2007).

Toplam fenolik madde miktarı

“Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidi meyvelerinin ortalama toplam fenolik madde miktarı 53.07 mg GAE/100 ml olmuştur. Toplam fenolik madde miktarının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek toplam fenolik madde miktarı olan meyvelerin 3. (ortalama 61.03 mg GAE/100 ml) ve 2. (60.47 mg GAE/100 ml) dönemlerde olduğu ve en düşük ise 1. dönemde (37.70 mg GAE/100 ml) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Hakkinen ve Törrönen (2000) altı çilek çeşidinde çeşitlere göre ve yetiştirilen bölgelere göre değişimle birlikte, toplam fenolik madde miktarının 42.1 ile 54.4 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Fenolik bileşik üretimi üzerine derim zamanı, gün uzunluğu, güneş ışığı, doğrudan ışığa maruz kalma ve ekolojik farklılıkların etkili olduğu Pozo-Insfran ve ark. (2006) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 3. "Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin derim dönemlerinde toplam antioksidan kapasitesi (mmol TE/L), toplam antosiyanin miktarı (mg siyanidin-3-glikozit/100 ml), toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 ml), toplam flavanoid miktarı (mg KE/100 ml) ve C vitamini (L-Askorbik asit) miktarında (mg/100 ml) saptanan değişimler

Table 3. Changes in total antioxidant capacity (mmol TE/L), total anthocyanin content (mg siyanidin-3-glikozit/100 ml), total phenolic solid content (mg GAE/100 ml), total flavonoid content (mg KE/100 ml) and Vitamin C (L-Ascorbic acid) content (mg/100 ml) parameters of 'Sabrina' strawberry cultivars grown in "Cocopeat" during harvesting periods

Derim dönemi	Toplam antioksidan kapasitesi (mmol TE/L)	Toplam antosiyanin miktarı (mg siyanidin-3-glikozit/100 ml)	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 ml)	Toplam flavanoid miktarı (mg KE/100 ml)	C vitamini miktarı (mg/100 ml)
1. dönem	10.75 a	9.43 b	37.70 b	4.67 c	57.21 a
2. dönem	9.67 b	9.48 b	60.47 a	8.43 b	54.86 a
3. dönem	10.84 a	12.49 a	61.03 a	10.64 a	49.93 b
Ortalama	10.42	10.47	53.07	7.91	54.00
D%55 dönem	0.38	0.53	1.61	0.22	2.58

Antosiyaninler de dahil olmak üzere fenolik bileşiklerin, güçlü antioksidan aktivite sergiledikleri ve birçok çalışmada toplam antioksidan kapasiteye önemli ölçüde katkıda buldukları bildirilmiştir (Gündüz ve Özdemir, 2014).

Toplam flavanoid miktarı

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama toplam flavanoid miktarı 7.91 mg KE/100 ml olduğu saptanmıştır. Toplam flavanoid miktarının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek toplam flavanoid miktarı olan meyvelerin 3. dönemde (ortalama 10.64 mg KE/100 ml) ve en düşük 1. dönemde (4.67 mg KE/100 ml) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

C vitamini (L-Askorbik asit) miktarı

"Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin ortalama C vitamini (L-Askorbik asit) miktarı 54.00 mg/100 ml olmuştur. C vitamini miktarının derim dönemlerine göre değişimi incelendiğinde, en yüksek C vitamini miktarı olan meyvelerin 1. (ortalama 57.21 mg/100 ml) ve 2. (54.86 mg/100 ml) ve en düşük 3. dönemde (49.93 mg/100 ml) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Balcı ve Demirsoy (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel yetiştirilen 'Camarosa' çilek çeşidi meyvelerinin C vitamini miktarının 26–28 mg/100 ml olduğunu bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, Hatay Amik ovası koşullarında yüksek tünel ve açıkta 'Dorit', 'Camarosa', 'Selva', 'Chandler' ve 'Sweet Charlie' çeşitleriyle yürütülen bir çalışmada, çeşitlerin C vitamini içerikleri çeşitler, yetiştirme yerleri ve aylara göre 41.40–67.80 mg/100 ml arasında değişim gösterdiği

saptanmıştır (Gündüz, 2003). Adak ve Pekmezci (2012) yaptıkları bir çalışmada fide ve tüplü olarak yetiştirilen 'Camarosa' çilek çeşidi meyvelerinin C vitamini miktarları 59.70–61.87 mg/100 ml arasında olmuştur. Görgüç ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, 'Florida Fortuna', 'Rubygem' ve 'Sabrina' çilek çeşitlerinde antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve C vitamini değerlerinin en yüksek olduğu çeşidin 'Rubygem' çilek çeşidi olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, 'Rubygem' çilek çeşidinin C vitamini miktarı 54.61 mg/100 g olurken, 'Sabrina' çilek çeşidinin ise Sabrina 50.46 mg/100 g olmuştur.

Sonuç olarak, topraksız kültürde "Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidi meyvelerinin her üç derim döneminde de SÇKM değerleri, tüketici istekleri için sınır değer (%7.00) üzerinde olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, 3. derim döneminde meyve dış görünüşü (5.00) ve tadım testleri (9.00) tam puan almasına karşın, meyve et sertliğinin (7.65 N) düşük olması özellikle uzak pazarlara ürünün gönderilmesinde dikkat edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca 1. derim döneminin meyve et sertliği (7.06 N) de düşüktür. "Kokopit" ortamında yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinde 2. ve 3. derim dönemlerinde bazı bitki besleme öğelerinin değiştirilmesiyle, kalsiyum ağırlıklı bir beslemeyle tüketici kabul edilebilirliği sağlanabilir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Antakya'da (Hatay) topraksız kültürde yetiştirilen 'Sabrina' çilek çeşidinin kış sezonu süresince meyve kalitesindeki değişimlerin belirlenmesidir.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada materyal olarak, ‘Sabrina’ çilek çeşidi kullanılmıştır. Kış sezonu süresince meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu, görünüş (1–5), meyve rengi L* ve h° değerleri, meyve eti sertliği, meyve suyu pH değeri, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (TEA), SÇKM/TEA oranı, tat (1–9), toplam antioksidan kapasitesi, toplam antosiyanin, toplam fenolik madde, toplam flavanoid ve C vitamini (L-Askorbik asit) miktarları incelenmiştir.

Genel Yorum: Yetiştiricilik sırasında meyve et sertliğinin özellikle uzak pazarlara ürünün gönderilmesinde çok önemli olduğu ve sıcaklıkların artmasıyla meyve et sertliğinde önemli azalmalar olabileceğine dikkat edilmelidir. Topraksız kültürde Hindistan cevizi kabukları ve liflerinden oluşan “Kokopit” ortamında yetiştirilen ‘Sabrina’ çilek çeşidinde 2. ve 3. derim dönemlerinde bitki besleme programının değiştirilmesi ve kalsiyum ağırlıklı bir besleme programı ile tüketici kabul edilebilirliği sağlanabilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: ‘Sabrina’ çilek çeşidinin kış sezonunda meyve kalitesindeki değişimlerin belirlenmesine yönelik olarak yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçların ilgili sektöre, yöreye ve literatüre katkı sunabilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Topraksız kültür, çilek, ‘Sabrina’, kokopit, kalite.

TEŞEKKÜR

Meyvelerin alındığı çilek yetiştiriciliği yapılan seranın danışmanı Zir.Yük. Müh. Şükran ÖZDEMİR’e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını makale yazarları beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını yazarlar beyan ederler.

KAYNAKLAR

Abdulkasım P, Songchitsomboon S, Techagumpuch M, Balee N, Swatsitang P, Sungpuag N (2007) Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages. *Int J Food Sci Nutr.* 58(1): 77-85.

Adak N (2009) Topraksız kültürde yetiştirilen çileklerin verim ve kalitesi üzerine değişik yetiştirme ortamlarının etkileri (Doktora tezi). Akdeniz

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 232 s.

Adak N, Pekmezci M (2012) Topraksız çilek yetiştiriciliğinde fide tipi ve yetiştirme ortamının meyve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 49(2): 135-142.

Adak N, Tetik N, Güneş E, Balkıç R, Gübbük H, Arslan Kulcan A (2016) Değişik yetiştirme sistemlerinin çilek (*Fragaria × ananassa* Duch.) meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 29(2): 33-38.

Ağaoğlu YS, Gerçekçioğlu R (2013) Üzümsü meyveler. Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları No: 1, Kalecik, Ankara, 654 s.

Anonim (2020) Çilek fidesi çeşitleri (<http://www.yaltir.com.tr/main.aspx?Sid=13>). (Erişim tarihi: 08 Haziran 2020).

Balcı G, Demirsoy H (2008) Effect of organic and conventional growing systems with different mulching on yield and fruit quality in strawberry cvs. Sweet Charlie and Camarosa. *Biological Agriculture & Horticulture* 26(2): 121-129.

Cantliffe DJ, Castellanos JZ, Paranjpe AV (2007) Yield and quality of greenhouse-grown strawberries as affected by nitrogen level in coco coir and pine bark media. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 120: 157-161.

Cemeroğlu B (2010) Gıda Analizleri. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, No: 34.

Cordenunsi BR, Genovese MI, Nascimento JRO, Hassimotto NMA, Santos RJ, Lajolo FM (2005) Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chemistry* 91: 113-121.

Demirsoy L, Mısır D, Adak N (2017) Topraksız tarımda çilek yetiştiriciliği. *Anadolu J. of AARI* 27(1): 71-80.

Eltez RZ, Tüzel Y (2007) Merdiven tipi sistemde farklı topraksız tarım tekniklerinin sera çilek yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 44(1): 15-27.

Gasic K, Preece JE (2014) Register of new fruit and nut cultivars list 47. *HortScience* 49(4): 396-421.

Giuggioli NR, Briano R, Alvariza P, Peano C (2018) Preliminary evaluation of day-neutral strawberry cultivars cultivated in Italy using a qualitative integrated approach. *Hort. Sci. (Prague)* 45(1): 29-36.

Giusti MM, Wrolstad RE (2001) Characterization and measurement of Antocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* F1.2.1 - F1.2.13.

Görgüç A, Yıldırım A, Konuk Takma D, Erten ES, Yılmaz FM (2019) Aydın ilinde yetiştirilen ticari çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma

- özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.* 23(2): 131-141.
- Gündüz K (2003) Bazı çilek çeşitlerinin amik ovası koşullarında açıkta ve yüksek tünel altında yetiştiriciliğinin verim, kalite ve erkencilik üzerine etkileri (Yüksek Lisans tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antakya 106 s.
- Gündüz K, Özdemir E (2012) Farklı yetiştirme yerlerinin bazı çilek genotiplerinin erkencilik indeksi, verim ve meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 49(1): 27-36.
- Gündüz K, Özdemir E (2014) The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugars of strawberry. *Food Chemistry* 155: 298-303.
- Hakkinen SH, Törrönen AR (2000) Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and vaccinium species: Influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Research International* 33: 517-524.
- Klimczak I, Malecka M, Szlachta M, Gliszczyńska-Świgło A (2007) Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 313-322.
- Laugale V, Bite A (2006) Fresh and processing quality of different strawberry cultivars for Latvia. *Acta Hort.* 708: 333-336.
- Lieten P (2008) Substrates as an alternative to mebr for strawberry fruit production in Northern Europa (<http://www.europa.eu.int/comm/environment/ozone/conference/lisboa/strawberry/9.pdf>). (Accessed: 12 December 2020).
- Liu L, Ji ML, Chen M, Sun MY, Fu XL, Li L, Gao DS, Zhu CY (2016) The flavor and nutritional charateeristic of four strawberry varieties cultured in soilless system. *Food Science & Nutrition* 4(6): 858-868.
- Lopes da Silva F, Escribano-Bailon MT, Alonso JJP, Rivas-Gonzalo JC, Santos-Buelga C (2007) Anthocyanin pigments in strawberry. *ScienceDirect LWT* 40: 374-382.
- McGuire RG (1992) Reporting of objective colour measurement. *HortScience* 27: 1254-1255.
- Medina LJ, Peralbo A, Flores F (2003) Closed soilless growing system: A sustainable solution for strawberry crop in Huelva (Spain). *Acta Hort.* 649: 213-216.
- Mitcham EJ, Crisosto CH, Kader AA (1996) Strawberry: recommendations for maintaining postharvest quality (http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resour ces/[Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=58&ds=798](http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resour)). (Accessed: 21 May 2020).
- Özdemir E (1999) Çilek Yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Yayın Dairesi Başkanlığı, Ankara, 17 s
- Paranjpe AV, Cantliffe DJ, Lamb EM, Stofella PJ, Powell CA (2003) Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 116: 98-105.
- Pelayo-Zaldívar C, Ebeler SE, Kader AA (2005) Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of California strawberries. *Journal of Food Quality* 28: 78-97.
- Pozo-Insfran DD, Duncan CE, Yu KC, Talcott S, Chandler CK (2006) Polyphenolics, ascorbic acid, soluble solids concentrations of strawberry cultivars and selections grown in a winter annual hill production system. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131(1): 89-96.
- Šamec D, Maretić M, Lugarić M, Mešić A, Salopek-Sondi B, Duralija B (2016) Assesment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. *Food Chemistry* 194: 828-834.
- Sarıdaş MA, Bircan M, Karaşahin Z, Kafkas E, Paydaş Kargı S (2019) Melezleme ıslahı ile seçilmiş çilek genotiplerinde bazı pomolojik özelliklerin aktif hasat sezonu boyunca değişimi. *Yyü. Tar. Bil. Derg.* 29(3): 506-515.
- Schöppl E, Kruger E, Rechner A, Hoberg E (2002) Analytical and sensory qualities of strawberry cultivars. *Acta Hort.* 567(2): 805-808.
- Stavang JA, Feritag S, Foito A, Verrall S, Heide OM, Stewart D, Sønsteby A (2015) Raspberry fruit quality changes during ripening and storage as assessed by colour, sensory evaluation and chemical analyses. *Sci. Hort.* 195: 216-225.
- Rutkowski PK, Kruczynska DE, Zurawicz E (2006) Quality and shelf life of strawberry cultivars in Poland. *Acta Hort.* 708: 329-332.
- Tulipani S, Mezzetti B, Capocaso F, Bompadre S, Beekwilder J, Vos C, Çapanoğlu E, Bovy A, Battino M (2008) Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *J Agric. Food Chem.* 56: 696-704.
- TÜİK (2021) Bitkisel üretim istatistikleri (<http://www.tuik.gov.tr>). (Erişim Tarihi: 11 Mayıs 2021).
- Türemiş N, Ağaoğlu YS (2013) Çilek. Üzümsü Meyveler (Editör: YS Ağaoğlu, R Gerçekcioğlu). Tomurcukbağ Ltd. Şti. Eğitim Yayınları No: 1, Ankara, 55-100.

- Voća S, Dobričević N, Dragović-Uzelac V, Duralija B, Družić J, Čmelik Z, Babojelić MS (2008) Fruit quality of new early ripening strawberry cultivars in Croatia. *Food Technology and Biotechnology* 46(3): 292-298.
- Wang SY, Lin HS (2000) Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 140-146.
- Wang SY, Zheng W, Galeta G (2002) Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6534-6542.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* 64: 555-559.



Evaluation of germination responses on the some barley genotypes under saline conditions

Bazı arpa genotiplerinin tuzlu koşullarda çimlenme tepkilerinin değerlendirilmesi

Berk BENLIOĞLU¹, Uğur ÖZKAN¹, Guray AKDOĞAN¹

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Ankara, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1031477](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1031477)

Geliş tarihi / Received: 02.12.2021

Kabul tarihi / Accepted: 16.02.2022

Keywords:

Barley, salinity stress, germination, principal component analysis, gene bank material.

Corresponding author: Uğur ÖZKAN

✉: ugurozkan@ankara.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this research was to determine the responses of some barley genotypes to salinity stress at the germination period.

Methods and Results: Barley seeds provided from the Osman Tosun Gene Bank at Ankara University. Eight six-row barley genotypes (33, 64, 159, 184, 200, 202, 220 and 231) and two six-row barley cultivars (cv Avci-2002 and cv Cetin-2000) were used in this study. Salinity stress was applied to the seeds in four different doses of NaCl (distilled water (0), 75 mM, 150 mM and 225 mM). The experiments were carried out at 25±1°C and dark conditions with triplicate according to completely randomized plot design. In order to determine the salinity tolerance of genotypes in the study; germination speed (%), germination power (%), root length (cm), shoot length (cm), shoot fresh weight (g), shoot dry weight (g), root fresh weight (g) and root dry weight (g) parameters were measured.

Conclusions: As results of these measures, all parameters were found to be statistically significant ($p \leq 0.01$) except for germination power and shoot dry weight. Genotype × NaCl dose interaction was found significantly different at $p \leq 0.01$ level for germination speed and root fresh weight.

Significance and Impact of the Study: Genotype 200 and 220 showed better performance under salinity stress than other genotypes. Also, it can be used as a parental genitor in future breeding studies.

Atif / Citation: Benlioglu B, Ozkan U, Akdogan G (2022) Evaluation of germination responses on the some barley genotypes under saline conditions. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1) : 99-108. DOI: [10.37908/mkutbd.1031477](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1031477)

INTRODUCTION

Salinity and drought are the most common and influential abiotic stress factors that cause significantly plant production losses in the world. More than 800 million hectares of arable land are affected by salinity worldwide (FAO, 2008). This area constitutes more than 6% of the total arable land area in the world. Most of these areas are due to natural causes as a result of the long accumulation of salt in arid and semi-arid regions (Rengasamy, 2002). Salt stress poses a great threat to agricultural production in the future. Salt stress in plants causes basically two types of damage by inhibiting the water intake of the roots and causing ion toxicity (Munns

and Tester, 2008). In plants that exceed their salt carrying capacity in their cytoplasm, leaf injuries then deaths occur (Munns et al., 2006). Thus, the crop yield decreases, and the nutritional and calorie values of the products reduce (Yokoi et al., 2002). During their evolution, plants have developed several defense mechanisms to combat excess salt. Osmotic adjustments, halting of shoot growth, reducing photosynthesis, closure of stomata, sodium transport from leaves to roots are some of these mechanisms (Wu et al., 2013).

Barley is the fourth most produced grain in the world. Hence, barley has many uses, including livestock feed and forage, human food, and malt beverages (Horsley et

al., 2009). It is more tolerant to the salinity than the other cereal crops (Colmer et al., 2006). However, barley is still exposed to significant yield losses due to cultivating marginal lands such as saline areas (Munns and Tester, 2008; Mahmood, 2011). Therefore, examining salt tolerance mechanisms and characterizing high tolerance barley gene resources are crucial for future barley breeding programs (Mian et al., 2011). On the other hand, using elite lines in barley breeding programs resulted in narrowed and uniformed barley germplasm pools that are inadequate to develop new varieties with high tolerance to salt stress. Modern varieties, old varieties, landraces, and closely related species were defined as primary germplasm pools (Harlan and deWet, 1971; von Bothmer et al., 2003) to expand the germplasm resource. In particular, plant breeders show special attention on landraces because of their adaptation ability to particular areas. Barley landraces evaluated at the vegetative growth stage (Chikha et al., 2016), at the germination, early seedling, and maturation stage (Abdel-Ghani et al., 2020), and at the reproductive stage (Allel et al., 2019) were identified as a primary gene resource to enhance the salt tolerance in barley.

Multivariate analysis is the most commonly used method to illustrate the variation in collected germplasm or genotypes. Principal component analysis (PCA) and

cluster analysis (CA) are preferred tools for screening morphological traits of genotypes and grouping them in accordance with their similarities and differences (Mohammadi and Prasanna, 2003; Peeters and Martinelli, 1989). PCA is a multivariate statistical method that provides important information by transforming the obtained data into its basic components and making it a new data series. PCA can be successfully used to analyze big data from experiments to evaluate genotypes (Chikha et al., 2016; Allel et al., 2016; Raza et al., 2017; Sivakumar et al., 2020). The present study was undertaken with the objective to assess and determine the salinity tolerant barley genotypes based on germination traits via multivariate analysis.

MATERIALS and METHODS

Eight six-row barley genotypes preserved in Osman Tosun Gene Bank at Ankara University (register number 33, 64, 159, 184, 200, 202, 220, 231) and two salt-tolerant six-row barley cultivar (cv Cetin-2000 and cv Avci-2002) (Anonymous, 2021) were used as plant materials (Table 1). In order to obtain salt-tolerant barley genotypes, morphological traits were measured at the germination stage. Salt concentrations were applied to seeds at 75 mM, 150 mM, and 225 mM doses, with 0 mM for the control group.

Table 1. Locations of genotypes

Gene Bank No.	Accession No.	Spike Type	Origin
33	63A0912	Short, thick	USA
64	67A06	Long, thick	USA
159	CI6251	Short, thick	Finlandia
184	CI0995	Short, thick	USA
200	CI0997	Short, thick	USA
202	CI1010	Long, sparse	USA
220	CI11025	Long, sparse	USA
231	CI8159	Long, sparse	Argentina
Avci-2002	Registered Cultivar	Long, large	Turkey
Çetin-2000	Registered Cultivar	Long, large	Turkey

Seeds were first sterilized with 2% sodium hypochlorite for 30 min before the germination stage. The germination test was carried out as described by Kaya et al. (2006). Briefly, 25 seeds per genotype were placed between double-layered filter paper with dimensions 25 cm × 25 cm. After applying 10 mL of respective test solutions to each double-layered filter paper with seeds, filter papers were rolled and put into sealed plastic bags to avoid moisture loss. To prevent salt accumulation, the papers were replaced every two days. The seeds were kept at 25 ° C for 7 days in darkness and treated with the

same solutions whenever necessary. The germinated seeds on the 3rd day were counted to calculate germination speed. The germination tests were terminated on the 7th day as described by International Seed Testing Association (ISTA) (ISTA, 2017). The seeds were considered germinated with the emergence of the radicle (≥ 2 mm). The germination experiments were repeated three times with 25 seeds per treatment. Germination power, shoot length, root length, shoot fresh weight, and root fresh weight were measured. In order to determine shoot dry weight and root dry

weight, the fresh weights of the plant materials were kept at 60 ° C for 72 hours, then weighted.

The data obtained in the study were subjected to analysis of variance (ANONA) for the completely randomized design with triplicate using JMP v 13.0 (SAS, 2017) statistics package program to evaluate significant differences among treatments. Duncan's multiple range test was applied to compare the means if there were any significant differences. Percentage data were transformed to arcsine before the analysis of variance. Morphological traits were analyzed as multivariate by using procedures of principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA) with the assist of computer software JMP v 13.0 (SAS, 2017). The other multivariate analysis the most widely used clustering technique, hierarchical clustering was used to determine similarity and dissimilarity in the genotypes. CA was designed on the average distance k-means. Then genotypes in each cluster were analyzed for informative statistics.

RESULTS and DISCUSSION

The distribution of germination speed, germination power, shoot length, root length, shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight at four different salinity levels showed wide fluctuations. The results from the analysis of variance (ANOVA) are given in Table 2. The difference among genotypes was significant in germination speed, root length, shoot length, shoot fresh weight, and root fresh weight at $p \leq 0.01$ level (Table 2). Additionally, root dry weight was significantly different at $p \leq 0.05$ level. The difference among genotypes on germination power and shoot dry weight were insignificant. The difference between salt levels at different concentrations was statistically significant ($p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$) in all parameters except for germination power. It was determined that genotype \times NaCl interaction was significant for germination speed and root fresh weight at $p \leq 0.01$ level, but genotype \times NaCl interaction was insignificant in other parameters examined (Table 2).

Table 2. Analysis of variance and mean square of different salt stress levels in barley genotypes

V.R.	dF	Mean Square							
		Germination Speed	Germination Power	Root Length	Shoot Length	Shoot Fresh Weight	Shoot Dry Weight	Root Fresh Weight	Root Dry Weight
G	9	333.54**	35.30 ns	8.836**	5.418**	0.001645**	0.0002 ns	0.002361**	0.00007*
S	3	3106.46**	24.31 ns	306.842**	357.021**	0.020328**	0.00033*	0.010749**	0.00011**
G \times S	27	216.03**	31.06 ns	1.141 ns	2.627 ns	0.000578 ns	0.0001 ns	0.000608**	0.00002 ns
Error	80	465.49	31.50	26.432	30.532	0.00235	0.0001	0.00179	0.00004
Total	119	107.76	29.90	2.173	1.623	0.00039	0.0001	0.00029	0.00003

Genotype: G, Salinity level: S, **, *: Significantly different from zero at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$, ns: non significant.

Germination speed and germination power (%)

Average germination speed of genotype 33 and 64 (92.71%) were the highest under salt stress levels, while genotype 159 was the lowest. Genotype 184 (100%) had maximum germination percentage, while genotype 200 (94.79%) had minimum germination percentage under salt stress levels (Table 3). Germination speed (96.67-73.16%) and germination percentage (98.33-96.25%) were decreased under increasing salt levels (Table 4). The germination speed of barley genotypes varied from 87.5% to 100% at 0 mM, 87.5% to 100% at 75 mM, 66.6% to 95.8% at 150 mM, 50% to 91.7% at 225 mM, in the same order. Germination power ranged from 87.5% to 100% at 0 mM, 91.7% to 100% at 75 mM, 91.7% to 100% at 150 mM, and 91.7% to 100% at 225 mM (data not shown).

It was observed that salinity has a delayed germination effect on barley genotypes, but it does not significantly affect germination rate. It can be speculated that these parameters were insufficient in determining the tolerance level of genotypes by protecting the germination of genotypes at high salt levels. Genotype 159 and 184 showed 100% germination under all stress doses. In previous studies, germination power decreased with increasing salt level (Zhang et al., 2010, Kirmizi and Bell, 2012; Kanbar and El-Drussi, 2014). However, some genotypes in these studies seem to maintained germination under increased salt levels. Thus, it can be interpreted that the genetic structure controls germination under salinity stress.

Table 3. Mean values of germination traits in accordance with genotypes

L No.	GS (%)	GP(%)	RL (cm)	SL(cm)	SFW (g)	SDW(g)	RFW (g)	RDW (g)
33	92.71 a	96.88	10.65 a	8.61 ab	0.0854 bc	0.0076	0.0558 d-f	0.0056 c
64	92.71 a	98.96	9.69 a-c	7.70 b-d	0.1015 a	0.0093	0.0582 d-f	0.0064 c
159	75.00 c	98.96	10.19 a-c	8.69 ab	0.0797 c	0.0095	0.0723 bc	0.0110 ab
184	87.50 ab	100.0	10.38 ab	8.20 b-d	0.1065 a	0.0124	0.0893 a	0.0115 a
200	87.50 ab	94.79	10.17 a-c	8.72 ab	0.0918 a-c	0.0090	0.0694 b-d	0.0064 c
202	88.54 ab	95.83	9.36 bc	7.49 cd	0.1032 a	0.0082	0.0831 ab	0.0072 bc
220	89.58 ab	97.92	9.99 a-c	9.49 a	0.1067 a	0.0086	0.0672 c-e	0.0057 c
231	85.42 ab	96.88	7.64 d	7.22 d	0.1008 ab	0.0196	0.0535 ef	0.0056 c
2000	83.96 b	95.83	9.98 a-c	8.29 bc	0.0790 c	0.0072	0.0486 f	0.0046 c
2002	91.67 ab	98.96	9.18 c	8.07 b-d	0.0790 c	0.0075	0.0493 f	0.0052 c

GS: Germination speed; GP: Germination percentage; RL: Root length; SL: Shoot Length; SFW: Shoot fresh weight; SDW: Shoot dry weight; RFW: Root fresh weight; RDW: Root dry weight.

Table 4. Mean values of germination traits in accordance under different salinity levels

L No.	GS (%)	GP(%)	RL (cm)	SL(cm)	SFW (g)	SDW(g)	RFW (g)	RDW (g)
0	96.67 a	97.50	13.74 a	12.43 a	0.0996 a	0.0080 a	0.0800 a	0.0095 a
75	92.08 ab	98.33	10.47 b	9.58 b	0.1204 a	0.0146 a	0.0801 a	0.0070 ab
150	87.91 b	97.91	8.50 c	6.30 c	0.0955 b	0.0097 ab	0.0573 b	0.062 ab
225	73.16 c	96.25	6.19 d	4.69 d	0.0579 c	0.0072 b	0.0413 c	0.0050 b

GS: Germination speed; GP: Germination percentage; RL: Root length; SL: Shoot Length; SFW: Shoot fresh weight; SDW: Shoot dry weight; RFW: Root fresh weight; RDW: Root dry weight.

Root length (cm) and shoot length (cm)

Root and shoot length of the barley genotypes were found to significantly decrease with increasing NaCl concentrations from 13.74 cm at 0 mM NaCl to 6.19 cm at 225 mM NaCl for root length and from 12.43 cm at 0 mM NaCl to 4.69 cm at 225 mM NaCl for shoot length (Table 4). Genotype 33 had the longest root length (10.65cm), while genotype 231 had the shortest root length (7.64cm) under salt stress levels. Genotype 220 and 231 were the highest (9.49cm) and lowest (7.22cm) shoot length under salt stress levels, respectively (Table 3). Root length ranged from 11.4 cm to 14.7 cm at 0 mM, 8.4 cm to 11.9 cm at 75 mM, 6.4 cm to 9.9 cm at 150 mM, and 5.4 cm to 7.7 cm at 225 mM. The shoot length ranged from 9.8 cm to 14.8 cm at 0 mM, 7.7 cm to 11.6 cm at 75 mM, 4.5 cm to 7.4 cm at 150 mM, and 3.9 cm to 6.5 cm at 225 mM (data not shown).

Significant reductions in the root-forming capacities of barley genotypes have occurred. The mean root length, which was 13.7 cm in the control group, was reduced by approximately 51.1% at a dose of 225 mM, and then it was measured as 6.2 cm. Genotype 33, 64, 159, 184, and 200 formed more roots by performing superior performance than those in the control group at doses of 75 mM, 150 mM, and 225 mM NaCl. It was emphasized that the root development of plants decreased

significantly with the increasing salt concentration (Zhang et al., 2010, Kirmizi and Bell, 2012; Benlioglu and Ozkan, 2015).

Significant decreases occurred in the shoot length of barley genotypes as a result of the increasing salt level. While the average shoot length of the genotypes in the control group (0 mM) was 12.43 cm, the average shoot length at the highest salt dose (225 mM) was calculated as 4.69 cm. Salt concentration at 250 mM caused a 62.3% reduction in shoot length compared to the control treatment. It has been determined that the shoot length is the one of the most affected parameters by salt stress (Benlioglu and Ozkan, 2015; Benlioglu and Ozkan, 2021). It was determined that the mean shoot length formed by the genotypes 159 (7.48 cm) and 220 (8.00 cm) under stress doses were higher than the shoot length mean of cv Cetin-2000 (7.35 cm) and cv Avcı-2002 (6.66 cm) cultivars. In studies conducted to determine the tolerance of salt in the germination stage, the shoot length is significantly affected by salt concentration (El Madidi et al., 2004; Patterson et al., 2009; Kirmizi and Bell, 2012; Benlioglu and Ozkan, 2015; Benlioglu and Ozkan, 2021) with identical results of this study. In accordance with the results in this study, root and shoot length are very important and selective criteria for determining the salt tolerant of genotypes.

Shoot fresh (g) and dry weight (g)

Genotype 220 had the heaviest shoot fresh weight (0.1067g), while cv Avci 2002 and cv Cetin 2000 had the lightest shoot fresh weight (0.0790g) under salt stress levels. Genotype 231 were the heaviest shoot dry weight (0.0196g) and lightest (0.0072g) under salt stress levels (Table 3). 75 mM salt level was the heaviest shoot fresh weight (0.1204g), while 225 mM was the lightest shoot fresh weight (0.0579g). Similar to shoot fresh weight, 75 mM salt level was the heaviest shoot dry weight (0.0146g) (Table 4). The shoot fresh weight ranged from 0.126 g to 0.076 g at 0 mM, from 0.149 g to 0.098 g at 75 mM, from 0.071 g to 0.122 g at 150 mM, from 0.488 g to 0.073 g at 225 mM. Shoot dry weight ranged from 0.005 g to 0.012 g at 0 mM, from 0.008 g to 0.049 g at 75 mM, from 0.007 g to 0.015 g at 150 mM, from 0.006 g to 0.008 g at 225 mM (data not shown).

Shoot fresh weights of barley genotypes increased by approximately 20% in 75 mM NaCl stress compared to the control dose (0 mM). However, with the increase of salt level, significant decreases occurred in each unit. It can be demonstrated that the reason of that the Na⁺ and Cl⁻ ions that do not have a toxic effect have a stimulating effect on germination and seedling development. Indeed, low concentrations of NaCl might positively affect germination. Chickha et al. (2016), Hellal et al. (2018), Dogru and Kacar (2019), Benlioglu and Ozkan (2020), Ebrahim et al. (2020), Narimani et al. (2020), Benlioglu and Ozkan (2021) agreed with this knowledge. At the highest stress level; the genotype 33, 159, 184, 202, 220 and 231, gained more shoot fresh weight than the cultivars used as controls. It is determined that an increase occurs in shoot fresh weight in 75 mM salt level compared to the control group. However, shoot dry weights decreased at 150 mM and 225 mM NaCl dose. Genotype 64, 159, 184, 200, 202, 220 and 231 produced heavier shoot dry weight than cv Cetin 2000 and cv Avci 2002 at the highest salinity level (225 mM).

Root fresh (g) and dry weight (g)

Genotype 202 had the heaviest root fresh weight (0.0831g), while cv Avci 2002 had the lightest root fresh weight (0.0486g) under salt stress levels. Genotype 184 and cv Avci 2002 were the heaviest (0.0115g) and lightest root dry weight (0.0046g) under salt stress levels, in the same order (Table 3). The heaviest root fresh weight was measured at 75 mM salt level (0.0801g), while the lightest was at 225 mM salt level (0.0413g). Root dry weight was decreased under increasing salt levels (0.0095-0.0050g) (Table 4). Root fresh weight ranged from 0.123 g to 0.049 g at 0 mM, from 0.129 g to 0.059 g at 75 mM, from 0.089 g to 0.040

g at 150 mM, from 0.068 g to 0.025 g at 225 mM. Root dry weight ranged from 0.006 g to 0.024 g at 0 mM, from 0.005 g to 0.011 g at 75 mM, from 0.004 g to 0.009 g at 150 mM, from 0.004 g to 0.009 g at 225 mM (data not shown).

It is observed that root fresh weights of the barley genotypes were not significantly affected by the salt dose at 75 mM compared to those in the control group. However, a sharp decreases occurred in root fresh weight at increasing stress levels. Genotype 159, 184, 200, and 202 had more root fresh weights than cultivars at all stress levels. Root fresh weights of the genotypes did not change between the control group (0 mM) and 75 mM NaCl dose, but root dry weights decreased. The reason of this situation may be explained that relatively low NaCl dose creates ion toxicity in the roots of barley genotypes before osmotic stress. When the average root dry weights of genotypes under all stress doses were examined, it was determined that genotypes 159 and 184 got the highest values. When the root dry weights are examined, with the onset of salt stress, the amount of dry weight formed in the roots of the genotypes has decreased. Genotype 64, 159, 184, 200, 202, 220 and 231 had more root dry weight than cv Cetin 2000 and cv Avci 2002 at all stress levels. Several previous studies noted that increasing salt concentration adversely affects the root fresh and dry weight (Chickha et al., 2016; Hellal et al., 2018; Dogru and Kacar, 2019; Benlioglu and Ozkan, 2020; Ebrahim et al., 2020; Narimani et al., 2020; Benlioglu and Ozkan, 2021).

Multivariate analysis of genotypes

Multivariate analysis has many benefits, such as improved efficiency for genotypic distinction as various characteristics are exposed to analysis together (Aslam et al. 2017). The distinction of genotypes is also made simultaneously under different salt stress to evaluate salt tolerance that generally provides tolerance to more comprehensive salt stress levels (Zeng et al., 2002). The principal component analysis is a multivariate data analysis method that can be applied to identify the similarities and differences among several factors for salt tolerance (Rana et al. 2015).

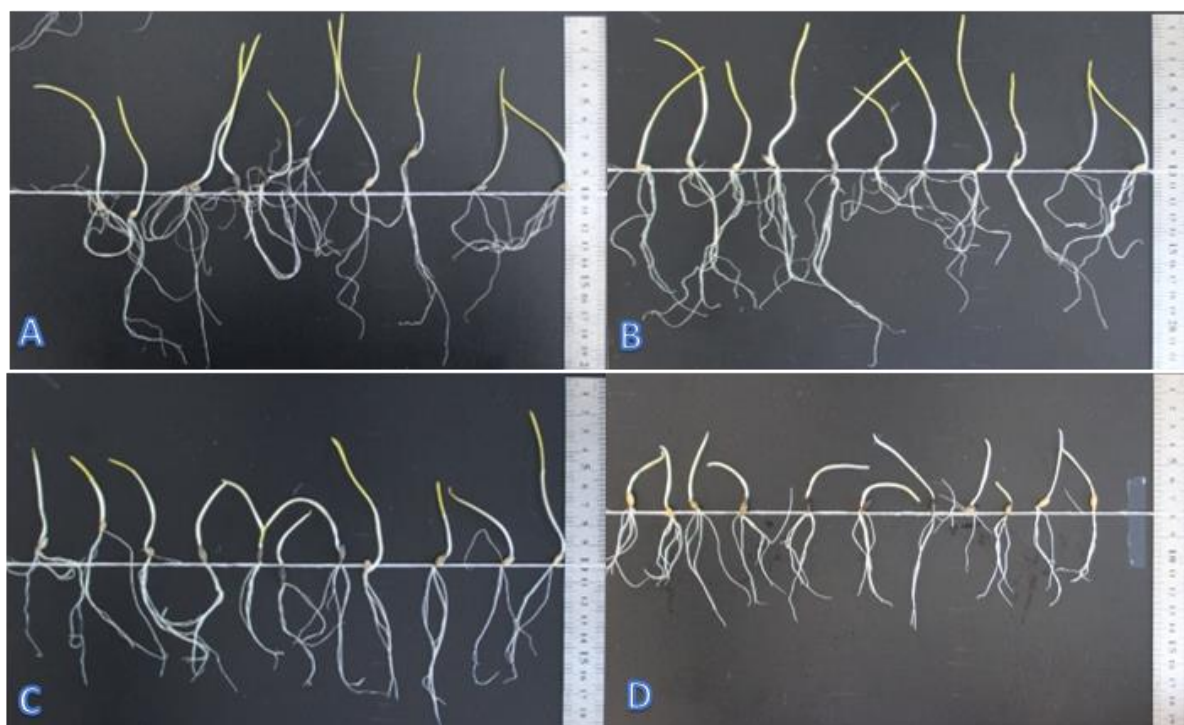
Principal component analysis (PCA) revealed a high level of variation among the genotypes. The variation studied with PCA showed that the first two principal components contributed 54.23% of the total variance among the nine germination traits under non-stress conditions. The first two principal components contributed 57.00%, 60.58% and 64.91% of the total variance among the nine germination traits for 75 mM, 150 mM and 225 mM salinity stress levels respectively (Table 5). The first two

principal components were plotted graphically to show the similarities among genotypes at different salinity levels (Figure 2). The graphs were designed by computing each trait individually to separate stress level. Besides, the graphs showed the variability of genotypes

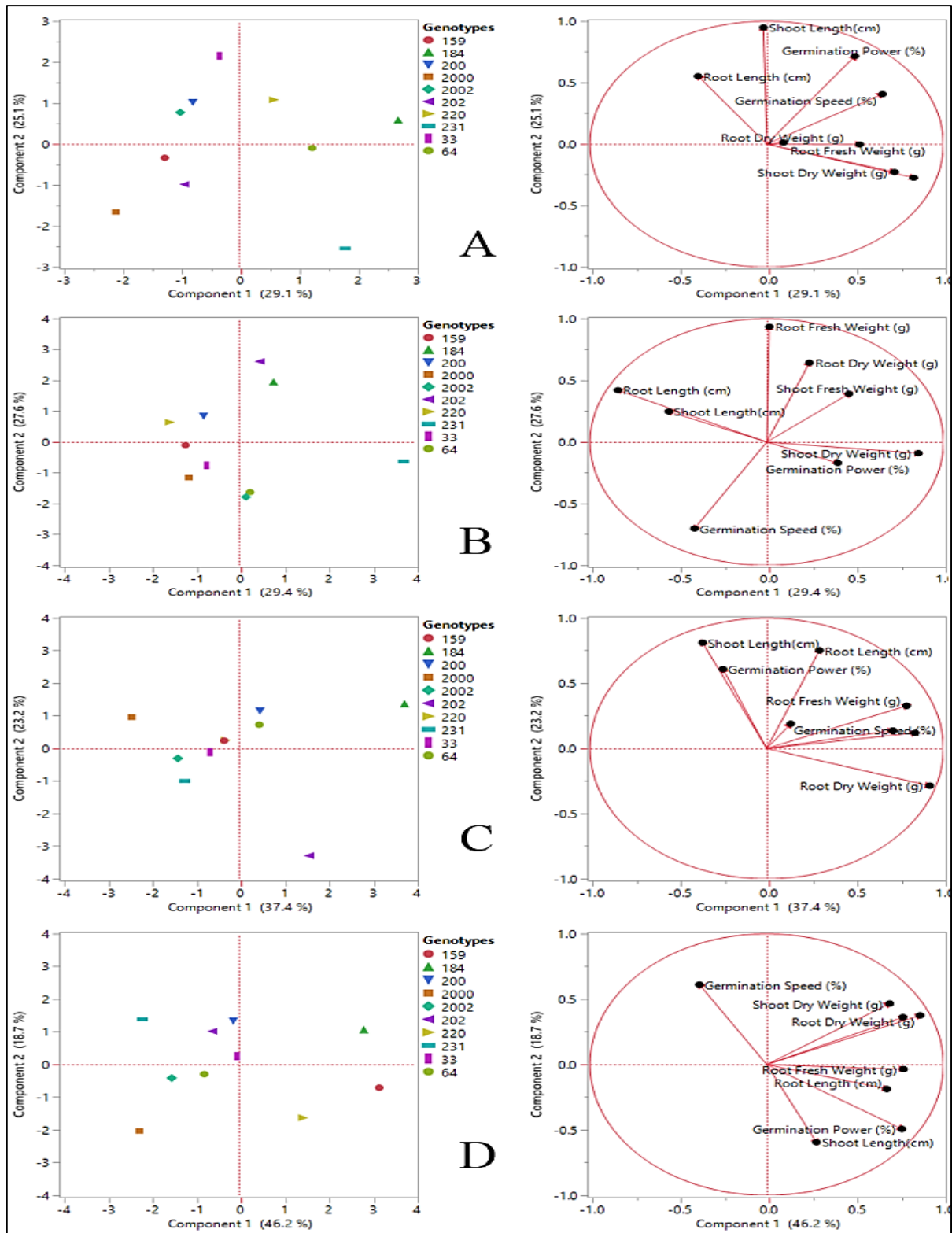
for the nine germination parameters in the study. It can be concluded that wide genetic variability exists among the genotypes based on the distribution model of the under the different salinity stress levels of genotypes on the PCA graphs (Figure 2).

Table 5. Principal component analysis of morphological variation of barley genotypes. Eigenvectors and eigenvalues of the principal components, total variance (%) and cumulatives (%) of germination traits

Stress Level	Principal Components	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8
Control	Eigenvalue	2.33	2.01	1.46	0.86	0.81	0.36	0.13	0.05
	Variance (%)	29.10	25.13	18.22	10.77	10.08	4.50	1.61	0.59
	Cumulative (%)	29.10	54.23	72.46	83.23	93.30	97.80	99.41	100.00
75 mM	Eigenvalue	2.35	2.21	1.29	1.03	0.85	0.21	0.05	0.00
	Variance (%)	29.41	27.59	16.17	12.88	10.65	2.68	0.61	0.02
	Cumulative (%)	29.41	57.00	73.17	86.05	96.69	99.37	99.98	100.00
150 mM	Eigenvalue	2.99	1.85	1.48	0.89	0.64	0.10	0.03	0.01
	Variance (%)	37.42	23.17	18.49	11.17	8.03	1.25	0.35	0.12
	Cumulative (%)	37.42	60.58	79.07	90.25	98.28	99.53	99.88	100.00
225 mM	Eigenvalue	3.70	1.49	1.04	0.79	0.70	0.19	0.06	0.02
	Variance (%)	46.24	18.67	13.06	9.92	8.80	2.41	0.71	0.19
	Cumulative (%)	46.24	64.91	77.97	87.89	96.69	99.10	99.81	100.00



A: control group of all genotypes (0 mM); B: 75 mM; C:150 mM; D:225 mM
Figure 1. Distribution of root and shoot length in different salt levels



A: control group of all genotypes (0 mM); B: 75 mM; C:150 mM; D:225 mM

Figure 2. Classification of barley genotypes along the first and second principal components based on characterization of germination traits under different salinity levels

Chikha et al. (2016) applied NaCl at 0 mM, 200 mM and 250 mM levels to barley genotypes during vegetative development periods. The responses of genotypes to salt stress were evaluated by PCA. The effect of the first

two principal components on the total variation, respectively; they stated that it was 43.92%, 64.99% and 59.46% and that the genotypes with high tolerance were located close to the tolerance indicators in the PCA

graphs. Aslan et al (2016) determined the salt stress tolerance of bread wheat and einkorn genotypes during the germination period. In the PC analysis, they reported that the first PC1 had an effect on the total variation at the rate of 71.946% and the PC2 at the rate of 11.098%. Aslam et al. (2017) investigated the tolerances of 15 lentil genotypes to different salt stresses in the early period using the PCA technique. They determined that the total variation in NaCl stress of the first two principal components; 0 mM, 50 mM, 100 mM and 150 mM accounted for 61.57%, 63.05%, 66.44% and 58.39%,

respectively. Gungor et al. (2021) screened the salt stress tolerance of oat genotypes during germination by PCA method. It was stated that the first two principal components accounted for 50.3% of the total variation in the traits studied in stress-treated oat genotypes. The results we obtained from this study were in parallel with these studies. The phylogenetic tree of barley genotypes for germination traits was presented in Figure 3. The closest genotypes were 33 and 202, while the furthest genotypes are 33 and 159, according to the cluster grouping.

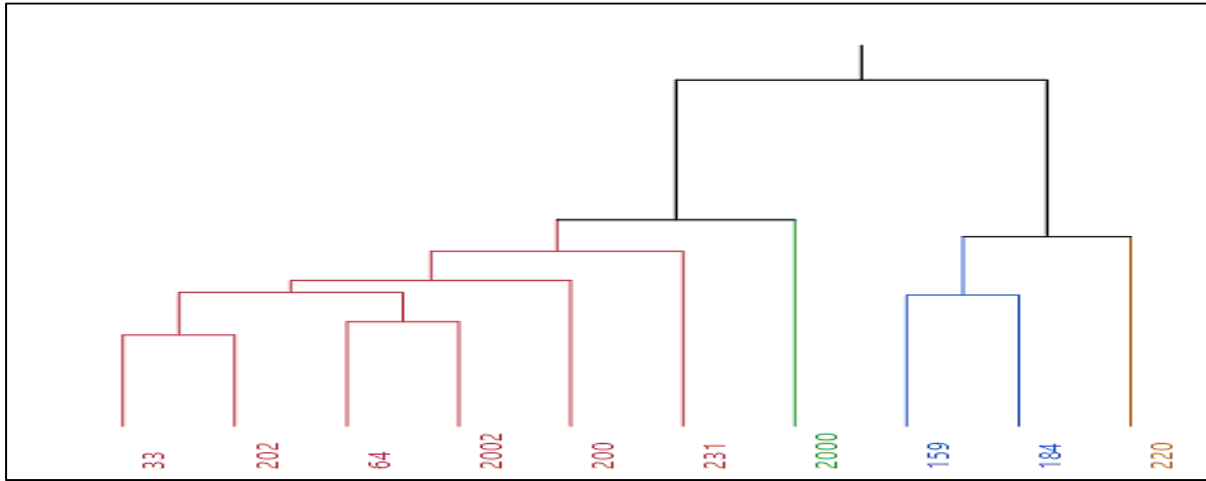


Figure 3. Phylogenetic tree for barley genotypes for germination traits under 225 mM NaCl salinity level

In conclusion, genotype 200 and 220 showed prominent characters in all examined parameters than in registered cultivars. Genotype 33 and 159 obtained higher values in all parameters except germination speed and germination power than those of in registered cultivars. According to the parameters examined, genotype 202 and 231 had lower values than registered cultivars. Confirming to these results, the tolerances of barley genotypes to salt stress was determined; Genotype 200 and 220 were high tolerant, genotype 33 and 159 were moderate tolerant, and genotype 202 and 231 were salt sensitive. It was concluded that the more comprehensive studies conducted on the barley genotypes preserved in the Osman Tosun Gene Bank could be revealed new gene resources against salt tolerance in barley.

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı, bazı arpa genotiplerinin çimlenme döneminde tuzluluk stresine karşı tepkilerini belirlemektir.

Yöntemler ve Bulgular: Arpa tohumları Ankara Üniversitesi Osman Tosun Gen Bankası'ndan temin edilmiştir. Bu çalışmada sekiz adet altı sıralı arpa genotipi

(33, 64, 159, 184, 200, 202, 220 ve 231) ve iki adet altı sıralı arpa çeşidi (Avcı-2002 ve Çetin-2000) kullanılmıştır. Tohumlara dört farklı NaCl dozunda saf su (0), 75 mM, 150 mM ve 225 mM tuzluluk stresi uygulanmıştır. Deneme tesadüf parseller deneme desenine göre, 25±1°C'de ve karanlık koşullarda üç tekrarlamalı olarak uygulanmıştır. Çalışmada yer alan genotiplerin tuzluluk toleransını belirlemek için; çimlenme hızı (%), çimlenme gücü (%), kök uzunluğu (cm), fide uzunluğu (cm), fide yaş ağırlığı (g), fide kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) parametreleri ölçülmüştür.

Genel Yorumlar: Bu ölçümler sonucunda çimlenme gücü ve fide kuru ağırlığı dışındaki tüm parametreler istatistiksel olarak anlamlı ($p \leq 0.01$) bulunmuştur. Genotip \times NaCl doz etkileşimi, çimlenme hızı ve kök yaş ağırlığı için $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Genotip 200 ve 220, diğer genotiplere göre tuzluluk stresi altında daha iyi performans göstermiştir. Ayrıca gelecekteki ıslah çalışmalarında ebeveyn genitoru olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arpa, tuzluluk stresi, çimlenme, temel bileşenler analizi, gen bankası materyali

CONFLICT OF INTEREST

We have no conflict of interest to declare.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Abdel-Ghani AH, Al-Abbsi K, Thaher N, Al-Dalain S, Al-Rabadi G, Al-Nasir F (2020) Phenotypic response of barley landrace and its wild progenitor *Hordeum spontaneum* from Jordan to salt stress. *Aust. J. Crop Sci.* 14(7): 1109-1120.
- Allel D, Ben-Amar A, Badri M, Abdelly C (2016) Salt tolerance in barley originating from harsh environment of North Africa. *Aust. J. Crop Sci.* 10: 438-451.
- Allel D, BenAmar A, Badri M, Abdelly C (2019) Evaluation of salinity tolerance indices in North African barley accessions at reproductive stage. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 55(2): 61-69.
- Anonymous (2021) Republic of Turkey Ministry Of Agriculture And Forestry, Field Crops Central Research Institute. Varieties Catalog. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Sayfalar/EN/AnaSayfa.asp>. Access date: 11.6.2021.
- Aslam M, Maqbool MA, Zaman QU, Shahid M, Akhtar MA, Rana AS (2017) Comparison of different tolerance indices and PCA biplot analysis for assessment of salinity tolerance in lentil (*Lens culinaris*) genotypes. *Int. J. Agric. Biol.* 19(3).
- Benlioglu B, Ozkan U (2015) Determination of responses of some barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) to salt stress in different doses at the germination period. *J Field Crops Cent. Res. Inst.* 24(2): 109-114.
- Benlioglu B, Ozkan U (2020) Germination and early growth performances of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes under salinity stress. *Journal of Tekirdag Agriculture Faculty* 17(3): 318-328.
- Benlioglu B, Ozkan U (2021) The influence of salinity and drought stress on some oat cultivars (*Avena sativa* L.) by determining some stress indexes and growth performances at the germination stage. *Fresenius Env. Bulletin* 31(1): 771-778.
- Chikha MB, Hessini K, Ourteni RN, Ghorbel A, Zoghalmi N (2016) Identification of barley genotypes with contrasting salinity tolerance at vegetative growth stage. *Plant Biotechnol.* 33(4): 287-295.
- Colmer TD, Flowers TJ, Munns R (2006) Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *J. Exp. Bot.* 57: 1059-1078.
- Doğru A, Kaçar MY (2019) A preliminary study on salt tolerance of some barley genotypes. *Sakarya University, Institute of Natural Sciences* 23(5): 755-762.
- Ebrahim F, Arzani A, Rahimmalek M, Sun D, Peng J (2020) Salinity tolerance of wild barley *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*. *Plant Breeding* 139(2): 304-316.
- El Madidi S, El Baroudi I, Aameur FB (2004) Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Journal of Agricultural Biology* 6: 767-770.
- Gungor, H, Cikili Y, Dumlupınar Z (2021) Screening of oat varieties and genotypes at early vegetative stage under salt stress conditions: Morpho-physiological and PCA biplot analysis. *Cereal Res. Commun.* 49: 587-597.
- Harlan JR, de Wet JM (1971) Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon* 20(4): 509-517.
- Hellal F, Amer A, Azab KE, Zewainy R (2018) Impact of irrigation water salinity on germination and seedling growth of Egyptian barley cultivars. *J. Agric. Sci. Technol. B* 8(5): 290-302.
- Horsley RD, Franckowiak JD, Schwarz PB (2009) Barley. In *Cereals*. Springer, New York, NY. pp. 227-250.
- ISTA (2017) International Rules for Seed Testing; International Seed Testing Association: Bassersdorf, Switzerland.
- Kanbar A, El-drussi I (2014) Effect of salinity stress on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties. *Adv. Environ. Biol. J.* 8: 244-247.
- Kaya MD, Okcu G, Atak M, Cikili, Y, Kolsarıcı O (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.* 24(4): 291-295.
- Kirmizi S, Bell RW (2012) Responses of barley to hypoxia and salinity during seed germination, nutrient uptake, and early plant growth in solution culture. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 175: 630-640.
- Mahmood K (2011) Salinity tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.): effects of varying NaCl, K/Na and NaHCO₃ levels on cultivars differing in tolerance. *Pak. J. Bot.* 43(3): 1651-1654.
- Mian A, Oomen RJ, Isayenkov S, Sentenac H, Maathuis FJ Véry AA (2011) Over-expression of an Na⁺-and K⁺-permeable HKT transporter in barley improves salt tolerance. *Plant J.* 68(3): 468-479.
- Mohammadi SA, Prasanna BM (2003) Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Sci.* 43: 1235-1248.

- Munns R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. *Annu Rev Plant Biol* 59: 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Munns R, James RA Läuchli (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp. Bot.* 57(5): 1025-1043. <https://doi.org/10.1093/jxb/erj100>
- Narimani T, Toorchi M, Tarinejad AR, Mohammadi SA, Mohammadi H (2020) Physiological and Biochemical evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salinity stress. *J. Agric. Sci. Technol.* 22(4): 1009-1021.
- Patterson JH, Newbiggin E, Tester M, Bacic A, Roessner U (2009) Metabolic responses to salt stress of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars, Sahara and Clipper which differ in salinity tolerance. *J. Exp. Bot.* 60(14): 4089-4103.
- Peeters JP, Martinelli JA (1989) Hierarchical cluster analysis as a tool to manage variation in germplasm collections. *Theor. Appl. Genet.* 78: 42-48.
- Rana V, Ram S, Sendhil R, Nehra K, Sharma I (2015) Physiological, biochemical and morphological study in wheat (*Triticum aestivum* L.) RILs population for salinity tolerance. *J. Agric. Sci. (Tor)* 7(10): 119.
- Raza MA, Saeed A, Munir H, Ziaf K, Shakeel A, Saeed N, Munawar A, Rehman F (2017) Screening of tomato genotypes for salinity tolerance based on early growth attributes and leaf inorganic osmolytes. *Arch. Agron. Soil Sci.* 63: 501-512.
- Rengasamy P (2002) Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview. *Aust. J. Exp. Agric.* 42: 351-61.
- SAS Institute Inc (2017) JMP® Statistical Discovery Software, version 13.0; – SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sivakumar J, Prashanth JEP, Rajesh N, Reddy SM, Pinjari OB (2020) Principal component analysis approach for comprehensive screening of salt stress-tolerant tomato germplasm at the seedling stage. *J. Bioscie.* 45(1): 1-11.
- Von Bothmer R, Sato K, Komatsuda T, Yasuda S, Fischbeck G (2003) The domestication of cultivated barley. *Diversity in Barley*. Edited by Bothmer R von, Hintum T van, Knüpffer H, Sato K. Amsterdam: Elsevier Science: 9-27.
- Wu D, Shen Q, Cai S, Chen ZH, Dai F, Zhang G (2013) Ionic responses and correlations between elements and metabolites under salt stress in wild and cultivated barley. *Plant Cell Physiol.* 54(12): 1976-1988.
- Yokoi S, Bressan RA, Hasegawa PM (2002) Salt stress tolerance of plants. *JIRCAS working report* 23(1): 25-33.
- Zhang H, Irving LJ, McGill C, Matthew C, Zhou DW, Kemp P (2010) The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. *Ann. Bot.* 106: 1027-1035.
- Zeng L, Shannon MC, Grieve CM (2002) Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by multiple agronomic parameters. *Euphytica* 127: 235-245.



Lamb development traits and phenotypic correlations between different body measurements and fattening performance characteristics in Awassi sheep

İvesi koyunlarında kuzu gelişme özellikleri ve farklı vücut ölçüleri ile besi performansı özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar

Pınar KUTAN¹ , Mahmut KESKİN² 

¹Mustafa Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences Antakya, Hatay, Turkey.

²Mustafa Kemal University, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture Antakya, Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1064499](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1064499)

Geliş tarihi /Received:28.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:28.02.2022

Keywords:

Live weight, measurements, fattening.

 Corresponding author: Mahmut KESKİN

 mkeskin@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study was to investigate lamb growth from birth to weaning and the relationships between different body measurements with fattening characteristics for Awassi sheep lambs.

Methods and Results: This study was carried out with Awassi sheep lambs reared in Kilis province of Türkiye. Lambs are weaned at 60 days of age. Twenty head of male lambs, with similar weaning weights and approximately 3 months of age (between 80-95 days) were selected in order to determine the fattening performance of the lambs born in the flock. The lambs were weighed at 14-day intervals in the fattening period, which continued for 70 days. The lambs consumed the concentrate containing 16% crude protein and 2600 kcal ME and alfalfa hay as ad lib. Birth and weaning weights of the lambs were determined as 4.29±0.061 kg and 12.93±0.209 kg, respectively. The daily weight gain and feed conversion ratio were calculated as 241.0±9.83 g and 5.4, which continued for 70 days of fattening period.

Conclusions: Positive and significant phenotypic correlations were determined between the live weights of the dams and the birth weights of the lambs. In addition, a positive and high phenotypic correlation was determined between body length and live weight at the end of the fattening for the lambs.

Significance and Impact of the Study: At the end of the study, it was determined that the birth season affects the development of the lambs, there is a positive relationship between body length and final fattening weight for the lambs. For this reason, spring births in Awassi sheep production can be recommended to the breeders. In addition, it may be recommended to consider body length for choosing fattening material.

Atif / Citation: Kutun P, Keskin M (2022) Lamb development traits and phenotypic correlations between different body measurements and fattening performance characteristics in Awassi sheep. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1) : 109-114. DOI: 10.37908/mkutbd.1064499

INTRODUCTION

Selection of breeding stocks according to objective criteria, unfortunately, is not be done except for state enterprises in sheep rearing in Türkiye. Likewise, people who want to invest in sheep breeding have to visually,

that is, subjectively, evaluate the animals that can be select in order to form a new flock. The knowledge of people who are believed to be experienced in animal husbandry comes to the fore in this evaluation. In this regard, different information about the subjective evaluation of dairy or beef animals has been

shared among people for many years. There are even different book chapters written about what to pay attention to in this regard. In these chapters, there are different details such as that the dairy animal had a smaller and delicate head, its neck should be longer, the features of the rib angles, and the side view of the body being more triangular etc. (Özcan, 1992; Bıyıkoğlu, 2009).

One of the animals that should be evaluated in this context and which is important in sheep breeding is Awassi sheep. Awassi sheep is a breed known for its high milk yield, reared in Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis, Hatay and Adana provinces. Although the fertility of this breed is not high, its fattening characteristics are at acceptable levels when compared with other indigenous sheep breeds. There are many studies on the different yield characteristics of this breed, whose homeland is the Mesopotamian region (Şahin et al., 2003; Kaya et al., 2006; Keskin et al., 2007; Tekel et al., 2007; Gül et al., 2010; Keskin et al., 2010; Gül et al., 2019; Gül et al., 2020).

In Awassi sheep rearing, subjective criteria rather than objective criteria are taken into consideration in selection of breeding stocks. The aims of this article were (a) determined the effects of some environmental factors on the birth and weaning weight, (b) determined the phenotypic correlations between lamb development characteristics, different body measurements and fattening performance characteristics for Awassi sheep.

MATERIALS and METHODS

The animal material of the study consisted of lambs born in a flock of Awassi sheep reared in Kilis province of Türkiye. The lambs were weaned at 60 days of age. Twenty head of male and single born lambs, with similar weaning weights and approximately 3 months of age (between 80-95 days) were selected in order to determine the fattening performance of the lambs born in the flock. Birth and weaning weights of the lambs were determined by weighing with a scale.

Body weight, withers height, rump height, body length, anterior chest width, chest depth, chest circumference, leg height measurements were determined in the lambs after weaning. Body measurements were taken with a measuring tape, measuring compass and tape.

The lambs were given an adaptation period of 7 days to observe the metabolic consequences of the feed ingredients. They were weighed for three days at the same time without starving in order to determine the beginning weight for fattening. The lambs were

weighed at 14-days intervals in the fattening period, which continued for 70 days. The weights at the beginning and end of the fattening, feed conversion rates and daily live weight gain were determined for the lambs. Vitamins A, D and E (ADEMIN®), antiparasitic injection and enterotoxaemia vaccine were applied to the lambs at the beginning of the fattening. The lambs consumed the concentrate containing 16% crude protein and 2600 kcal ME and alfalfa hay as ad-libitum. The ration contained 80% of the concentrate and 20% of the hay. The feed was given by weighing daily, and the remaining feed was taken by weighing from the feeders the next day for the determination of feed consumption during the fattening period. From this difference, firstly the daily feed consumption of the 20 lambs was calculated as a group, and then individual consumption was calculated by dividing this amount by 20.

The means, standard errors and correlations between different traits were calculated by the obtained data with the SPSS package program (Version 22.00, SPSS, IBM, NY, USA).

RESULTS and DISCUSSION

Variation of birth weight and weaning weight in lambs depending on different environmental factors were given in Table 1.

As can be seen from Table 1, the mean birth weight for single born lambs from the experimental ewes was calculated to be higher than that for twin born lambs ($P < 0.01$). This difference decreased in the suckling period and was statistically not significant at weaning ($P > 0.05$). This result is remarkable in that it shows that the milk yield of the dams is sufficient for twin lambs. On the other hand, lambs born in the spring period were heavier both at birth ($P < 0.01$) and at weaning ($P < 0.05$) than those born in the autumn period. This may be due to the management of the animals in semi-intensive conditions and the better pasture conditions in the spring. As stated by Görgülü (2009), in addition to other factors, birth weight is closely related to the feeding during pregnancy and weaning weight is closely related to the nutrition of both dams and lambs during the suckling period. Contrary to what is generally known the difference between male and female lambs for birth weight and weaning weight were found to be statistically not significant. But, there are studies showing that birth weight in Awassi lambs is affected by gender (Yakan et al., 2012; Juengel et al., 2018; Al-Momani et al., 2020), as well as studies showing that it is not (Şireli et al., 2015; Boran, 2018; Gül et al., 2020;

Gül and Oflaz, 2021). In the studies conducted by different researchers (Kul and Akcan, 2002; Boran, 2018) the birth weight of Awassi lambs was reported as close to the results obtained in the current study. In the study of Kul and Akcan (2002), they reported that the weaning weight in the 105-day period was 15.39 kg. The difference between weaning weights in our current study and in the study by Kul and Akcan (2002) may be

due to the difference in suckling time. Kul et al. (2006) reported in another study that the birth weight (4.06 kg) for Awassi lambs was similar to the present study, while the weaning weight on the 105th day was different (14.56 kg). It is seen that the birth weight values determined in the current study are also similar to the values reported by Tekel et al. (2007) and Şireli and Tekel (2013).

Table 1. Variation of birth weight and weaning weight in lambs depending on different environmental factors

	Birth weight	Weaning weight
Birth season		
Spring	4.73±0.113 (20)	15.46±0.388 (20)
Autumn	4.22±0.067 (91)	11.48±0.215 (89)
	P<0.01	P< 0.05
Birth type		
Single	4.36±0.064 (89)	13.22±0.209 (88)
Twin	3.91±0.163 (22)	11.60±0.611 (21)
	P<0.01	P> 0.05
Gender		
Male	4.34±0.074 (57)	13.05±0.297 (56)
Female	4.24±0.099 (54)	12.80±0.296 (53)
	P> 0.05	P> 0.05
Total	4.29±0.061 (111)	12.93±0.209 (109)

Table 2. Correlations between dams' live weights and birth and weaning weights of the lambs

	Dams' live weight	Birth weight	Weaning weight
Dams live weight	1	0.214*	0.162
Birth weight		1	0.413**
Weaning weight			1

* P< 0.05; **. P< 0.01.

As can be seen in Table 2, significant correlations were calculated between the live weights of the dams and the birth weights of the lambs, and between the birth weights and the weaning weights of lambs. The average live weight of the dams was calculated as 45.19±0.99 kg in the study. Koyuncu et al., (2018) reported that in their study with Kivırcık lambs, lambs of heavier mothers were also heavier, but the difference was statistically not significant and there was a significant correlation between birth weight and weaning weight.

Different body measurements were determined before the fattening study performed after weaning in the lambs used as fattening material in the experiment. Means and standard errors calculated using these data are given in Table 3. As can be seen from this Table, the mean body length, withers height, rump height, chest depth, chest circumference, anterior chest width and leg height values were calculated as 49.10 cm, 52.83 cm, 53.56 cm, 21.53 cm, 60.10 cm, 13.88 cm and 36.80 cm, respectively for the lambs.

Table 3. Different body measurements in experimental fattening lambs

	n	mean	Standard error	Minimum	Maximum
Body length	20	49.10	0.628	44.00	56.00
Withers height	20	52.83	0.396	50.00	57.00
Rump height	20	53.56	0.420	50.00	57.50
Chest depth	20	21.53	0.219	20.00	23.50
Chest circumference	20	60.10	0.486	56.00	64.00
Anterior chest width	20	13.88	0.214	13.00	17.00
Leg height	20	36.80	0.304	34.00	40.00
Daily weight gain	20	241.00	9.831	154.29	307.14

The lambs were taken to fattening with an average of 22 kg live weight (Table 4). During the seventy-day fattening period, the average daily live weight gain and the feed conversion ratio were calculated as 241.0 g and 5.4 in lambs consuming an average of 1304.2 g/day feed. It is seen that the fattening performance values obtained in the present study are compatible with the values reported by Tekel et al., (2007). They reported

the values of initial and finishing live weights, daily live weight gains and daily feed consumption as 20.75 kg, 36.07 kg, 255 g and 1382 g, respectively for Awassi lambs during the 60-day fattening period. These values also show similarities with the fattening performance values reported for Awassi lambs by different researcher (Şireli and Tekel, 2013; Khadle and Karabacak, 2018).

Table 4. Different fattening performance characteristics in lambs (mean±standard error)

Live Weights (kg)					
Initial	14th day	28th day	42nd day	56th day	70th day
22.0±0.45	26.6±0.59	29.4±0.63	31.4±0.76	34.5±0.79	38.9±0.81
Average Daily Feed Consumption (g)					
1-14 days	15-28 days	29-42 days	43-56 days	57-70 days	Overall
1020.9	1175.4	1317.1	1477.9	1529.3	1304.2
Daily Weight Gain (g)					
1-14 days	15-28 days	29-42 days	43-56 days	57-70 days	Overall
325.4±25.13	202.1±22.11	150.0±15.77	212.3±19.35	315.2±19.30	241.0±9.83
Feed Conversion Ratio					
1-14 days	15-28 days	29-42 days	43-56 days	57-70 days	Overall
3.1	5.8	8.8	7.0	7.9	5.4

Table 5. Phenotypic correlations between body measurements and daily live weight gain in fattening and body weight at the end of fattening

	BL	WH	RH	CD	CC	ACW	LH	DWG	FW
BL	1	0.136	0.432	0.477*	0.740**	0.210	0.474*	0.346	0.639**
WH		1	0.510*	0.215	0.053	0.467*	0.629**	0.109	0.190
RH			1	0.549*	0.533*	0.451*	0.695**	0.023	0.380
CD				1	0.444	0.214	0.497*	-0.075	0.218
CC					1	0.057	0.434	0.083	0.522
ACW						1	0.585**	0.155	0.245
LH							1	-0.124	0.566

BL, body length; WH, withers height; RH, rump height; CD, chest depth; CC, chest circumference; ACW, anterior chest width; LH, leg height; DWG, daily weight gain; FW, final weight.

The correlation coefficients between body measurements, daily live weight gain and final body weight values at the fattening are given in Table 5. As can be seen from this table, significant and positive

phenotypic correlations have been identified between different body measurements ($P < 0.05$ and $P < 0.01$). However, phenotypic correlation ($r = 0.639$) between body weight and body length at the end of fattening is

important in terms of the advantage it will provide in the selection of animals to be fattened ($P<0.01$). Eken (2019) also stated that there are significant phenotypic correlations between live weight and different body measurements in lambs. Similarly, in a study conducted by Taşkın et al. (1999) with a crossbred genotype, it was reported that there was a positive relationship between live weight at the end of fattening and body length, chest width and rump width.

In conclusion, positive and significant phenotypic correlations were determined (a) between the live weights of the dams and the birth weights of the lambs, (b) between the birth and weaning weights of the lambs, (c) between body length and live weight at the end of fattening for the lambs. It was also stated that the birth season affects the development of the lambs. For these reason, spring births can be recommended to the breeders in Awassi sheep production. In addition, it may be recommended to consider body length when choosing fattening material.

ÖZET

Amaç: Amaç, İvesi koyunlarında doğumdan sütten kesime kadar kuzu büyümesini ve farklı vücut ölçüleri ile besi özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışma, Türkiye'nin Kilis ilinde yetiştirilen İvesi koyun kuzuları ile yürütülmüştür. Kuzular 60 günlükken sütten kesilir. Sürüden doğan kuzuların besi performansını belirlemek için yaklaşık 3 aylık (80-95 gün arası) benzer sütten kesim ağırlıklarına sahip 20 baş erkek kuzu seçilmiştir. Yetmiş gün devam eden besi döneminde kuzular 14 gün aralıklarla tartılmıştır. Kuzular ad lib olarak %16 ham protein ve 2600 kcal ME içeren konsantreyi ve yonca kurusunu tüketmiştir. Kuzuların doğum ağırlıkları $4,29\pm 0,061$ kg ve sütten kesim ağırlıkları $12,93\pm 0,209$ kg olarak belirlendi. Yetmiş günlük besi dönemi boyunca günlük ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranı 241.0 ± 9.83 g ve 5.4 olarak hesaplanmıştır.

Genel Yorum: Çalışmanın sonuçları olarak; Anaların canlı ağırlıkları ile kuzuların doğum ağırlıkları arasında pozitif ve anlamlı fenotipik korelasyonlar belirlendi. Ayrıca kuzularda besi sonunda vücut uzunluğu ile canlı ağırlık arasında pozitif ve yüksek bir fenotipik korelasyon tespit edilmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Araştırma sonucunda, doğum mevsiminin kuzuların gelişimini etkilediği, kuzularda vücut uzunluğu ile son besi ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yetiştiricilere, İvesi koyunu yetiştiriciliğinde bahar doğumları önerilebilir. Ayrıca besi materyali seçiminde

vücut uzunluğunun da dikkate alınması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Canlı ağırlık, ölçüler, besi.

ACKNOWLEDGEMENTS

This manuscript is part of an MSc thesis titled "Relationships between Different Body Characteristics and Yield Characteristics in Awassi Sheep". The authors would like to thank HMKU Coordinatorship of Scientific Research Projects (Project No: 19.YL.015) for financial support to the study.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest in the study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Al-Momani A, Ata M, Al-Najjar KA (2020) Evaluation of weight and growth rates of Awassi sheep lambs. AJRAVS 5(3): 26-32.
- Bıyıkoğlu K (2009) Genel Zootečni. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 231, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 117, Ders Kitapları Serisi No: 15, Erzurum, 316s.
- Biçer O, Keskin M, Gül S, Gündüz Z, Oflaz NZ, Behrem S (2019) Kahverengi ve siyah başlı İvesi koyunlarının verim özellikleri yönünden karşılaştırılması. MKU. Tar. Bil. Derg. 24(1): 58-61.
- Boran Ö (2018) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen İvesi ve Çukurova Et koyunlarının döl verimi ile kuzularının büyüme performansının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bil. Ens., Zootečni ABD, 69 s.
- Eken Ö (2019) Karacabey Merinosu koyunlarında canlı ağırlık ve çeşitli vücut ölçüleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bil. Enst., Zootečni ABD, 53 s.
- Gül S, Keskin M (2010) Reproductive characteristics of Awassi ewes under Cornell alternate month accelerated lambing system. Ital. J. Anim. Sci. 9, e49, 255-259.
- Gül S, Keskin M, Güzey YZ, Behrem S, Gündüz Z (2019) Path analysis of the relationship between weaning weight and some morphological traits in Awassi lamb. KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 22(Ek Sayı 2): 431-435.

- Gül S, Keskin M, Biçer O, Gündüz Z, Behrem S (2020) Effects of different lambing season on some reproductive characteristics of ewes and growth performance of lambs in Awassi sheep. *Livestock Studies* 60(1): 32-36.
- Gül S, Oflaz NZ (2021) Gaziantep ve Kilis illerinde yetiştirilen İvesi koyunlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Derg.* 18(1): 146-156.
- Juengel JL, Davis GH, Wheeler R, Dodds KG, Peter D, Johnstone PD (2018) Factors affecting differences between birth weight of littermates (BWTD) and the effects of BWTD on lamb performance. *Anim. Reprod. Sci.* 191: 34-43.
- Kaya Ş, Keskin M, Gül S (2006) Effects of *Yucca schidigera* extract (Dk 35 Powder) on Awassi lambs performance. *J. Anim. Vet. Adv.* 5(1): 57-59.
- Keskin M, Gül S, Şahin A, Kaya Ş, Duru M, Görgülü Ö, Şahinler S, Biçer O (2007). Effects of feed refreshing frequency on growth and carcass characteristics of Awassi lambs. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 37(4): 248-255.
- Keskin M, Şahin A, Gül S, Biçer O (2010) Effects of feed refreshing frequency on behavioural performance of Awassi lambs. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 34(4): 333-338.
- Khadre AABA, Karabacak A (2018) Comparison of fattening performance and carcass traits measurements of Akkaraman and Awassi male lambs. *Selcuk J. Agr. Food. Sci.* 32(3): 542-548
- Koyuncu M, Altınçekiç ŞÖ, Duru S, Duymaz Y, Karaca M (2018) Kuzuların gelişimi üzerine koyunların doğum dönemindeki vücut kondisyonu ve canlı ağırlığın etkisi. *KSÜ. Tar. Doğa Derg.* 21(6): 916-925.
- Kul S, Akcan A (2002) İvesi ve Ost-Friz X İvesi melez (F1) kuzularda büyüme, yaşama gücü ve bazı vücut ölçüleri. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.* 21: 109-114.
- Kul S, Seker İ, Yıldırım Ö (2006) Survivability, growth and body measurements of Awassi and Tahirova x Awassi (F1) lambs. *J. Appl. Anim. Res.* 29(2): 121-124.
- Özcan L (1992) Hayvan Yetiştirme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 112, Adana, 488s.
- Sahin A, Keskin M, Biçer O, Gül S (2003) Diet selection by Awassi lambs fed individually in cafeteria feeding system. *Livest. Prod. Sci.* 82(2-3): 163-170.
- Şireli HD, Tatar AM, Tekel N (2015) Romanov ve İvesi F1 ve G1 melez kuzuların doğum ve süten kesim ağırlıkları ile ikizlik ve yaşama güçlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Bildiri Kitabı. 333-338 (3-5 Eylül 2015 /Konya).
- Şireli HD, Tekel N (2013) İvesi erkek kuzularının besi performansı ve karkas özelliklerine süt emme döneminde farklı büyütme sistemlerinin etkisi. *Tarım Bilim. Derg.* 19: 63-70.
- Taşkın T, Kaymakçı M, Özder M, Atıl H (1999) SxBLxM melezi kuzularda besi ve karkas özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 23(Ek Sayı 1): 203-208.
- Tekel N, Şireli HD, Vural ME (2007) Besi süresinin İvesi erkek kuzularının besi performansı ve karkas özelliklerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilim. Derg.* 13(4): 372-378.
- Yakan A, Ünal N, Dalcı MT (2012) Ankara şartlarında Akkaraman, İvesi ve Kıvırcık ırklarında döl verimi, büyüme ve yaşama gücü. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 52(1): 1-10.



Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama sürecinde besin elementi konsantrasyonlarına etkisi

Effect of nitrogen and boron fertilization on nutrient concentrations of red beet during storage

Selen AKAN¹, Mehmet Burak TAŞKIN², Özge HORZUM¹, Hanife AKÇA²

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Dışkapı, Ankara.

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Dışkapı, Ankara.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1054932](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1054932)

Geliş tarihi /Received:07.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:02.03.2022

Keywords:

Red beet, fertilization, storage period, nitrogen, boron.

Corresponding author: Selen AKAN

sakan@agri.ankara.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: In this study, the effects of nitrogen and boron fertilization on mineral element concentrations of red beet under storage conditions were investigated.

Methods and Results: The trial was conducted in Ankara in 2020 and established in a randomized block design with three replications. After harvest, samples were stored at 4°C temperature and 95 ± 2% relative humidity for three months. Changes in mineral element concentrations of stored samples were determined in monthly intervals. According to the results, storage period and fertilization interaction had a significant effect on nitrogen, potassium, iron and copper concentrations. The calcium, zinc, and boron concentrations were affected by storage period. Individual fertilization effect was only found significant on manganese and boron concentrations. Storage period, fertilization or their interaction did not have an effect on phosphorus and magnesium concentrations of red beet.

Conclusions: The impacts of the nitrogen and boron fertilizers together in red beet cultivation showed differences in macro and micro element contents with the extension of the storage period. Compared to the red beets grown without fertilization (traditional methods), the effects of fertilization on nutrient change of red beets during the storage period have been clearly demonstrated. Therefore, it can be stated that the effect of fertilization also plays an important role during storage period.

Significance and Impact of the Study: Red beet has become a popular vegetable in recent years due to its bioactive substances. Pre-harvest factors (cultivar, fertilization, climate, soil conditions, cultivation techniques etc.) and post-harvest storage conditions are effective on mineral element concentrations in vegetables. This research shows the effectiveness of nitrogen and boron fertilization on macro and micronutrient content in red beet during the storage period and gives direction to future studies.

Atıf / Citation: Akan S, Taşkın MB, Horzum Ö, Akça H (2022) Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama sürecinde besin elementi konsantrasyonlarına etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 115-124. DOI: 10.37908/mkutbd.1054932

GİRİŞ

Kırmızı pancarın (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) anavatanı Akdeniz Bölgesi olup, Avrupa ve Amerika'da yoğun olarak yetiştirilmektedir (Neelwarne ve Halagur,

2013). Kırmızı pancar taze tüketimin yanı sıra fonksiyonel ve/veya takviye edici gıda sektöründe doğal kırmızı renk kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, diğer sektörlerde de ham madde olarak kullanımı her geçen gün

artmaktadır. Kırmızı pancar besin içeriği bakımından da oldukça zengindir (Akan ve ark., 2021). Karotenoidler (Rodriguez-Amaya, 2019), fenolik bileşikler, B vitaminleri (Ravichandran ve ark., 2020), lifler ve nitrat (Clifford ve ark., 2015) ile birlikte yüksek antioksidatif kapasiteye sahip renk pigmentleri 'betalayinler' (Otálora ve ark., 2019) sayesinde antidepresan, antimikrobiyal, antifungal, antiviral, antienflamatuar, antioksidan ve antikanserijen gibi çoklu farmakolojik etki göstermekte olup farklı tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır (Strack ve ark., 2003; Farabegoli ve ark., 2017; Ceclu ve Nistor, 2020). Klinik araştırmalar ve etki mekanizmaları dikkate alındığında, kırmızı pancarın güçlü terapötik (tedavi edici) potansiyele sahip tamamlayıcı veya alternatif sağlık ajanı olduğu ortaya konulmuş, böylelikle günlük beslenme programlarına dâhil edilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu bağlamda kırmızı pancar bilimsel açıdan dikkat çekicidir (Hadipour ve ark., 2020).

Kırmızı pancarın besleyici değeri içerdiği biyoaktif bileşiklerin yanı sıra insan metabolizmasında önemli role sahip olan mineral madde varlığı ile de bağlantılıdır. Makro ve mikro elementler, organ sistemlerinin gelişimi, metabolizması, sentezi ve işleyişinde önemli işlevleri yerine getirir (Klimek-Szczykutowicz ve ark., 2020). İnsan beslenmesi için gerekli mineral madde içeriği doğru gübreleme programı ile üretilen sebzelerden sağlanmaktadır (Petek ve ark., 2019). Nitekim Babagil ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda uygulanan çeşitli azot kaynaklarının kırmızı pancar köklerinin antioksidatif özelliklerine etkisi araştırılmış ve çalışma sonucunda düşük dozlarda uygulanan azotun bitkinin antioksidan aktivitesini artırdığı bildirilmiştir. Araştırmalarda azot gübrelemesinin kırmızı pancarda verim ve kaliteyi olumlu olarak etkilediği (Bundiniené ve ark., 2015) ve özellikle K içeriğini artırdığı bildirilmiştir (Petek ve ark., 2019). Bitkilerin optimum gelişme gösterebilmesi için yeterli oranda gübreleme yapılması kritiktir. Aşırı azotlu gübreleme verim düşüşü ile birlikte ürünlerin depolama ömrünün de kısalmasına yol açmaktadır (Dzida ve ark., 2013).

Sebzelerin gübrenmesinde azot dışında mikro element içerikli gübrelerin kullanımı da son dönemde daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır (Yazıcı ve Korkmaz, 2020). Bitkilerde kök gelişimi, karbonhidrat taşınımı, hücre duvarı yapısı ve indol asetik asit metabolizması gibi pekçok metabolik olayda rol oynayan bor elementinin noksanlığı ya da fazlalığı durumunda tarımsal üretimin önemli ölçüde azaldığı bilinmektedir (Marschner, 2011). Bitkilerin bor ihtiyaçları birbirinden farklı olup, lahanaya, karnabahar, turp ve kırmızı pancar gibi sebze türlerinin bor gereksiniminin fazla olduğu ifade edilmiştir (Zambi,

2015). Bor gereksinimleri yüksek olan bitkilerin yetiştiriciliğinde ekstra borlu gübrelemeye ihtiyaç duyulmaktadır (Saygıdeğer Demir, 2005). Borlu gübrelemenin sebzelerde diğer mineral maddelerin topraktan alımı ve biyoyararlanımları üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Bhupenchandra ve ark., 2020). Kırmızı pancar yetiştiriciliğinde bor noksanlığı ile sık karşılaşılmakta ve bu durum bitkilerde bodurluğa, deformasyona ve yavaş büyümeye neden olmaktadır (Nottingham, 2004). Gupta ve Cutcliffe (1985) bor noksanlığının kırmızı pancarın yeşil aksamında kahverengi lekelere, köklerde ise pürüzlü, pullu ve renksiz bir yapıya neden olduğunu belirlemişlerdir. Günümüze kadar yapılan araştırmalarda, kırmızı pancarda bor gübrelemesinin tek başına veya diğer makro gübreler ile kombine kullanımı ile ilgili çok az sayıda çalışma mevcuttur.

Beslenmedeki öneminin yanında, ticari ölçekte geniş endüstriyel kullanıma sahip olması kırmızı pancarın üretimini önemli kılmaktadır. Yetiştiricilik sırasında kullanılan çeşit, tarımsal uygulamalar, hastalık-zararlı mücadelesi ile hasat ve hasat sonrası koşullar kırmızı pancar kalitesini doğrudan etkilemektedir (Akan ve ark., 2021; Akan ve ark., 2022). Ülkemizdeki kırmızı pancar kökleri hasattan sonra tarla koşullarında (toprak altında bırakılma) veya mekanik olarak soğutulan odalarda depolanmaktadır. Kırmızı pancar genel olarak 2-4 °C sıcaklıkta uzun süre kalite kaybına uğramaksızın depolanabilmesine (Barba-Espin ve ark., 2018) rağmen günümüzde kırmızı pancarların depo ömrünün kısaldığı belirlenmiştir. Bu durumun başlıca sebeplerinden birinin yanlış ve/veya eksik gübreleme olduğu düşünülmektedir. Günümüze kadarki çalışmalarda, gübrelemenin kırmızı pancarın verim, kalite ve biyokimyasal içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Buna karşın, gübrelemenin hasat sonrası ve depolama periyodunda mineral madde içeriğine etkisi konusunda araştırmaya rastlanılamamıştır. Oysaki soğuk depolama sırasındaki mineral içeriğindeki değişim kırmızı pancarın biyokimyasal kalitesini de etkilemektedir. Farklı sebzelerdeki araştırmalarda, mineral madde içeriği ve miktarının çeşit (Lombardo ve ark., 2019), toprak koşulları (Sarker ve Oba, 2018), iklim koşulları (Laur ve ark., 2021), gübreleme (Petek ve ark., 2017), yetiştirme tekniği (Öz ve ark., 2021) ve depolama koşullarına (Korus, 2020) bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında, araştırmada hasat öncesi dönemde azot ile bor gübrelemesinin kırmızı pancarın hasat sonrası soğukta depolanması süresince makro ve mikro element içeriğindeki değişimlere etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bitki materyali ve yetiştiricilik bilgileri

Deneme 2020 yılı Temmuz-Kasım ayları arasında Ankara ili Beypazarı ilçesinde yürütülmüş, deneme alanının toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre, toprak bünyesi kumlu-tınlı, hafif alkali reaksiyona sahip, tuzsuz sınıfta yer almaktadır. Denemenin yürütüldüğü dönemde bölgedeki ortalama yağış 505 mm, sıcaklık ise 11.2 °C olarak ölçülmüştür. Araştırmada Metgen Tohumculuk firmasına ait ‘Boro F1’ kırmızı pancar çeşidi kullanılmıştır. ‘Boro F1’, vejetasyon periyodu kısa, koyu kırmızı renkli, yuvarlak şekilli ve raf ömrünün uzun olması ile yoğun talep edilen bir kırmızı pancar çeşididir. Denemede 2 farklı azotlu (üre, amonyum sülfat) ve tek borlu (Bor-8) gübre kaynağı

kullanılmıştır. Tohumlar 16 Temmuz 2020 tarihinde 250 m²’lik parsellere sıra arası 50 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde 2 m’lik sıralar halinde ekilmiştir. Azotlu gübrelemede üre (%46 N) 50 kg ha⁻¹ ve amonyum sülfat (AS, %21 N) 50 kg ha⁻¹ olacak şekilde, yarısı ilk yapraklar görüldükten 20 gün sonra (Kaymak ve ark., 2010) diğer yarısı ise ilk gübrelemeden 4 hafta sonra yapılmıştır. İlk bor gübrelemesi ise (Bor-8, %8) pancarlar 10-12 yapraklıyken yapraktan 50 ml dekar⁻¹ dozunda, ikinci gübreleme ise aynı dozda kök oluşumunda uygulanmıştır. Gübreleme yapılmayan parsellerdeki kırmızı pancarlar kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Araştırmada bitki gelişimi süresince yabancı ot mücadelesi çapa ile yapılmış, sulama ise düzenli olarak bitki ihtiyacına göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil belonging to the experiment area

Toprak özelliği	Değeri	Yöntem	Kaynak
pH	7.9	1:2.5 saf su	Jackson (1958)
EC (dS m ⁻¹)	0.38	1:2.5 saf su	Richards (1954)
Kireç (g kg ⁻¹)	95	Scheibler	Hızalan ve Ünal (1966)
Tekstür	Kumlu-tınlı	Hidrometre	Bouyoucos (1951)
Organik Madde (g kg ⁻¹)	12	Walkley-Black	Jackson (1958)
Toplam azot (g kg ⁻¹)	0.84	Mikro-Kjeldahl	Bremner (1965)
Fosfor (mg kg ⁻¹)	54.8	NaHCO ₃ ile ekstrakte	Olsen ve ark. (1954)
Potasyum (mg kg ⁻¹)	424	NH ₄ OAc ile ekstrakte	Pratt (1965)
Kalsiyum (mg kg ⁻¹)	2862	NH ₄ OAc ile ekstrakte	Pratt (1965)
Magnezyum (mg kg ⁻¹)	412	NH ₄ OAc ile ekstrakte	Pratt (1965)
Demir (mg kg ⁻¹)	1.57	DTPA ile ekstrakte	Lindsay ve Norvell (1978)
Çinko (mg kg ⁻¹)	1.03	DTPA ile ekstrakte	Lindsay ve Norvell (1978)
Bakır (mg kg ⁻¹)	0.80	DTPA ile ekstrakte	Lindsay ve Norvell (1978)
Mangan (mg kg ⁻¹)	5.11	DTPA ile ekstrakte	Lindsay ve Norvell (1978)
Bor (mg kg ⁻¹)	1.1	Sıcak su ile ekstrakte	Wolf (1971)

Hasat ve depolama

20 Kasım 2020 tarihinde tam fizyolojik olgunluğa (en dıştaki yaprakların sararması ve köklerin çeşitliliğine ulaşması) erişen bitkiler hasat edilmiş ve köklerden denemeye alınabilecek büyüklükte olan ve fiziksel zarara uğramayanlar seçilerek Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonrası Laboratuvarına getirilmiştir. Burada taç ve kök kuyrukları kesilen kökler herhangi bir uygulama veya işlem yapılmaksızın 4 °C sıcaklık ve %95 ± 2 oransal nemde 3 ay süre ile depolanmıştır. Depolama süresince her ay örnekleme yapılarak kırmızı pancarların besin elementi değişimleri belirlenmiştir.

Besin elementi analizleri

Besin elementi konsantrasyonlarının belirlenmesi amacı

ile alınan örnekler 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar hava sirkülasyonlu bir etüvde kurutulmuş ve öğütülmüştür. Öğütülen örnekler Berghof-MWS-2 Model 24 yakma ünitesi mikrodalga fırında nitrik asit ile yakılmış ve elde edilen süzüntüdeki toplam makro ve mikro besin elementi konsantrasyonları ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry, Perkin Elmer Model DV 2100) cihazında belirlenmiştir (Boss ve Fredeen, 2004). Örneklerde toplam azot analizi ise Page ve ark., (1982) tarafından bildirildiği gibi mikro-Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır.

Deneme deseni ve istatistiksel analizler

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş, her tekerrürde 10

adet kırmızı pancar kullanılmıştır. Veriler MINITAB 17 paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiş, ortalamalar MSTAT-C yazılımı ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, ortalama değerler \pm standart hata ortalamaları olarak ifade edilmiştir. Değişken faktörler depolama süresi ve gübreleme olup, bu değişkenler arasındaki etkileşimler $P < 0.01$ ve $P < 0.05$ hata düzeylerinde araştırılmıştır. İstatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlarda uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İnsanların sağlıklı beslenmesi açısından oldukça önemli bir sebze olan kırmızı pancar yetiştiriciliğinde bitkiye gerekli olan makro ve mikro besin elementlerinin bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemde uygulanması, ürünün miktar ve kalitesini artıracak gibi bitkinin hastalıklara dayanımını da artırmaktadır (Grzegorzewski ve ark., 2017). Araştırma sonuçlarına göre topraktan azotlu ve yapraklı borlu gübreleme kırmızı pancarın makro ve mikro element konsantrasyonları üzerine farklı şekillerde etkilemiş ve bu etki depolama sürelerine göre değişiklik göstermiştir (Çizelge 2 ve 3).

Makro element konsantrasyonları

Hasat öncesi azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolanması süresince makro element bileşimine etkisi Çizelge 2’de verilmiştir. Buna göre, azot konsantrasyonu üzerine depolama süresi (D) ve gübreleme (G) interaksyonunun (D \times G) etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Gübrelemenin yapılmadığı kontrol grubunda depolamanın 2. ayında azot konsantrasyonu düşerken, gübrelenmiş pancarların azot konsantrasyonları depolamanın 2 ve 3. ayında depolama başlangıcı (0) ve 1. aya göre daha düşük bulunmuştur. Depolamanın 0, 1 ve 2. ayında gübrelemenin etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş, gübrelemenin 3. ay hariç kırmızı pancarlarda azot konsantrasyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmada gübreleme ile kırmızı pancar köklerinde azot konsantrasyonu artarken, depolama süresinin ilerlemesi ile azot konsantrasyonu düşmüştür. Bu sonuç, Buraczynska (2005) ve Kurus (2006) ile uyumlu olup, yazarlar şeker pancarında azotlu gübrelemenin kök azot içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Petek ve ark. (2012) depolama süresinin ilerlemesi ile kırmızı pancarda azotun düştüğünü ifade etmişlerdir. Fosfor, bitkinin büyümesi, verimi ve kalitesi için gerekli olan temel makro elementlerden biridir. Katalizör olarak çok sayıda biyokimyasal reaksiyonda yer alan fosfor, fosfolipidler, DNA ve RNA gibi birçok yapısal bileşiğin de

anahtar bileşenidir (Marschner, 2011). Kırmızı pancar köklerinin fosfor konsantrasyonu üzerine denemedeki uygulamaların her hangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Özetle, bu çalışmada gübre uygulaması ya da depolama süresinin kırmızı pancarda fosfor konsantrasyonu üzerine etki etmediği belirlenmiştir. Benzer şekilde Szczepanek ve ark. (2015) havuçta depolama süresinin, Custic ve ark. (2007) ise kırmızı pancara uygulanan kimyasal gübrelerin kök fosfor konsantrasyonunu etkilemediğini bildirmişlerdir.

Potasyum fotosentetik translokasyonu etkileyerek meyve ve sebzelerin verim ve kalitesindeki artışı etkilemektedir. Potasyumun hasat sonrası hücre duvarını güçlendirmesi ile kalite ve raf ömrü iyileşmektedir (Amrutha ve ark., 2007; Wicaksana ve ark., 2019). Potasyum konsantrasyonu üzerine D \times G interaksyonunun etkisi istatistiksel anlamda önemli olmuştur ($P < 0.05$). Depolama boyunca potasyum konsantrasyonundaki değişim incelendiğinde, kontrol grubunda depolama başlangıcına göre 2. ayda düşüş belirlenip diğer aylarda sabit kalırken, gübre uygulaması yapılan grupta ise 2. aya göre ve 3. aydaki artış önemli olmuştur. Gübre uygulamasının etkisi ise 1. ve 3. aylarda belirgin olmuş ve kontrol grubuna göre gübrelemenin kırmızı pancarların potasyum konsantrasyonunu artırdığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada depolama süresinin uzaması ile genellikle kırmızı pancar köklerinde potasyum konsantrasyonu düşmüştür. Nitekim Szczepanek ve ark. (2015) havuçta yaptığı çalışmada depolamanın potasyum konsantrasyonunu düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Bitki bünyesinde bulunan kalsiyum, hücre duvarlarının yapısında bulunarak bitkilerde kök uzamasına ve hücre bölünmesinde rol oynamaktadır (Yener ve ark., 2017). Kalsiyum meyve ve sebzelerin kalite ve sertlik kazanmasında ve raf ömrünün uzamasında önemli etkiler göstermektedir (Kaçar, 2012; Hashim-Maguire, 2015). Kalsiyum konsantrasyonu üzerine sadece depolama süresi önemli etkide bulunmuş ($P < 0.05$), gübreleme ve G \times D interaksyonunun etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0.05$). Depolamanın kalsiyum konsantrasyonu üzerine etkisine bakıldığında, depolama başlangıcına göre 2 ve 3. ayda düşüş belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen kalsiyum konsantrasyonları Rekowska ve ark. (2011)’nin sonuçları ile (% 0.11-0.23) uyum içerisinde olup, ancak Kale ve ark. (2018)’nin sonuçlarından (12.20 mg 100 g⁻¹) düşük bulunmuştur. Bu farklılık yetiştiricilik koşulları ve çeşide bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kotowska ve Wybieralski, 1999; Szura ve ark., 2018). Araştırmada, kalsiyum konsantrasyonu depolama ile düşüş eğiliminde olmuş ve bu sonuç Çavuşoğlu (2018)’nin çilekteki

sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Araştırmada, kırmızı pancarların magnezyum konsantrasyonuna depolama, gübreleme ve D × G interaksiyonunun etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresi ya da gübre uygulamasının kırmızı pancar köklerinin magnezyum konsantrasyonunu etkilemediği saptanmıştır. Benzer şekilde, Hlisnikovský ve ark. (2021) tarafından şeker pancarında yapılan araştırmada gübre uygulamalarının köklerin magnezyum konsantrasyonunu etkilemediği bildirilmiştir. Bu durumun Cakmak ve Marschner (1992) tarafından da belirtildiği gibi genotip ve yetiştirilme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mikro element konsantrasyonları

Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama koşullarında mikro element konsantrasyonlarına etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Kırmızı pancarda gübre uygulamaları mikro element konsantrasyonlarını düşürmekte ve bu durumun katyonlar arasındaki antagonistik etkileşimden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Petek ve ark., 2017).

Kırmızı pancarın demir konsantrasyonu üzerine D × G interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Kontrol grubunda 3 ay depolanan kırmızı pancar köklerinde demir konsantrasyonu diğer depolama sürelerine göre artarken, 2. ayda önemli düzeyde düşmüştür. Gübreli koşullarda ise depolama süresinin ilerlemesi ile demir konsantrasyonu azalmıştır. Gübrelemenin etkisi ise her depolama süresinde önemli olup, kontrol grubunun demir konsantrasyonu depolama başlangıcı haricinde daha yüksek bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen depolama öncesi demir konsantrasyonu sonuçları, Ekholm ve ark. (2007) (29 mg kg^{-1}) ile Kale ve ark. (2018)'in (7.5 mg kg^{-1}) kırmızı pancardaki araştırma sonuçlarından daha yüksektir. Ayrıca, gübreleme ve depolamanın kırmızı pancarı demir konsantrasyonuna etkileri belirgin bulunmuştur. Buna karşın, Mampa ve ark. (2017) gübre uygulamalarının kırmızı pancarda demir konsantrasyonu etkilemediğini bildirmişlerdir.

Çinko, bitki bünyesinde oluşan metabolik aktiviteyi regüle eden enzim sistemlerinin gerekli bileşenlerinden birisidir. Kırmızı pancar çinko konsantrasyonu üzerine tek önemli faktörün depolama süresi olduğu belirlenmiştir ($P < 0.01$). Depolama süresince çinko konsantrasyonunun değişimi incelendiğinde, iki aylık depolama kırmızı pancar çinko konsantrasyonunu önemli oranda düşürürken, diğer depolama süreleri ile depolama başlangıcı aynı sınıfta yer almıştır. Araştırma sonuçlarına göre depolama sürecinde kırmızı pancar çinko konsantrasyonu düzenli bir değişim göstermemiş,

gübrelemenin etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde, şeker pancarı (Rantao, 2013) ve havuçta (Smolen ve Sady, 2006) azotlu gübrelemenin çinko konsantrasyonunu etkilemediği bildirilmiştir. Ayrıca yapraktan kalsiyum nitrat uygulamasının çinko içeriğinde düzenli değişime yol açmadığı belirtilmiştir (Yener ve ark., 2017). Çavuşoğlu (2018), 12 gün süre ile $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de depolamanın 'Sabrina' çilek çeşidinde çinko konsantrasyonunu etkilemediğini, 'Rubygem' çilek çeşidinde ise artırdığını belirtmiştir.

Kırmızı pancar bakır konsantrasyonu üzerine D × G interaksiyonunun etkisi önemli olmuştur ($P < 0.01$). Buna göre, gübre uygulamasının yapılmadığı kontrol grubunda 1 ay depolanan köklerin bakır konsantrasyonu diğer depolama sürelerine göre daha yüksek olurken, 2 ay depolanan örneklerin bakır konsantrasyonu önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Öte yandan, gübre uygulaması yapılan grupta, 2 ve 3 ay süre ile depolama, kırmızı pancar bakır konsantrasyonunda düşmeye yol açmıştır. Gübrelemenin etkisi ise sadece 1. ayda önemli bulunmuş, gübre uygulaması kırmızı pancarlarda bakır konsantrasyonunun düşmesine sebep olmuştur. Kırmızı pancar köklerindeki bakır konsantrasyonuna ait sonuçlar Rekowska ve ark. (2011)'in farklı çeşitlerdeki araştırma bulguları ($6.4\text{-}11 \text{ mg kg}^{-1}$) ile benzerlik göstermiş, Kale ve ark. (2018)'nin bulgularından (0.9 mg kg^{-1}) ise oldukça yüksek bulunmuştur. Hakala ve ark. (2003)'e göre bu durum genotip kaynaklı olup, genotipin mineral içerikleri üzerindeki etkisinin yetiştirme tekniklerinden daha etkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, araştırmada gübrelemenin ilerleyen depolama sürelerinde (2. ve 3. ay) bakır konsantrasyonunu düşürdüğü belirlenmiştir. Bu verinin aksine, diğer araştırmalarda azotlu gübrelemenin şeker pancarı (Bravo ve ark., 1992) ve sofralık üzümde (Yener ve ark., 2017) bakır konsantrasyonlarını etkilemediği ortaya konulmuştur. Depolama süresinin etkisi ise önemli bulunmuş ancak değişimler düzenli olmamıştır.

Mangan, büyüme ve üreme fonksiyonlarında, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında, protein sentezinde, mukopolisakkarit üretiminde ve fosforilasyonda önemli bir role sahiptir (Çavuşoğlu, 2018). Mangan konsantrasyonuna sadece gübrelemenin etkisi önemli bulunmuş olup, gübreleme işleminin köklerin mangan konsantrasyonunu düşürdüğü belirlenmiştir. Bu durumun çalışmada kullanılan amonyum sülfatın mangan alımını baskılamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Straus ve ark. (2012) ve Petek ve ark. (2019) gübre

Çizelge 2. Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama koşullarında makro element konsantrasyonlarına etkisi
 Table 2. Effect of nitrogen and boron fertilization on macro element concentrations in red beet under storage conditions

Depolama Süresi (Ay)	N (g kg ⁻¹)		P (g kg ⁻¹)		K (g kg ⁻¹)		Ca (g kg ⁻¹)		Mg (g kg ⁻¹)		
	Kontrol	Gübreli	Kontrol	Gübreli	Kontrol	Gübreli	Kontrol	Gübreli	Ortalama	Kontrol	Gübreli
0	17.7±0.07 A,b	22.0±0.29 A,a	1.72±0.11	1.90±0.16	58.2±3.54 A,a	54.9±0.94 AB,a	1.69±0.16	1.39±0.04	1.54±0.09 A	2.09±0.15	1.73±0.01
1	17.5±0.43 A,b	21.9±0.55 A,a	1.67±0.12	1.75±0.07	44.9±3.98 B,b	53.8±1.83 AB,a	1.47±0.12	1.23±0.06	1.35±0.08 AB	1.78±0.16	1.72±0.07
2	15.1±0.14 B,b	16.5±0.32 B,a	1.70±0.25	1.51±0.02	46.7±1.10 B,a	49.7±1.26 B,a	1.27±0.08	1.28±0.03	1.27±0.04 B	1.70±0.09	1.58±0.04
3	16.9±0.32 A,a	17.4±0.07 B,a	1.73±0.17	1.81±0.08	49.3±0.06 B,b	60.9±3.31 A,a	1.18±0.13	1.20±0.01	1.19±0.06 B	1.72±0.08	1.81±0.07
F	Depolama Süresi (D)	78.9**	0.78 öd.		5.87**		5.21*		2.75 öd.		
değeri	Gübreleme (G)	139**	0.13 öd.		8.85**		3.68 öd.		2.78 öd.		
	D × G	19.8**	0.67 öd.		3.78*		1.56 öd.		1.88 öd.		

Öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01, satırlar arası farklılıklar büyük harflerle, sütun içi farklılıklar küçük harflerle belirtilmiştir.

Çizelge 3. Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama koşullarında mikro element konsantrasyonlarına etkisi
 Table 3. Effect of nitrogen and boron fertilization on micro element concentrations in red beet under storage conditions

Depolama Süresi (Ay)	Fe (mg kg ⁻¹)		Zn (mg kg ⁻¹)		Cu (mg kg ⁻¹)		Mn (mg kg ⁻¹)		B (mg kg ⁻¹)			
	Kontrol	Gübreli	Kontrol	Gübreli	Ortalama	Kontrol	Gübreli	Kontrol	Gübreli	Kontrol	Gübreli	Ortalama
0	47.8±0.92 B,b	69.7±3.10 A,a	13.0±0.48	14.4±1.04	13.7±0.60 A	6.55±0.75 B,a	7.51±0.21 A,a	15.2±1.12	12.1±0.62	13.1±0.49	12.7±0.39	12.9±0.29 A
1	51.0±4.29 B,a	28.3±1.91 B,b	12.6±0.12	12.9±1.50	12.8±0.68 A	9.94±0.76 A,a	7.49±0.12 A,b	14.9±1.54	13.9±0.35	12.6±0.19	9.49±0.47	11.1±0.74 B
2	35.2±0.16 C,a	21.3±0.98 C,b	9.72±0.71	8.36±0.18	9.04±0.45 B	4.58±0.32 C,a	4.13±0.15 B,a	13.7±1.61	10.7±0.32	11.7±0.98	9.98±0.28	10.8±0.59 B
3	84.5±1.44 A,a	26.0±0.59 BC,b	13.7±0.38	10.9±0.03	12.3±0.65 A	5.94±0.19 B,a	5.06±0.22 B,a	12.9±0.66	11.2±0.80	10.9±1.02	11.3±0.61	11.1±0.54 B
Ortalama	-	-	-	-	-	-	-	14.2±0.62 a	12.0±0.44 b	12.1±0.41 a	10.9±0.43 b	-
F	Depolama Süresi (D)	89.3**	15.3**		40.9**		2.66 öd.		4.66*			
değeri	Gübreleme (G)	149**	1.44 öd.		5.70*		9.80**		7.39*			
	D × G	121**	3.20 öd.		5.63**		0.52 öd.		3.19 öd.			

Öd: önemli değil, *: P<0.05, **: P<0.01, satırlar arası farklılıklar büyük harflerle, sütun içi farklılıklar küçük harflerle belirtilmiştir.

uygulamalarıyla kırmızı pancarda mangan konsantrasyonunun düştüğünü ifade etmişlerdir.

Araştırmada depolama başlangıcında mangan konsantrasyonu sonuçları (12.1-15.2 mg kg⁻¹) Kale ve ark. (2018)'nin bulgularından (7.9 mg kg⁻¹) yüksek, Rekowska ve ark. (2011)'in çeşit ortalamalarından (12.4-24.1 mg kg⁻¹) düşük bulunmuştur. Bu durumun çeşit, iklim ve coğrafi farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bor, pancar yetiştiriciliği açısından en önemli mikro elementtir ve eksikliğinde verim ve kalite olumsuz etkilenmektedir (Cooke ve Scott, 2012). Kırmızı pancar köklerinin bor konsantrasyonu üzerine depolama süresi ve gübreleme faktörleri önemli etkide bulunurken (P<0.05), D × G interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Depolama süresindeki değişim incelendiğinde, depolama periyodundaki örneklerin bor konsantrasyonu depolama öncesi ile karşılaştırıldığında önemli oranda düşmüştür. Gübrelemenin etkisi değerlendirildiğinde ise kontrol grubunun bor konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, depolama süresi ve gübre uygulamalarına bağlı olarak bor konsantrasyonlarının azaldığı belirlenmiştir. Bu durumun kırmızı pancar çeşidinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan, gübreleme ile bor konsantrasyonunun azalmasının azotlu gübrelemeye de bağlı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Gezgin ve Hamurcu (2006) da azot ile bor arasında antagonistik bir etkileşim olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Alpaslan ve ark. (1996) buğday bitkisiyle yaptıkları denemede de benzer sonuçlar elde etmişler ve azot uygulaması ile buğday bitkisinde bor konsantrasyonlarının belirgin olarak azaldığını belirlemişlerdir. Öte yandan, Jones ve ark. (1991) topraktan borlu gübreleme yapıldığı takdirde bitkilerin bor konsantrasyonlarının artarak yeter seviyenin üst sınırlarına kadar ulaştığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, bu araştırma, günlük beslenmede önemli bir yeri olan kırmızı pancarın makro ve mikro konsantrasyonunu karakterize ederek, gübreleme uygulamasının depolama sürecindeki makro ve mikro içeriğine etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Kırmızı pancar yetiştiriciliği açısından oldukça önemli olan azot ve bor elementlerinin birlikte uygulanmasının makro ve mikro element içeriklerine etki düzeyleri farklı olmuştur. Depolama süresinin uzaması ile makro ve mikro element konsantrasyonlarının değişimi önemli varyasyonlar göstermiş olup, uzun süre ile kırmızı pancar depolamasının azot, potasyum, kalsiyum, demir, çinko, bakır ve bor değişimleri üzerine pozitif katkılar sağlayacağı belirlenmiştir. Gübreleme uygulaması kırmızı pancarların azot ve potasyum içeriğini depolama sürecinde önemli ölçüde korumuştur. Buna karşın,

gübreleme yapılmayan kırmızı pancar köklerinde demir ve mangan içeriği daha yüksek bulunmuştur. Öte yandan, gübreleme işlemi ve depolama süresinin kırmızı pancar köklerinin fosfor ve magnezyum bileşimlerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu araştırma ile bölge ekolojik koşullarına bağlı olarak kırmızı pancar yetiştiriciliğinde kullanılacak azot ve borlu gübrelemenin depolama sürecinde besin elementi içeriğine etkisi ortaya konmuş ve gelecekteki çalışmalara alt yapı oluşturulmuştur. Gelecekte, kırmızı pancar yetiştiriciliğinde; farklı gübreler ile bunların miktarı, formu, uygulama zamanı ve şeklinin yer aldığı çalışmalar ile hasat sonrası bitki besin elementlerindeki değişimleri inceleyen çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama koşullarındaki besin elementi konsantrasyonlarına etkisi incelenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Deneme, 2020 yılında Ankara ilinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hasat sonrasında örnekler 4 °C sıcaklık ve %95 ± 2 oransal nemde 3 ay süre ile depolanmış, aylık periyotlarda depodan alınan örneklerde besin elementi konsantrasyonlarındaki değişimler belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; azot, potasyum, demir ve bakır konsantrasyonları üzerine depolama süresi ve gübreleme interaksiyonu önemli bulunmuştur. Kalsiyum, çinko ve bor konsantrasyonları üzerine depolama süresi, mangan ve bor konsantrasyonları üzerine ise gübrelemenin etkisi önemli olmuştur. Depolama süresi, gübreleme ya da bunların interaksiyonunun kırmızı pancarların fosfor ve magnezyum konsantrasyonları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Genel Yorum: Kırmızı pancar yetiştiriciliğinde azotlu ve borlu gübrelerin birlikte kullanımı ile birlikte depolama süresinin uzamasının köklerdeki makro ve mikro element içerikleri üzerine etki düzeyleri farklı olmuştur. Gübreleme yapılmadan (geleneksel yöntemler) yetiştiriciliği yapılan kırmızı pancarlara kıyasla gübrelemenin depolama sürecinde besin element değişimine etkileri net olarak ortaya konulmuştur. Dolayısıyla gübrelemenin etkisinin depolama sürecinde de önemli bir rol oynadığı ifade edilebilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Kırmızı pancar içerdiği biyoaktif maddeler nedeniyle son yıllarda popüleritesi artan bir sebzedir. Sebzelerin besin elementi konsantrasyonları üzerine hasat öncesi faktörler (çeşit, gübreleme, iklim ve toprak koşulları, yetiştirme tekniği

vb.) ile hasat sonrası depolama koşulları etkilidir. Bu araştırma kırmızı pancar yetiştiriciliğinde kullanılan azotlu ve borlu gübrelemenin depolama sürecinde makro ve mikro besin elementi içeriğine etkisini ortaya koyarak gelecekteki çalışmalara yön verme niteliği göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı pancar, gübreleme, depolama süresi, azot, bor.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akan S, Güneş NT, Erkan M (2021) Red beetroot: Health benefits production techniques and quality maintaining for food industry. J. Food Process. Preserv. 45: e15781.
- Akan S, Horzum Ö, Akal HC (2022) The prevention of physicochemical and microbial quality losses in fresh-cut red beets using different packaging under cold storage conditions. LWT. 112877.
- Alpaslan M, Taban S, İnal A, Kütük AC, Erdal İ (1996) Besin çözültisinde yetiştirilen buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde bor-azot ilişkisi. PAJES 2: 215-219.
- Amrutha NR, Nataraj S, Rajeev K (2007) Genome-wide analysis and identification of genes related to potassium transporter families in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Sci. 172: 708-721.
- Babagil Y, Taşgın E, Nadaroğlu H, Kaymak HC (2018) Antioxidant and antiradical activity of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva* Alef.) grown using different fertilizers. J. Chem. 7101605.
- Barba-Espin G, Glied-Olsen S, Dzhanfezova T, Joernsgaard B Lütken H, Müller R (2018) Preharvest application of ethephon and postharvest UV-B radiation improve quality traits of beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) as source of colourant. BMC Plant Biol. 18: 1-12.
- Bhupenchandra I, Basumatary A, Dutta S, Singh LK, Datta N (2020) Impact of boron fertilization on boron fractions at different crop growth stages in cauliflower, cowpea, okra sequence in an inceptisols of North East India. J. Plant Nutr. 43: 1175-1188.
- Boss CB, Fredeen KJ (2004) Concepts instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical

emission spectrometry. PerkinElmer Life and Analytical Sciences, 710 Bridgeport, Avenue Shelton, USA.

- Bouyoucos GJ (1951) A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agron. J. 43: 434-438.
- Bravo S, Lee GS, Schmehl WR (1992) Effect of planting date nitrogen fertilizer and harvest date on seasonal concentrations and total content of five micronutrients in sugarbeet. J. Sugar Beet Res. 29: 45-57.
- Bremner JM (1965) Total nitrogen. In: Black C.A. (eds) Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Wisconsin pp. 1149-1178.
- Bundinienė O, Zalatorius V, Starkutė R, Kavaliauskaitė D (2015) The influence of controlled release nitrogen fertilizers and their rates on biological value and storage of red beet. Optimization of Ornamental and Garden Plant Assortment Technologies and Environment Scientific Articles 6(11): 16-22.
- Buraczynska D (2005) The contents of dry matter and macroelements in the roots and leaves of sugar beet under the influence of organic and mineral fertilization. Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Sectio E Agricultura (Poland).
- Cakmak I, Marschner H (1992) Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. Plant Physiol. 98: 1222-1227.
- Ceclu L, Nistor OV (2020) Red Beetroot: Composition and Health Effects-A Review. J. Nutr. Med. Diet Care. 6: 043.
- Clifford T, Howatson G, West DJ, Stevenson EJ (2015) The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. Nutrients 7(4): 2801-2822.
- Cooke DA, Scott JE (2012) The sugar beet crop. Springer Science & Business Media.
- Custic MH, Petek M, Toth N, Poljak M, Cosic T (2007) Effects of organic and mineral fertilization on NPK status in soil and plant and yield of red beet (*Beta vulgaris* var. *conditiva*). Cereal Res. Commun. 35(2): 449-452.
- Çavuşoğlu Ş (2018) Effects of hot water and UV-C on mineral content changes in two strawberry cultivars stored at different temperatures. Turk. J. Agric. For. 42: 423-432.
- Dzida K, Jarosz Z, Michałojć Z (2013) Effect of nitrogen fertilization on the yield and nutritive value of *Beta vulgaris* L. J. Elem. 17(1): 19-30.
- Ekhholm P, Reinivuo H, Mattila P, Pakkala H, Koponen J, Happonen A, Hellström J, Ovaskainen ML (2007)



- Changes in the mineral and trace element contents of cereals fruits and vegetables in Finland. *J. Food Compos. Anal.* 20(6): 487-495.
- Farabegoli F, Scarpa ES, Frati A, Serafini G, Papi A, Spisni E, Antonini E, Benedetti S, Ninfali P (2017) Betalains increase vitexin-2-O-xyloside cytotoxicity in CaCo-2 cancer cells. *Food Chem.* 218: 356-364.
- Gezgin S, Hamurcu M (2006) Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementleri arasındaki etkileşimler. *Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 20(39): 24-31.
- Grzegorzewski K, Ciećko Z, Szostek R (2017) Influence of mineral fertilisation on the yield and macroelement content in sugar beet. *Acta Agroph.* 24(2): 221-237.
- Gupta UC, Cutcliffe JA (1985) Boron nutrition of carrots and table beets grown in boron deficient soil. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 16(5): 509-516.
- Hadipour E, Taleghani A, Tayarani-Najaran N, Tayarani-Najaran Z (2020) Biological effects of red beetroot and betalains: A review. *Phytother. Res.* 34(8): 1847-1867.
- Hakala M, Lapveteläinen A, Huopalahti R, Kallio H, Tahvonon R (2003) Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *J. Food Comp. Anal.* 16: 67-80.
- Hashim-Maguire J (2015) Module 2: Grapevine Mineral Nutrition and Fertiliser Management <http://www.7itgs2014.org/wp-content/uploads/2015/06/5a-MODULE-02-Mineral-Nutrition-Fertilisers-final.pdf>. Erişim: 28.12.2021
- Hızalan E, Ünal H (1966) Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 278: 5-7.
- Hlisnikovský L, Menšík L, Křížová K, Kunzová E (2021) The effect of farmyard manure and mineral fertilizers on sugar beet beetroot and top yield and soil chemical parameters. *Agronomy* 11(1): 133.
- Jackson ML (1958) *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall New Jersey p. 498.
- Jones JB, Wolf Jr B, Mills HA (1991) *Plant Analysis Handbook. I. Methods of Plant Analysis and Interpretation*. Micro-Macro Publishing Inc. 183 Paradise Blvd Suite 108 Athens Georgia 30607 USA.
- Kaçar B. (2012). *Temel Bitki Besleme*. Nobel Yayınları No: 206.
- Kale RG, Sawate AR, Kshirsagar RB, Patil BM, Mane RP (2018) Studies on evaluation of physical and chemical composition of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Int. J. Chem. Stud.* 6(2): 2977-2979.
- Kaymak HC, Guvenc I, Gurol A (2010) Elemental analysis of different radish (*Raphanus sativus* L.) cultivars by using wavelength-dispersive x-ray fluorescence spectrometry (wDXRF). *Bul. J. Agric. Sci.* 16: 769–774.
- Klimek-Szczykutowicz M, Szopa A, Ekiert H (2020) *Citrus limon* (Lemon) phenomenon-a review of the chemistry pharmacological properties applications in the modern pharmaceutical food and cosmetics industries and biotechnological studies. *Plants* 9(1): 119.
- Korus A (2020) Changes in the content of minerals B-group vitamins and tocopherols in processed kale leaves. *J. Food Compos. Anal.* 89: 103464.
- Kotowska J, Wybieralski J (1999) Kształtowanie się stosunków ilościowych K Ca i Mg w glebie oraz roślinnych [Formation of quantitative ratios between K Ca and Mg in soil and in plants]. *Biul. Magnezol.* 4 (1): 104-110. (in Polish)
- Kurus J (2006) Content of some nutrients and mineral components in sugar beet depending on nitrogen fertilization and methods of weed control (in Polish). *Acta Agroph.* 8(3): 671-680.
- Laur S, da Silva ALBR, Díaz-Pérez JC, Coolong T (2021). Impact of shade and fogging on high tunnel production and mineral content of organically grown lettuce basil and arugula in Georgia. *Agriculture* 11 (7): 625.
- Lindsay WL, Norvell WA (1978) Development of a DTPA soil test for zinc iron manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42(3): 421-428.
- Lombardo M, Aulisa G, Padua E, Annino G, Lellamo F, Pratesi A, Caprio M, Bellia A (2019) Gender differences in taste and foods habits. *Nutr. Food Sci.* 50(1): 229-239.
- Mampa SS, Maboko MM, Soundy P, Sivakumar D (2017) Nitrogen application and leaf harvesting improves yield and nutritional quality of beetroot. *HortTechnol.* 27(3): 337-343.
- Marschner H (2011) *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic press.
- Neelwarne B, Halagur SB (2013) Red beet: an overview. *Red Beet Biotechnology* 1-43.
- Nottingham S (2004) Beetroot. http://ourworld.compuserve.com/homepages/Stephen_Nottingham/beetroot1.htm August 2004 SFN.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean NC (1954) Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular 939: 1-18.
- Otálora MC, de Jesús Barbosa H, Perilla JE, Osorio C, Nazareno MA (2019) Encapsulated betalains (*Opuntia ficus-indica*) as natural colorants. Case study: Gummy candies. *LWT.* 103: 222-227.
- Öz H, Yaylacı C, Erdal İ (2021) Farklı malç materyallerinin marul (*Lactuca sativa* L. Duna) bitkisinin gelişimi ve

- bazı mineral besin elementleri üzerine etkisi. MKU.Tar.Bil. Derg. 26(2): 489-496.
- Page AL, Miller RH, Keeny DR (1982) Methods of soil and plant analysis part-2 2nd Edn. No (9) Part in the series American Society of Agronomy Inc. Soil Science Society of American Journal. Madison Wisconsin USA.
- Petek M, Custic MH, Toth N, Slunjski S, Coga L, Pavlovic I, Karazija T, Lazarevic B, Cvetkovi S (2012) Nitrogen and crude proteins in beetroot (*Beta vulgaris* var. *conditiva*) under different fertilization treatments. Not Bot Horti Agrobot Cluj Napoca 40(2): 215-219.
- Petek M, Nina T, Pecina M, Lazarević B, Palčić I, Ćustić MH (2017) Status of Fe Mn and Zn in red beet due to fertilization and environment. J. Cent. Eur. Agric. 18 (3): 554-570.
- Petek M, Toth N, Pecina M, Karažija T, Lazarević B, Palčić I, Veres S, Ćustić MH (2019) Beetroot mineral composition affected by mineral and organic fertilization. PloSone 14(9): e0221767.
- Pratt PF (1965) Chemical and microbiological properties In: Black C.A. (eds) Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy Madison pp. 771-1572.
- Rantao G (2013) Growth yield and quality response of beet (*Beta vulgaris* L.) to nitrogen (Doctoral dissertation University of the Free State).
- Ravichandran K, Smetanska I, Antony U (2020) Red beet. In Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables (pp. 315-321). Academic Press.
- Rekowska E, Jurga-Szlemko B (2011) Content of mineral components in roots of selected cultivars of beetroot J. Elem. 16(2): 255-260.
- Richards LA (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. In: United States Department of Agriculture Handbook USA p. 1070.
- Rodriguez-Amaya DB (2019) Update on natural food pigments-A mini-review on carotenoids anthocyanins and betalains. Food Res. Int. 124: 200-205.
- Sarker U, Oba S (2018) Response of nutrients minerals antioxidant leaf pigments vitamins polyphenol flavonoid and antioxidant activity in selected vegetable amaranth under four soil water content. Food Chem. 252: 72-83.
- Saygıdeğer Demir B (2005) Borun insan ve bitki için önemi ve bazı üzüm çeşitlerinde bor tayini. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi) 57 s. Adana.
- Smolen S, Sady W (2006) The content of Cd Cu and Zn in carrot storage roots as related to differentiated nitrogen fertilization and foliar nutrition. Polish J. Environ. Study 15 (2A Part II): 503-509.
- Strack D, Vogt T, Schliemann W (2003) Recent advances in betalain research. Phytochem. 62(3): 247-269.
- Straus S, Bavec F, Turinek M, Slatnar A, Rozman C, Bavec M (2012) Nutritional value and economic feasibility of red beetroot (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* Rote Kugel) from different production systems. Afr. J. Agric. Res. 7(42): 5653-5660.
- Szczepanek M, Wilczewski E, Poberezný J, Wszelaczynska E, Keutgen A, Ochmian I (2015) Effect of biostimulants and storage on the content of macroelements in storage roots of carrot. J. Elem. 20(4): 1021-1031.
- Szura A, Kowalska J, Sady WE (2008) The content of mineral and protein nitrogen in red beet depending on nitrogen fertilizer type and fertilization method. Acta Sci. Pol. Hort. Cult. 7(3): 3-14.
- Wicaksana P, Wijaya K, Soeparjono S (2019) The role of potassium and calcium in improving the quality and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *servo*). El-Hayah: Jurnal Biologi. 7(2): 84-93.
- Wolf B (1971) The determination of boron in soil extracts plant materials composts manures water and nutrient solutions. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2(5): 363-374.
- Yazıcı D, Korkmaz K (2020) Karabuğday bitkisinde bor alınımı ve toksitesi üzerine potasyum uygulamalarının etkisi. Akademik Ziraat Dergisi 9(1): 151-162.
- Yener H, Kuşaksız EK, Kuşaksız T (2017) Yapıpraktan kalsiyum nitrat gübrelemesinin sofralık sultani çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin mineral beslenmesine etkisi. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi 1(23): 59-67.
- Zambi O (2015) Arpacık iriliği ve bor uygulamalarının yeşil soğanda verim ve kaliteye etkisi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi) 66 s. Ordu.



Midyat (Mardin) ilçesi yerel üzüm çeşitlerinin salkım, tane, çekirdek ve çubuk özellikleri

Cluster, berry, seed, and cane characteristics of local grape varieties of Midyat (Mardin) district

Mehmet Settar ÜNAL¹ , Cuma UÇAŞ¹ 

¹Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil-Şırnak, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1057297](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1057297)

Geliş tarihi /Received:13.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:03.03.2022

Keywords:

Viticulture, grape, ampelography, Midyat, Mardin.

✉ Corresponding author: M. Settar ÜNAL

✉: munal62@hotmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aims of this study to determine the local grape genotypes and their characteristics in detail according to the international norms.

Methods and Results: Study conducted in 2019-2020, a total of 26 characters, including annual branch, flower, cluster, berry and seed characteristics of 28 grape cultivars grown in the Midyat district of Mardin province of Turkey were defined. 'Descriptors for Grape' designed by IBPGR, OIV and UPOV and 'Minimal Descriptor List for Grapevine Varieties' were used in the evaluation of the features. In the study, Verdani variety was the largest berried variety. The variety with the longest cluster was Hazirani. TSS ratios of cultivars varied between 11.52% (Zeyti) and 23.20% (Sincari).

Conclusions: The absence of protrusions on the seeds in the studied local cultivars indicates that they are included in the *V. vinifera* L. species. In all genotypes, the fruit flesh was colorless, the berries were seeded, the surface of the annual shoot was striped, and the nodes and internodes were hairless.

Significance and Impact of the Study: In this study, local grape varieties grown in the Midyat region of Mardin province of Turkey were identified. It is thought that with the performed definition, the recognition of local grape varieties will increase, and the name confusion that may occur in the future can be prevented.

Atıf / Citation: Ünal MS, Uçaş C (2022) Midyat (Mardin) ilçesi yerel üzüm genotiplerinin salkım, tane, çekirdek ve çubuk özellikleri. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 125-135. DOI: 10.37908/mkutbd.1057297

GİRİŞ

Ülkemiz, Vavilov'un bildirdiği 8 anavatandan ikisi olan Yakın Doğu ve Akdeniz havazaları içerisinde. Anadolu'nun kuzeydoğu kısmını da kapsayan Karadeniz ve Hazar Denizi arasındaki alan, asma bitkisinin en önemli türü olan *Vitis vinifera* L.'nin anavatani olarak kabul görmektedir (Gazioğlu Şensoy ve ark., 2009; Elma, 2015; Bekar, 2016; Çakır ve Söylemezoğlu, 2018; Bozkurt, 2019). Dünya üzerinde yaklaşık 13.000, Türkiye'de ise 1.400'den fazla üzüm çeşidi/tipi olduğu, ancak ticari değeri olan üzüm çeşidinin 30 dolayında bulunduğunu göstermektedir (Sağlam ve Sağlam, 2018; Anonim, 2019; Ünal, 2020). *V. vinifera* ssp. *sativa*; *Vitis*

cinsinde bulunan 32 türün en önemlisi olup, yeryüzünde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin % 90'dan çoğunu ihtiva etmektedir (Ünal, 2000; Eren, 2012; Yıldırım, 2019).

Ülkemizin asma genetik potansiyeli, 1960 yılından itibaren hazırlanan ülkesel bir projeye günyüzüne çıkarılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalardan en önemlisi, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından oluşturulan "Milli Koleksiyon Bağı"dır. İlgili kurum tarafından 1965 yılında başlatılan proje, 2008 yılında tamamlanmış olmakla beraber halen yeni genotip eklemeleri devam etmekte olup, şu ana kadar 1435 çeşit/tip milli koleksiyonda muhafaza altına alınmıştır (Söylemezoğlu ve ark. 2015; Ergönül ve Özer, 2018). Ayrıca 'Milli Koleksiyon Bağı'nın bir paraleli Manisa

Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde kurulmuş olup çalışmalar burada da devam etmektedir.

Yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve ıslah çalışmalarında çalışılan bitkinin genetik varyasyonu önemlidir. Bir gen kaynağında çeşitliliğin araştırılmasında ise farklı kriterler kullanılabilir. Morfolojik özellikler en çok kullanılan parametreler arasındadır ve 'Ampelografi' aslında morfolojik farklılıkları tanımlayan bilim dalı olarak gelişmiştir. Ampelografi tanımı Yunanca "amphelos" üzüm ve "graphe" tanımlama terimlerinin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur (Sabır, 2008). İlk defa Sachs tarafından kullanılmıştır (Serhat, 2016; Yeğenoğlu ve ark., 2016; Yılmaz, 2020).

Türkiye'de üzüm yetiştiriciliği sofralık çekirdeksiz, sofralık çekirdekli, kurutmalık çekirdeksiz, kurutmalık çekirdekli ve şaraplık üzümler olarak 5 grup altında incelenmektedir (Güler ve ark., 2020). TÜİK (2021) verilerine göre ülkemizin bağ sahası 3.9 milyon da, üretilen üzüm miktarıysa 3.67 milyon ton olup, bunun % 50.6'sı taze tüketimde, % 38.9'u kuru üzüm elde etmede ve % 10.4'ü şarap üretiminde kullanılmaktadır. Anadolu'nun üzüm üretiminde başta gelen illeri arasında bulunan Mardin bölgesinde toplam bağ sahası 363.755 da, üretilen üzüm miktarıysa 165.210 ton, Midyat yöresinde aynı veriler sırası ile 122.210 da ve 47.615 ton'dur. Mardin geneli üzüm üretim sahasının % 34'ünü, üretilen üzüm miktarınınsa yaklaşık % 29'unu oluşturan Midyat'ta üzüm yetiştiriciliğinin önemli tarım dallarından olduğu görülmektedir. Ancak, bağcılığın yoğun iş gücü istemesinin yanı sıra, başta terör olayları olmak üzere değişik etkenler üreticinin bağa olan ilgisini azaltmış ve bağ alanlarının yavaş yavaş terk edilmesine yol açmıştır. Bu durum bölgede var olan bağ potansiyelinin zamanla kaybolması riskini ortaya çıkarmıştır. Bağ genetik materyallerinin tespiti ve tanımlanması, genetik çeşitliliğin kaybolmasının önlenmesi açısından önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır (Güler, 2021)

Bu araştırma; Midyat'ta yetiştirilen üzüm genotiplerinin saptanması, korunması, uluslararası normlara göre teşhisi ve tanımlanması amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın materyalini Mardin ili Midyat ilçesinde yetiştirilmekte olan yerel üzüm çeşitleri oluşturmuştur. Çalışmada, Midyat merkez ve ilçeye bağlı bazı yerleşim alanlarında (Çaldere, Yolbaşı, Acırlı, Adaklı, Ovabaşı, Barıştepe) yetiştiriciliği yapılan Mazrone, Kerkuşi, Zeyti, Benitaht, Şepirze, Korfoki, Siyah Korfoki, Pembe Korfoki, Sudani, Zeynebi (Libdrej), Bilbizek, Heseni, Tayfi, Reşe Gurguronek, Reşik (Usvet), Bakari, Imsebek, Siyah

Imsebek, Sorani, Bızani, Hazirani, Atif, Şıtvı, Verdani, Deyvani, Serdevi, Koher (Kohevi) ve Sincari yerel üzüm genotipleri incelenmiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgeye ait coğrafi veriler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Örneklem yapılan bölgelerine ait coğrafi bilgiler

Table 1. Geographical information of the sampling regions

Yerleşim yeri	Rakım (m)	Koordinatlar	
		Enlem	Boylam
İlçe merkezi	953	37.41666° K	41.36972° D
Çaldere	1100	37.30013° K	41.25846° D
Yolbaşı	1070	37.36828° K	41.32144° D
Acırlı	984	37.44246° K	41.31363° D
Adaklı	957	37.42422° K	41.52027° D
Ovabaşı	989	37.46965° K	41.14024° D
Barıştepe	950	37.44210° K	41.39478° D

Yöntem

Yerel üzüm çeşitleri 2018 yılı büyüme devresinde Midyat Ziraat Odasında kaydı bulunan sözleşmeli çiftçiler ve Midyat Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü'nde bulunan ilgili personellerle diyalog yolu ile belirlenmiştir. Daha sonra ilçede izlenen bağcılık yönetimine ilişkin bilgi sağlanmış, üzüm hasadı öncesinde saptanan 20-25 yaşlı bağlara gidilerek genotipler tespit edilmiş, bunların başlıca özellikleri kayıt altına alınmış, her çeşitten yaklaşık 10 asma işaretlenerek etiketlenmiş ve fotoğraflanmıştır. Daha sonra bağın krokisi çıkarılarak çalışmalara başlanmıştır. Ampelografik incelemelere ise 2019 ve 2020 yıllarında omcalarda gözlerin sürmesiyle başlanmış, bağlarda ve asmalarda önemli görülen özellikler fotoğraflanarak bilgiler kayıt altına alınmıştır. Çalışmada uluslararası kavram birliğinin sağlanması amacıyla ampelografik özelliklerin belirlenmesinde uygulanan IBPGR, OIV ve UPOV'ca kabul gören ve 1983'de 'Descriptors for Grape' (Üzüm Tanımlayıcıları) ismiyle yayınlanan yöntemden faydalanılmıştır (Anonim, 1983). Bunun yanında çeşitlerin tescilinde ele alınan hususlarda gözönünde bulundurulmuştur.

Metotta OIV, UPOV ve IBPGR 'Üzüm Tanımlayıcıları'nda yer alan ampelografik özellikler ile bu özelliklerin açıklamaları esas alınmış, buna mukabil araştırmada kullanılan yöntemlerin kod ve skala numaralarına yer verilmemiştir (Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 4). Karakterlerin verilmesinde konu benzerliklerine göre sınıflandırma yapılmış, sınıf içindeki karakterlerin yöntem kodları rakamsal değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralanmış, örneklerin alınma yeri, zamanı ve miktarı verilmiş, söz konusu yöntemlerde araştırılmasına gerek duyulmayan ya da yöntemine uygun

olmadığı düşünülen karakterler içinse herhangi bir kod ve skala numarasına yer verilmemiştir.

Araştırmada; yıllık dal (çubuk) rengi bağda, tane kabuk rengi, tane et rengi kabuğu meyve etinden ayırdıktan sonra renk ölçer ile laboratuvarında, salkım genişliği ve boyu, salkım sapı boyu, tane genişliği ve boyu, tane sap boyu, çekirdek genişliği ve boyu ölçümleri dijital kumpasla, tanelerin ve çekirdeklerin tartımına 0.001 g'a duyarlı terazile laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kuru madde, pH, asitlik ve şıra verimlerinin saptanması için herbir asmanın 4 yönünden alınan takriben 1 kg salkım, laboratuvarında bez içerisinde sıkılmak suretiyle sağlanan şırada kuru madde 'Refraktometre'yle, asit tartarik asit cinsinden 'titrasyon yöntemi'yle (Güler, 2021), şıra verimi mezurla, olgunluk indisi ise kuru maddenin asite bölünmesiyle belirlenmiştir. Birinci çiçek salkımının çıkmış olduğu boğum tespiti bağda, tane kabuk kalınlığı ve lezzetiyle yaprağın salamura üretimine elverişliliğinin saptanması ise laboratuvarında bir ekip tarafından belirlenmiştir.

Çeşitlerin kullanım şekillerinin tespitinde sık ve ufak salkım ve taneye sahip, şıra oranı yüksek çeşitler daha ziyade şaraplık-şıralık, seyrek/orta sık ve büyük salkım ve tanelere sahip, gevrek etli çeşitler sofralık, çeşit olarak kurutmaya elverişli ve kuru madde oranı daha fazla olan çeşitlerse kurutmalık olarak kabul görmüşlerdir. Çalışmada incelemeye tabi tutulan üzüm genotiplerinin hasat zamanlarına göre tasnif edilmesinde Kara (1990)'dan, yaprakların salamura yapımına elverişliliğini tespitte Ünal (2018)'den yararlanılmıştır. Her 3 yöntemde de kod no ve sınıf aralık değerlerine değinilmeyen karakterlerden pH ve olgunluk indislerine yalnızca tartışma kısmında yer verilmiştir. Tanelerin biçimi, çubukların enine kesiti ve ana renkleri laboratuvarında Anonim (1983) ve Anonim (1989)'a göre belirlenmiştir. Üzüm çeşitlerinin bağda toplanan salkım ve yaprak numunelerinin bozulmasını önlemek amacıyla buzluk termus içerisinde laboratuvara iletilmiştir.

Bu çalışmada incelenen yerel üzüm çeşitlerinin salkım, tane, yıllık dal ve çekirdeklerine ait verilerin analizi omcaların uyku devresinde gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yörede yetiştiriciliği yapılan üzüm genotipleri ve bunların çeşit özellikleri

Dinlenme devresinde incelenen çubuklar; ana renk bakımından genotipler değişik gruplarda yer almışlarsa da ağırlıklı olarak kırmızı kahverengi olarak tespit edilmişlerdir. Çubukların enine kesitlerinde çoğunlukla "Yuvarlak" görülürken dal yüzey görünümünün bütün

çeşitlerde "Çizgili" olduğu belirlenmiştir. Bu saptamanın, Kara (1990), Gürsöz (1993) ve Ünal (2000)'ün bulgularını teyit etmesi bu genotiplerin *Vitis vinifera* L. türüne ait oldukları fikrini destekleyen bir olgu olarak değerlendirilmektedir. Çalışmada tüy tipleri IBPGR standart teşhis yöntemleriyle saptanmıştır. Oraman (1959) gruplandırmayı; seftali (Örümcek Ağı), yün, keçe ve fırça gibi kelimelerle belirlerken Galet (1956-1964) yün gibi ifadesine yer vererek bunlara dikenimsi tüyler ve tüysüz teşhisini ilave etmiştir. Uzun (1986) ve Marasalı (1986)'nın IBPGR'nin oluşturduğu yöntemi (Anonymous 1983) dikkate almalarına kadar, Oraman'ın (1959) geliştirdiği yöntem daha sonra yürütülen çalışmalarda gözönünde bulundurulmuştur. En yeni şekliyle kullanıma giren ve uluslararası bir kavram bütünlüğüne dönük bu metoda göreyse tüy tipi "Yatık" ve "Dik" şeklinde 2 gruba ayrılmıştır. İncelenen genotiplerin tamamında dik tüylerin saptanamaması, Kara (1990)'ın yaptığı çalışmayla paralellik arz etmektedir. Bunun için omcalarda yatık tüylerin, dik tüylere nazaran daha önemli olduğu fikri ağır basmaktadır. Zira bu özellik, çeşitlerin teşhisinde araştırmacıya kolaylık sağlamaktadır. Bu hal Ünal (2000), Kılıç ve ark. (2011) ve Ünal ve Yıldırım (2020)'nin araştırmalarıyla bire bir örtüşmektedir (Çizelge 2).

Çiçeklenme devresinde salkımları incelenen yerel üzüm çeşitlerinde çiçek yapısı Bızani, Reşe Gurguronek ve Sincari de "Erdişi Görünümlü Dişi" olarak saptanırken, geri kalan asmalarda "Erdişi" olarak belirlenmiştir. 'Erdişi Görünümlü Dişi' çiçek tipinin tüm çeşitler içerisinde % 10.71 olduğu bulunmuştur. Aktepe (1994)' dişi çiçek oranını % 28.6, Yıldırım (2019) % 7.1 ve Binay (2013) ise % 20 olarak belirlemiştir. Bu durum, asma genetik materyalimiz içerisinde dişi çiçek yapısına sahip çeşitlerin sayıca daha az olduğunu göstermektedir. İlk çiçek salkımının çıktığı boğum bakımından; Şıtvı, Tayfi ve Zeyti çeşitlerinde "1.-2.Boğum", Mazrone, Korfoki, Siyah Korfoki, Pembe Korfoki, Reşe gurguronek, Kerküşü, Bızani, Atıf, Kohevi, Serdevi, Sincari ve Zeynebi çeşitlerinde "3.-4. Boğum" olarak gözlemlenirken; diğer çeşitlerde (Sudani, Reşik, Bakari, Deyvani) "5.Boğum ve Yukarısı" olarak gözlemlenmiştir. Çeşitlerin salkım sapı boyu genellikle "Kısa" olarak bulunurken diğer gruplarda yer alan çeşitlerde saptanmıştır (Çizelge 2). Bu durum, bir çeşit karakteri olmakla beraber bakım işlemleri, özellikle çiçeklenme devresindeki iklim yapısı, çiçek yapısına da bağlı olarak salkım uzunluğunu etkileyebileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Yerel üzüm çeşitlerinin çubuk (yıllık dal) ve salkım özellikleri
Table 2. Cane (annual branch) and bunch properties of local grape varieties

Genotipler	Çubuk Özellikleri					Salkım Özellikleri			
	Enine Kesit	Anarenk	Boğum Dik Tüy Sıklığı	BA Dik Tüy Sıklığı	Yüzey Görünümü	Çiçek Yapısı	1.Salkımın Çıktığı Boğum	Salkım İriliği (cm ²)	Salkım Boyu (cm)
Mazrone	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (199.1±10.6)	Kısa (16.8±0.4)
Kerküşü	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (197.4±16.3)	Kısa (15.9±0.8)
Zeyti	Yuv.	Koyu Kır.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	1-2. Boğum	Orta (202.1±10.5)	Kısa (17.0±0.7)
Benitaht	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	5. Boğum ve Üstü	Orta (199.1±13.0)	Kısa (16.8±0.5)
Şepirze	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (201.6±13.4)	Kısa (16.8±0.5)
Serdevi	Yuv.	Açık Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Küçük (176.2±12.1)	Kısa (12.7±0.4)
Korfoki	Oval	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (205.5±14.7)	Orta (21.9±1.2)
Siyah Korfoki	Oval	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Küçük (180.5±14.0)	Orta (17.9±1.1)
Pembe Korfoki	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	4. Boğum	Küçük (170.5±12.6)	Kısa (16.8±0.5)
Sudani	Yuv.	Koyu Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	5. Boğum ve üstü	Çok Küçük (124.4±9.2)	Kısa (14.3±0.6)
Zeynebi	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Çok Küçük (133.5±9.2)	Kısa (16.5±0.6)
Koher	Yuv.	Sarı. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Dişi	3-4. Boğum	Küçük (150.8±12.4)	Kısa (1.5±1.0)
Bilbizek	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (201.6±13.4)	Kısa (16.8±0.5)
Heseni	Yuv.	Koyu Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Küçük (134.7±12.4)	Kısa (14.5±1.1)
Tayfi	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	1-2. Boğum	Küçük (129.7±8.6)	Kısa (16.1±0.6)
Raşe Gurguronek	Basık Oval	Koyu Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Dişi	3-4. Boğum	Çok Küçük (108.9±8.4)	Kısa (13.4±0.6)
Reşik	Yuv.	Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	5. Boğum ve üstü	Çok Küçük (124.4±9.2)	Kısa (14.3±0.6)
Sincari	Yuv.	Sarı. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Dişi	3-4. Boğum	Küçük (191.1±15.9)	Orta (19.0±1.4)
Bakari	Yuv.	Sarı. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	5. Boğum ve üstü	Çok Küçük (123.8±10.8)	Orta (15.2±1.1)
İmbesek	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (200.7±7.1)	Orta (19.0±0.3)
Siyah İmbesek	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (200.7±7.1)	Orta (18.7±0.3)
Sorani	Basık Oval	Sarı. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Çok Küçük (101.6±24.3)	Kısa (15.9±0.4)
Bızani	Yuv.	Sarı. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Küçük (150.8±12.4)	Kısa (15.0±1.0)
Hazirani	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (200.7±7.1)	Orta (17.7±0.3)
Atıf	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Orta (200.7±7.1)	Orta (18.7±0.3)
Şıtvı	Yuv.	Sarı	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	1-2. Boğum	Çok Küçük (92.8±11.8)	Kısa (12.9±0.6)
Verdani	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	3-4. Boğum	Küçük (150.9±11.5)	Kısa (16.1±0.5)
Deyvani	Yuv.	Kır. Kah.	Yok	Yok	Çizgili	Erdişi	5. Boğum ve üstü	Çok Küçük (67.4±10.3)	Çok Kısa (10.4±0.6)

Yuv.: Yuv. Kırmızı Kahverengi Sarı. Kah.: Sarımsı Kahverengi

IBPGR, salkım iriliğini en x boy şeklinde kabul ederken Kara (1990) ve Gürsöz (1993), en x boy hesaplanmasında özellikle omuzlu, kanatlı ve konik bir yapıda olan çeşitlerde salkımın dışında kalan alanın ölçüme dahil edilmesinin birtakım yanlış sonuçlara sebep olacağını ifade etmişlerdir. İncelenen çeşitler salkım büyüklüğü bakımından ise “Çok Küçük-Orta” sınıfında tespit edilmişlerdir. Üzüm çeşitlerinde salkım boyu “Çok Kısa” ile “Çok Uzun” arasında sınıflanmış olup, en uzun salkıma sahip çeşit Hazirani olmuştur. Salkım boyu; çevre ve bakım şartlarından büyük ölçüde etkilendiğinden artık eski önemini yitirmiştir (Morton, 1979).

Hasat devresinde salkım sıklığı bakımından incelenen üzüm çeşitleri “hemen her sınıfta yer almışlardır. Ancak bu durumun bir çeşit özelliği olması yanı sıra kültürel işlemler, iklim şartları, özellikle çiçeklenme dönemindeki olumsuz iklim koşullarıyla beraber çiçek yapısıyla da yakından bağlantılı olduğu bilinmektedir. Hasat zamanının tespitinde ve salkımların dala olan irtibatında dikkate alınan salkım sapının odunlaşması bakımından genotipler, “Orta” ve “Güçlü” grubunda yer almışlardır (Çizelge 3).

Yine tane sapı boyu, tane eni, tane boyu bakımında çeşitler değişik sınıflarda yer almış olup, bu bir çeşit özelliği olma yanında bakım ve ekolojik şartlarda önemli seviyede etkili olabilmektedir. Tanelerde renk ve irilikte bir örneklikte farklı gruplarda bulunmuşlardır. Bunda çiçeklenme devresindeki olumsuz iklim şartları yanında hatalı budama, özellikle sulama ve N’lu gübreleme gibi işlemler büyük ölçüde etkin rol oynamaktadırlar. Demir ve Tangolar (2021) Black Magic üzüm çeşidinde organik ve organomineral gübre uygulamalarının verim, kalite ve bitki beslemeye etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yapraktan ve topraktan sıvı organik (BioGas) ve organomineral (AminoSEL-K) gübrelerin yapraktan

uygulanmasıyla üzüm verimi ve kalitesi üzerine etkilerinin ilk yıldan itibaren görülebileceğini, devam eden yıllarda da etkinin artarak devam edeceğini bildirmişlerdir.

Elde edilen sonuçlarımızda, mahalli üzüm genotiplerinde ise tane şekli yönünden değişiklikler görülmüştür. Bir çeşit veya asmada tanenin şeklinin çevre şartlarından çok etkilenmemesi bu karakterin çeşit saptamadaki önemini belirtmektedir. Bununla beraber tanenin şeklinin tozlayıcı çeşide göre de değişiklik gösterebileceği belirtilmektedir. Özbek (1951), babalık çeşidin tane hacmi üzerine etkili olmadığını bildirirken Dağlı (1962) ve Fidan (1975) ise, tam tersini ifade etmişlerdir. Tane kabuğu rengi Mazrone, Kerkuşi, Zeyti, Benitaht, Korfoki, Zeynebi, Bilbizek, Heseni, Bakari, İmsebek, Bızani, Hazirani, Atif, Şıtvı, Verdani, Deyvani, Serdevi, Kohevi ve Sincari çeşitlerinde “Yeşil Sarı”, Reşe gurguronek, Sudani, Reşik ve Siyah İmsebek çeşitlerinde “Siyah”, Verdani, Şepirze ve Tayfi çeşitlerinde “Koyu Kırmızı Mor”, Sorani ve Pembe Korfoki’de ise “Pempe” olarak saptanmıştır. Bu hal, meyve etinde kabuktan ayrı antosiyaninin teşekkül ettiği savını teyit etmektedir (Marasalı, 1986). Tanelerin rengi her ne kadar çeşide has olsa da rek yoğunluğunun ve birörnekliliğinin aynı asmada dahi değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bu durumun başlıca sebeplerinin aktif sıcaklık toplamı ve gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkı gibi iklim koşulları olduğu düşünülmektedir (Çizelge 3). Korkutal ve ark. (2021), Michele Palieri/110R aşısı kombinasyonuna sahip omcalardan oluşan bağda, yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının, salkım özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında salkım seyreltme ve yaprak uygulamalarının kontrole göre verimde %8-48 arası bir düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Yerel üzüm çeşitlerin salkım ve tane özellikleri
Table 3. Bunch and berry properties of local grape varieties

Genotipler	Salkım Özellikleri				Tane Özellikleri			Kabuk Özellikleri		
	Salkım Sıklığı	Salkım Sapı Odunlaşması	Salkım Sap Boyu (cm)	Tane Eni (cm)	Tane Boyu (mm)	İrilikte Homojenlik	Tane Şekli	Kabuk Rengi	Kabuk Kalınlığı	Kabuk Renginde Homojenlik
Mazrone	Orta	Güçlü	Orta (6.1±0.8)	Orta (15.4±0.5)	Orta (16.0±0.5)	Birörnek	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Kerküşi	Orta	Güçlü	Orta (6.2±1.3)	Orta (14.3±0.7)	Orta (15.5±1.0)	Birörnek	Yuv.	Sarı	İnce	Birörnek
Zeyti	Orta	Güçlü	Uzun (9.2±0.8)	Orta (16.0±0.6)	Orta (17.3±1.0)	Birörnek Değil	Yuv.	Sarı	İnce	Birörnek
Benitaht	Seyrek	Orta	Orta (6.9±1.5)	Orta (15.3±0.7)	Uzun (18.7±1.7)	Birörnek Değil	Uzun Elips	Sarı	İnce	Birörnek
Şepirze	Orta	Güçlü	Orta (6.2±0.5)	Orta (16.5±0.7)	Uzun (19.1±0.9)	Birörnek	S.dirik	Koyu Kır. Mor	İnce	Birörnek Değil

Çizelge 3 (devamı). Yerel üzüm çeşitlerin salkım ve tane özellikleri
Table 3 (continued). Bunch and berry properties of local grape varieties

Genotipler	Salkım Özellikleri			Tane Özellikleri			Kabuk Özellikleri			
	Salkım Sıklığı	Salkım Sapı Odunlaşması	Salkım Sap Boyu (cm)	Tane Eni (cm)	Tane Boyu (mm)	İriliğe Homojenlik	Tane Şekli	Kabuk Rengi	Kabuk Kalınlığı	Kabuk Renginde Homojenlik
Serdevi	Orta	Güçlü	Orta (6.8±0.3)	Orta (16.7±0.2)	Uzun (18.6±0.2)	Birörnek Değil	Elips	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek Değil
Korfoki	Seyrek	Güçlü	Orta (7.7±0.6)	Orta (15.9±0.9)	Orta (16.3±1.2)	Birörnek	Yuv.	Sarı	İnce	Birörnek
Siyah Korfoki	Seyrek	Güçlü	Orta (6.2±0.2)	Orta (15.4±0.1)	Orta (16.0±0.1)	Birörnek	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Pembe Korfoki	Orta	Zayıf	Uzun (8.1± 0.2)	Orta (14.9±0.3)	Orta (16.5±0.4)	Birörnek Değil	Yuv.	Pembe	İnce	Birörnek Değil
Sudani	Orta	Güçlü	Orta (6.6± 0.2)	Orta (15.8±0.2)	Uzun (19.6±0.2)	Birörnek Değil	Elips	Siyah	İnce	Birörnek Değil
Zeynebi	Orta	Orta	Orta (6.2± 0.2)	Dar (13.6±0.4)	Çok Uzun (25.7±0.7)	Birörnek	Uzun Elips	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Koher	Sık	Güçlü	Orta (7.0±0.2)	Orta (15.7±0.7)	Orta (16.1±0.7)	Birörnek Değil	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek Değil
Bılbızek	Orta	Güçlü	Orta (6.4±0.2)	Orta (15.4±0.1)	Orta (16.0±0.1)	Birörnek	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Heseni	Orta	Zayıf	Orta (7.8±0.7)	Enli (19.1±0.8)	Uzun (19.6±0.5)	Birörnek	Yuv.	Yeşil Sarı	Kalın	Birörnek
Tayfi	Sık	Güçlü	Kısa (5.6±0.4)	Orta (16.2±0.9)	Uzun (19.8±0.8)	Birörnek Değil	Uzun Elips	Koyu Kır. Mor	Orta	Birörnek Değil
Raşe Gurguronek	Çok Sık	Güçlü	Kısa (5.9±0.2)	Orta (17.2±0.2)	Uzun (19.5±0.3)	Birörnek Değil	Elips	Siyah	Orta	Birörnek
Reşik	Orta	Güçlü	Orta (6.6± 0.2)	Orta (15.8±0.2)	Uzun (19.6±0.2)	Birörnek Değil	Elips	Siyah	İnce	Birörnek
Sincari	Sık	Güçlü	Orta (6.0±0.4)	Orta (16.9±0.7)	Kısa (14.3±0.5)	Birörnek Değil	Yuv.	Sarı	İnce	Birörnek
Bakari	Seyrek	Çok Zayıf	Orta (6.6±0.2)	Orta (17.3±1.0)	Çok Uzun (25.0±1.0)	Birörnek	S.dirik	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
İmbesek	Orta	Zayıf	Orta (6.2±0.2)	Orta (15.5±0.9)	Orta (16.2±0.6)	Birörnek Değil	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Siyah İmbesek	Orta	Zayıf	Kısa (5.1±0.4)	Çok Dar (11.3±0.5)	Kısa (12.0±0.5)	Birörnek Değil	Yuv.	Siyah	Orta	Birörnek
Sorani	Sık	Orta	Orta (7.6±0.8)	Orta (16.1±1.1)	Orta (16.7±0.9)	Birörnek	Yuv.	Pembe	İnce	Birörnek
Bızani	Sık	Güçlü	Kısa (7.0±0.2)	Orta (15.7±0.7)	Orta (16.1±0.7)	Birörnek Değil	Yuv.	Yeşil Sarı	Orta	Birörnek Değil
Hazirani	Orta	Zayıf	Kısa (6.0±0.2)	Orta (14.5±0.8)	Orta (15.2±0.5)	Birörnek Değil	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Atif	Orta	Zayıf	Orta (6.2±0.2)	Orta (15.5±0.9)	Orta (16.2±0.6)	Birörnek Değil	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Şitvi	Sık	Orta	Orta (6.3±0.1)	Orta (17.1±0.1)	Orta (17.3±0.1)	Birörnek	Yuv.	Yeşil Sarı	İnce	Birörnek
Verdani	Seyrek	Güçlü	Orta (6.9±0.2)	Enli (19.4±0.3)	Çok Uzun (22.3±0.3)	Birörnek Değil	Elips	Koyu Kır. Mor	İnce	Birörnek Değil
Deyvani	Seyrek	Güçlü	Orta (6.3±0.2)	Orta (15.6±0.2)	Orta (15.4±0.3)	Birörnek Değil	Yuv.	Yeşil Sarı	Kalın	Birörnek Değil

Yuv.: Yuvarlak

S.dirik: Silindirik.

Tane ağırlıkları açısından çeşitler “Çok Hafif”, “Hafif”, “Orta”, “Ağır ” ve “Çok Ağır” olarak sınıflandırılmış (Çizelge 4); en ağır taneli çeşit Verdani iken en hafif çeşidin İmşebek olduğu saptanmıştır. Bütün genotiplerde koruk safhasındaki tane rengi yeşilken olgunluğun başlamasıyla birlikte çeşide has biçimde değişime uğramıştır. Üzümün değerlendirme biçimi ve nitelik gibi özelliklerine etki eden şırada kuru madde

oranı açısından 10 çeşitin “Orta”, 6 çeşitin “Düşük”, 12 çeşitin “Yüksek” sınıfında yer aldığı bulunmuştur. İncelenen çeşitler içinde SÇKM oranı en düşük olan çeşit Zeyti (%11.52) iken en yüksek çeşitin Sincari (%23.20) olduğu bulunmuştur. Şırada asit oranları ise “Düşük”, “Orta” ve “Yüksek” olarak üç grupta yer almışlardır. Bu, çeşitler arasındaki genetik farklılıklara ilaveten Kara'nın (1990) da belirttiği gibi çevre ve bakım

işlemlerindeki farklılıklar nedeniyle her yıl hasat, aynı tarihte yapılamadığından da kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Yine tad bakımından incelenen bütün çeşitlerin “Diğer” sınıfında yer almışlardır. Şıra randımanı bakımından Zeyti, Tayfi, Sorani, Şıtvı ve Sincari çeşitleri “Düşük” olup; Korfoki, Heseni, Reşe gurguronek ve Serdevi çeşitlerinin şıra randımanı “Orta”, Mazrone, Kerkuşi, Benitaht, Siyah korfoki, Pembe korfoki, Sudani, Bilbizek, Reşik Imsebekler, Bızani, Hazirani, Deyvani, ve Kohevi çeşitleri “Yüksek”, Zeynebi çeşidi ise “Çok Yüksek” sınıfında yer almışlardır. Dünya’da sofralık üzümlerin tüketiminde ve ihracatında en önemli kriter olarak kullanılan, sofralık çeşitlerde önemli bir hasat kıstası olan ve SÇKM / asit oranı olarak bilinen “Olgunluk İndisi”, incelenen çeşitlerin tümünün 20-40 değeri arasında olduğu tespit edilmiştir. Olgunluk indislerinin yıllara, çeşitlere, hatta ekolojiye göre değiştiği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Kara ve Gerçekcioğlu, 1993; Karanis ve Çelik, 2002; Tangolar ve ark., 2005; Cangı ve ark., 2011). Nitekim Özdemir ve Bayhan (2018)’de yayınladıkları bir makalede Diyarbakır şartlarında Mazrone’de olgunluk indisini 62.40 bulurken bu çalışmada aynı çeşitte 35.10 bulunması da bu tezi desteklemektedir. Bu çalışmada en düşük olgunluk indisi Benitaht (20.83)’de, en yüksek ise Heseni (39.10)’de bulunurken diğer çeşitler bu iki değer arasında sıralanmıştır (Çizelge 4). Yürütülen bu çalışmada elde edilen olgunluk indisi sonuçlarına göre, bölgede tüm üzüm çeşitlerinin istenilen olgunluk indisine ulaşabileceğini göstermiştir. Araştırmamızda, tam olgunluk aşamasında şırada pH değerleri çeşitler arasında farklılık göstermiştir. Winkler ve ark., (1974) oluma kadar pH’nın önemli derecede arttığını, pH’daki bu değişim ile yeme kalitesindeki uygun olmayan tatların kaybolduğunu ve değiştiğini bildirmişlerdir. Midyat bölgesindeki yerel üzümlerde yapılan araştırmada beyaz çeşitlerde şırada pH’nın 3.32-3.88 arasında değişmektedir. En düşük Deyvani 3.32 olup en yüksek Heseni 3.88 üzüm çeşitleridir. Renkli çeşitlerde ise 3.25-3.66 arasında değişmektedir. Bu çalışmada ise en düşük pH Reşik (pH 3.25), en yüksek Hasani (pH 3.88) çeşidinde belirlenirken diğer çeşitler bu ikisi arasında sıralanmıştır (Çizelge 4). Bilhassa sıcak bölgelerde üzümlerin olgunluk kriteri olarak pH derecesi de önerilmektedir (Fanizza, 1982). Özdemir ve Bayhan (2018)’de 2011 yılında Diyarbakır ili Çermik ve Eğil ilçelerinde yürüttükleri bir çalışmada Mazrone(Şire) çeşidinin pH değeri 3.74 bulunurken bu çalışmada 3.42 olarak bulunmuş olup, aradaki farklılığın çevre şartları ve kültürel işlemler

vb.den kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4). Tanelerden çıkarılan çekirdeklerin boyu Kerkuşi, Imsebekler, Hazirani ve Atif çeşitleri “Orta”; Mazrone, Zeyti, Benitaht, Şepirze, Korfokiler, Bilbizek, Heseni, Tayfi, Bakari, Sorani, Şıtvı, Deyvani, Serdevi ve Sincari çeşitlerinin “Uzun”; Reşe Gurguronek, Sudani, Reşik, Zeynebi, Bızani, Verdani ve Kohevi’nin ise “Çok Uzun” sınıfına dahil oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4). Çekirdek eni açısından Kerkuşi, Zeyti, Zeynebi, Tayfi, Imsebekler, Hazirani ve Sincari üzüm çeşitleri “Enli”; Mazrone, Benitaht, Şepirze, Korfokiler, Sudani, Bilbizek, Heseni, Reşikler, Bakari, Sorani, Bızani, Atif, Şıtvı, Verdani, Deyvani, Serdevi ve Kohevi çeşitleri ise “Çok Enli” grubunda belirlenmişlerdir. Çekirdeklerin ağırlıkları açısından Sudani, Zeynebi, Verdani ve Serdevi çeşitlerinin “Orta”; Kerkuşi, Benitaht, Şepirze, Pembe Korfoki, Bilbizek, Heseni, Tayfi, Bakari, Imsebekler, Sorani, Bızani, Hazirani, Atif, Şıtvı, Deyvani, Kohevi ve Sincari çeşitlerinin “Ağır”; Mazrone, Zeyti, Korfoki, Siyah Korfoki ve Reşik çeşitlerinin ise “Çok Ağır” grubunda oldukları gözlenmiştir (Çizelge 4). Çekirdeklerin, tane büyüklüğü yanı sıra tane şeklini de etkilediği bildirilmektedir (Barış ve Gürnil, 1991). çoğunlukla iri ve ağır tanelerde, çekirdeklerinde ağır olduğu, uzun tanelerdeki çekirdeklerinse uzun oldukları görülmüştür. Bölgede incelemeye tabi tutulan çeşitlerin tamamında çekirdek bulunduğu saptanmıştır. Taneler, normalde 4'e kadar çekirdek taşımakla birlikte söz konusu çeşitlerde 2-3 adet çekirdek bulunmuştur. Oraman (1959), kuru haldeyken tohumun biçim, renk, parlaklık, şalazanın yeri ve iriliği açısından bazı genotiplerde değişiklikler olabileceğini ifade ederken Fidan (1985), farklı bir görüş ileri sürerek çekirdeklerin, tanelerin terkihi ve gelişme seyri üzerine önemli bir etkisi olmadığını dile getirmiştir. Çekirdek kenarlarında olukluluk (çukurluk) olmaması, bu asmaların *V.vinifera* L. türüne has özellikler taşıdığını ve bu türe mensup olduklarını göstermiştir (Gider, 1995; Ünal, 2000; Çoban ve Küey, 2006; Kılıç ve ark., 2011; Kara ve ark., 2016; Yıldırım, 2019). Genotiplerin teşhisinde ele alınan kriterlerde yöntem bakımından değerlendirme yapıldığında, biyokimyasal yöntemler çeşitlerin teşhisinde daha emin yöntem olarak kabul görmeye beraber araştırmacılar biyokimyasal ve klasik yöntemlerin birlikte yapılmasının lüzumuna vurgu yapmaktadırlar (Sabır, 2008; Güler, 2021). Dolayısıyla çeşitlerin teşhisinde her iki grupta yer alan metotların kullanılmasının daha doğru ve sağlıklı sonuç verebileceği kanaatine varılmıştır.

Çizelge 4. Yerel üzüm çeşitlerin tane ve çekirdek özellikleri
Table 4. Berry and seed properties of local grape varieties

Genotipler	Tane Özellikleri					Çekirdek Özellikleri					
	Tane Ağırlığı (g)	SÇKM (%)	Asitlik (g/l)	Şıra Randımanı (%)	Olgunluk İndisi (%)	Tane Et Rengi	pH	Boy (mm)	En (mm)	Ağırlık (mg)	Olukluk Durumu
Mazrone	Hafif (2.2±0.3)	Yüksek (15.5)	Düşük (6)	Yüksek (68)	25.8	Yok	3.42	Uzun (7.1±0.4)	Çok Enli (4.6±0.2)	Çok Ağır (69.0±0.001)	Yok
Kerküşü	Orta (2.8±0.3)	Orta (19.5)	Orta (8)	Yüksek (68.70)	24.4	Yok	3.65	Uzun (6.8±0.3)	Enli (4.0±0.3)	Ağır (51.4±0.001)	Yok
Zeyti	Orta (3.5±0.5)	Düşük (11.5)	Düşük (4.5)	Düşük (47)	25.5	Yok	3.43	Uzun (6.9±0.4)	Enli (3.2±0.6)	Çok Ağır (103.6±0.025)	Yok
Benitaht	Hafif (3.4±0.7)	Düşük (12.5)	Orta (6)	Orta (74)	20.8	Yok	3.18	Uzun (7.2±0.3)	Çok Enli (4.3±0.3)	Ağır (63±0.001)	Yok
Şepirze	Ağır (5.0±0.1)	Yüksek (21.06)	Orta (6)	Yüksek (65.70)	35.1	Yok	3.66	Uzun (7.2±0.1)	Çok Enli (4.5±0.1)	Çok Ağır (75.6±0.001)	Yok
Serdevi	Orta (3.4±0.1)	Orta (17.50)	Orta (4.5)	Orta (63.70)	38.5	Yok	3.38	Uzun (6.9±0.1)	Çok Enli (4.2±0.1)	Çok Ağır (70.6±0.001)	Yok
Korfoki	Orta (2.8±0.1)	Orta (16)	Düşük (4.5)	Yüksek (73.70)	35.0	Yok	3.57	Uzun (7.2±0.2)	Çok Enli (4.5±0.2)	Çok Ağır (75.6±0.001)	Yok
Siyah Korfoki	Hafif (2.6±0.1)	Orta (18)	Orta (7.5)	Yüksek (65.70)	24.1	Yok	3.55	Uzun (7.2±0.1)	Çok Enli (4.5±0.1)	Ağır (48.6±0.001)	Yok
Pembe Korfoki	Orta (3.2±1.2)	Yüksek (12.2)	Düşük (9)	Yüksek (77.00)	35.1	Yok	3.66	Uzun (6.1±0.2)	Çok Enli (3.9±0.2)	Ağır (57.6±0.01)	Yok
Sudani	Orta (3.7±0.1)	Orta (11.80)	Düşük (5.5)	Çok Yüksek (90.00)	21.5	Yok	3.44	Çok Uzun (8.4±0.1)	Çok Enli (5.0±0.1)	Ağır (57.9±0.001)	Yok
Zeynebi	Ağır (4.2±0.3)	Orta (16.90)	Düşük (6)	Yüksek (68.70)	28.6	Yok	3.61	Çok Uzun (7.4±0.2)	Enli (4.4±0.1)	Çok Ağır (75.6±0.001)	Yok
Koher	Hafif (2.3±0.3)	Orta (15.16)	Düşük (4.5)	Orta (63.70)	33.7	Yok	3.48	Çok Uzun (7.2±0.3)	Çok Enli (4.4±0.2)	Çok Ağır (78.6±0.01)	Yok
Bilbizek	Hafif (2.6±0.1)	Düşük (16.06)	Orta (7.5)	Düşük (52.00)	21.3	Yok	3.45	Uzun (7.2±0.1)	Çok Enli (4.5±0.1)	Ağır (61.0±0.001)	Yok
Heseni	Hafif (2.5±0.1)	Orta (19.50)	Düşük (5)	Orta (57.50)	39.1	Yok	3.88	Uzun (7.2±0.2)	Çok Enli (4.5±0.2)	Çok Ağır (74.5±0.001)	Yok
Tayfi	Ağır (3.6±0.2)	Yüksek (22)	Düşük (6)	Yüksek (77.00)	36.0	Yok	3.79	Uzun (6.2±0.2)	Çok Enli (3.4±0.2)	Ağır (57.6±0.001)	Yok
Raşe	Orta (3.5±0.1)	Yüksek (15.30)	Orta (6.50)	Orta (62)	23.5	Yok	3.58	Çok Uzun (7.5±0.1)	Çok Enli (4.8±0.1)	Ağır (62.3±0.001)	Yok
Gurguronek	Orta (3.7±0.1)	Orta (15.50)	Düşük (3.5)	Yüksek (72.00)	38.3	Yok	3.45	Çok Uzun (8.4±0.1)	Çok Enli (5.0±0.1)	Ağır (60.4±0.001)	Yok
Reşik	Orta (3.5±0.3)	Yüksek (23.00)	Düşük (6)	Yüksek (65.00)	38.3	Yok	3.72	Uzun (7.2±0.1)	Enli (4.4±0.2)	Ağır (53.38±0.001)	Yok
Sincari	Ağır (4.3±0.1)	Yüksek (20.00)	Düşük (6)	Düşük (52.60)	33.3	Yok	3.87	Uzun (7.3±0.1)	Çok Enli (4.4±0.1)	Ağır (65.40±0.002)	Yok
İmbesek	Hafif (2.4±0.3)	Yüksek (15.20)	Düşük (6)	Yüksek (73.00)	25.3	Yok	3.56	Orta (7.0±0.4)	Çok Enli (4.2±0.3)	Ağır (59.20±0.001)	Yok
Siyah İmbesek	Çok Hafif (1.1±0.2)	Yüksek (20.15)	Düşük (7.50)	Yüksek (72.00)	26.9	Yok	3.45	Orta (7.0±0.4)	Çok Enli (4.2±0.3)	Ağır (63.38±0.001)	Yok
Sorani	Orta (2.5±0.3)	Yüksek (22.10)	Orta (7.50)	Yüksek (72.00)	29.5	Yok	3.46	Uzun (7.0±0.1)	Çok Enli (4.4±0.1)	Ağır (60.38±0.001)	Yok
Bızani	Hafif (2.3±0.3)	Orta (15.16)	Düşük (4.50)	Düşük (53.30)	33.7	Yok	3.48	Çok Uzun (7.2±0.3)	Çok Enli (4.4±0.2)	Ağır (60.70±0.001)	Yok
Hazirani	Hafif (2.3±0.3)	Yüksek (15.20)	Düşük (6)	Orta (60.00)	25.3	Yok	3.56	Uzun (6.9±0.4)	Çok Enli (4.2±0.3)	Ağır (57.20±0.002)	Yok
Atf	Hafif (2.4±0.3)	Yüksek (15.20)	Düşük (6)	Yüksek (57.40)	25.3	Yok	3.56	Uzun (6.6±0.3)	Çok Enli (4.3±0.3)	Ağır (61.10±0.005)	Yok
Şitvi	Orta (3.2±0.1)	Orta (19.80)	Düşük (6)	Orta (54.10)	33.0	Yok	3.61	Uzun (7.2±0.1)	Çok Enli (4.5±0.1)	Orta (45.23±0.001)	Yok
Verdani	Çok Ağır (5.8±0.2)	Yüksek (15.20)	Düşük (7.40)	Yüksek (73.00)	22.5	Yok	3.58	Çok Uzun (7.4±0.1)	Çok Enli (4.2±0.1)	Ağır (55.92±0.001)	Yok
Deyvani	Ağır (4.1±0.3)	Orta (16.60)	Yüksek (7.5)	Düşük (52.00)	22.1	Yok	3.32	Uzun (6.7±0.2)	Çok Enli (4.3±0.1)	Ağır (57.00±0.001)	Yok

Sonuç olarak, üzüm genotiplerinin sınıflandırılmasında ve teşhislerinde ele alınan tüylülük, renk, ağırlık, biçim, en ve boy gibi kriterlerin yerel üzüm çeşitleri arasında oldukça yüksek çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Asmalarda yaprak tüylülüğünün genel olarak alt yüzde daha yüksek olduğu belirlenmiş; tüylülüğün sürgün ucu, genç yaprak ve gelişmiş yaprakların değerlendirilmesinde önemli olduğu, buna karşın yaprak sapı, sürgün ve yıllık dalların değerlendirilmesinde önemli bir karakteristik olmadığı saptanırken, asma genetik kaynakları arasında renk ve şekil karakterlerine göre daha az değişkenlik göstermiştir.

Tanelerde oluşan varyasyonun yaprak, salkım, sürgün gibi organlara ve renge nispeten daha az olduğu, renk açısından ise genotiplerin teşhisinde, özellikle antosiyaninlerin varlığı ve yoğunluğunun çok daha mühim olduğu tespit edilmiştir.

ÖZET

Amaç: Yöresel üzüm çeşitlerini ve bunların ampelografik özelliklerini uluslararası normlara göre ayrıntılı olarak tespit etmektir.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışmada, 2019-2020 yıllarında yapılan bu çalışmada, Mardin ili Midyat yöresinde yetiştiriciliği yapılan 28 üzüm genotipine ilişkin çubuk, çiçek, salkım, tane ve çekirdek karakterleri olmak üzere toplam 26 özellik saptanmıştır. İncelenen karakterlerin değerlendirilmesinde IBPGR, OIV ve UPOV 'ca hazırlanan 'Descriptors for Grape' ve 'Minimal Descriptor List for Grapevine Varieties' esas alınmıştır. Çalışmada Verdani çeşidinin en iri taneli olduğu tespit edilmiştir. En uzun salkıma sahip çeşit ise Hazirani olmuştur. Çeşitlerin SÇKM oranları %11,52 (Zeyti) ile %23,20 (Sincari) arasında değişiklik göstermiştir.

Genel Yorum: Araştırılan genotiplerde çekirdeklerin çevresinde çıkıntının olmaması bunların *V. vinifera* L. türüne dahil olduğuna işaret etmektedir. Bütün genotiplerde meyve eti renksiz, taneler çekirdekli, yıllık sürgünün yüzeyi çizgili, boğum ve boğum araları ise tüysüz olarak tespit edilmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışma ile Mardin ili Midyat yöresinde yetiştiriciliği yapılan yerel üzüm çeşitleri tanımlanmıştır. Yapılan tanımlama ile hem yerel üzüm çeşitlerinin tanınırlığının artacağı hem de ileride oluşabilecek isim kargaşasının önlenebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bağcılık, üzüm, ampelografi, Mardin, Midyat.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezinden üretilmiş olup, Sırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi (BAP)'nce 2020.FLTP.13.01.06 nolu proje olarak destek almıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Anonymous (1983) Descriptors for Grape, International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) secretariat, Roma, 93.
- Anonymous (1989) Minimal Descriptor List For Grapevine Varieties. 5th International Symposium on Grape Breeding, Geilwerlerhof.
- Anonymous (2001) 2.Edition of the OIV Descriptor List for Grape Varieties and Vitis Species. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, Paris.
- Allison LE, Moodie CD (1965) Carbonate. (ed: C.A. Black), Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy Series. No. 9, ASA. 1379-1396, Wisconsin.
- Barış C, Gürnil K (1991) Üzüm çeşitlerinde (*V. vinifera* L.) çekirdeksizliğin kalıtımı. Bahçe 20(1-2): 87-100.
- Binay Y (2013) Bazı yöresel üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 47s.
- Bozkurt K (2019) Çatak (Van) yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 116s.
- Çoban H, Küey E (2006) Manisa'da (Yunt Dağı) yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Zir. Fak. Derg. 43(2): 41-52.
- Dağlı S (1962) Muhtelif üzüm çeşitleri arasında melezleme suretiyle erken yeni sofralık çeşitlerin elde edilmeleri üzerinde araştırmalar. Tar. Bak. Zir. İşl. Gn. Müd., Yayınları, C-103, 63s.
- Demir S, Tangolar S (2021) Black Magic üzüm çeşidinde organik ve organomineral gübre uygulamalarının verim, kalite ve bitki beslemeye etkileri. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(1): 163-170.

- Elma C (2015) Siirt yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin morfolojik, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 67s.
- Eren F (2012) Gemerek (Sivas) yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 75 s.
- Ergönül O, Özer C (2018) Yeni geliştirilen üzüm çeşitleri ve kullanımları. TZOB, Çiftçi ve Köy Dünyası 50-55s.
- Fidan Y (1975) Ziraat Fakültesi fermantasyon teknolojisi kürsüsü koleksiyon bağında yetiştirilen papazkarası, öküzgözü ve merzifon karası üzüm çeşitlerinin ampelografik vasıfları üzerinde araştırmalar. Ankara Üni. Zir. Fak. Derg. 24(1-2): 67-95.
- Fidan Y (1985) Özel Bağcılık. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 930, 265, Ankara, 400s.
- Galet P (1956-1964) Cepages Et Vignobles De France. Tome 1-1V, Imprimerie Paul Dehan, Montpellier.
- Gazioglu RİŞ, Balta F, Cangı R (2009) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Van ekolojik koşullarındaki etkili sıcaklık toplamı değerlerinin belirlenmesi. Harran Üniv. Zir. Fak. Derg. 13(3): 49-59.
- Gider S (1995) Kalecik karası üzüm çeşidinin klon seleksiyonuyla elde edilmiş klonlarının ankara şartlarında ampelografik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 148s.
- Güler E, Canan İ, Gündoğdu M, Karadeniz T (2020) Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin raf ömrü üzerine UV-C, ultrason ve MAP uygulamalarının etkisinin belirlenmesi. Bahçe 49(1): 247-250.
- Güler E (2021) Evaluation of the effects of different treatments on stability of grape juice in short-term storage. Bahçe 50(2): 143-148.
- Gürsöz S (1993) GAP alanına giren güneydoğu anadolu bölgesi bağcılığı ve özellikle şanlıurfa ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik nitelikleri ile verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 363s.
- Kara Z (1990) Tokat yöresinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 317s.
- Kara Z, Sabır A, Doğan O, Eker Ö (2016) Gök üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşidinin ticari potansiyeli ve ampelografik özellikleri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Derg. TARGİD Özel Sayı, 395-410.
- Kılıç MF, Doğan A, Kazankaya A, Uyak C (2011) Gevaş (Van)'da yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Iğdır Üniversitesi. Fen Bil. Enst. Derg. 1(1): 23-31.
- Korkutal İ, Bahar E, Azsöz S (2021) Michele Palieri üzüm çeşidinde farklı zamanlarda yapılan yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının salkım özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2): 376-386.
- Marasalı B (1986) Ankara şartlarında yetiştirilen bazı yerli standart üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 87s.
- Morton LT (1979) A Practical Ampelography (Translatedandadaptedfrom P. Galet). Cornelluniversity Pres, Ithacaand London. 248s.
- Oraman N (1959) Ampelografi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:154, Ankara, 154s.
- Özbek S (1951) Baba çeşitlerin çavuş üzümünün meyve vasıfları üzerine doğrudan doğruya tesiri (metaxenie). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 1951 Yıllığı, 142-165s.
- Sabır A (2008) Bazı üzüm çeşit ve anaçlarının ampelografik ve moleküler karakterizasyonu. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 154s.
- Sabır A (2015) Xenia and metaxenia in grapes: differences in berry and seed characteristics of maternal grape cv. 'Narinçe' (*Vitis vinifera* L.) as influenced by different pollen sources. Plant Biol. 17(2): 567-573.
- Sağlam H, Sağlam ÖÇ, Yağcı A, Merken Ö, Ünal A, İnan MS (2009) Ege bölgesi asma genetik kaynakları. 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 5-9 Ekim, Manisa, Türkiye, s18-22s.
- Sağlam H, Sağlam ÖÇ (2018) Bilecik ili asma genetik kaynaklarının belirlenmesi. Bahçe 47: 279-286.
- Serhat Mİ (2016) Iğdır yöresinde yetiştirilen yerel üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 109s.
- Söylemezoğlu G, Kunter B, Akkurt M, Sağlam M, Ünal A, Buzrul S, Tahmaz H (2015) Bağcılığın geliştirilmesi yöntemleri ve üretim hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisleri VIII. Teknik Kongresi, Ocak 12, Ankara, s606-630.
- TUİK (2020) Bitkisel üretim ve istatistik veri tabanı, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil>, (Son erişim: 11.2.2022).
- TUİK (2021) Bitkisel üretim ve istatistik veri tabanı, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Son erişim: 22.2.2022).
- Uzun Hİ (1986) Bazı üzüm çeşitlerinin ampelografik özellikleri, kateşol oksidaz izoenzim bantlarından teşhisleri ve sıcaklık toplamları üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 176s.

- Ünal MS (2000) Malatya ve Elâzığ illeri bağıcılığı ile malatya ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 106s.
- Ünal MS (2018) İdil bölgesi üzüm çeşitlerinin salamura yaprak yapımına uygunluğunun araştırılması. Şehri Nuh Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, Eylül 8-9, Cizre-Şırnak, Türkiye, s183-188.
- Ünal MS, Yıldırım M (2020) Şırnak İli İdil ilçesinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin bazı ampelografik özellikleri. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. 8(1): 61-72.
- Ünal MS (2020) Şırnak yöresel üzüm çeşitlerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. 8(2): 277-287.
- Yeğenoğlu ED, Aydın Ş, Arık C, Gevrekçi Y, Aşık, M (2016) Üzümde çeşitliliğin belirlenmesinde morfolojik farklılıkların kullanılması. CBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Derg. 2(22): 13-20.
- Yıldırım M (2019) Şırnak ili İdil ilçesinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerinin belirlenmesi. Şırnak Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 134s.
- Yılmaz G (2020) Kayseri'deki yerel asma genetik kaynaklarının toplanması, morfolojik, moleküler karakterizasyonu ve muhafazası. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bil. Enst. 140s.



Farklı solarizasyon uygulamalarının marulun (*Lactuca sativa* L. Duna) mineral beslenmesi üzerine etkisi

Effect of different solarization treatments on mineral nutrition of lettuce (*Lactuca sativa* L. Duna)

Hasan ÖZ^{1,*}, Şevkiye Armağan TÜRKAN², İbrahim ERDAL²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

ÖZET / ABSTRACT

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1051752](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1051752)

Geliş tarihi /Received:31.12.2021

Kabul tarihi/Accepted:07.03.2022

Keywords:

Bubble solarization, biochar, lettuce, mineral nutrition, solarization.

*Corresponding author: Hasan ÖZ

✉: hasanoz@isparta.edu.tr

Aims: The aim of this study was to determine the effects of different solarization mulch materials and biochar application on the mineral nutrition of lettuce plant.

Methods and Results: The study was carried out with 2 different solarization mulches and biochar applications for 2 years in greenhouse conditions. Lettuce was grown in each plot after solarization. At the end of the harvest period, the dry weight values of the harvested plants and some nutrient concentrations were determined, in addition, the amounts of elements exploited by plants from the soil were calculated. According to the results; it was determined that the most effective applications on plant's dry weight for both years were found when solarization and biochar were used together. In addition, it was determined that the least effective applications were found as control treatments and classical solarization treatment.

Conclusions: It was determined that the most effective applications on the nutrients removed from the soil were; bubble solarization + biochar and solarization + biochar applications, while the least ineffective applications were control and classical solarization applications.

Significance and Impact of the Study: According to the values obtained from the classical solarization mulch material, it was concluded that bubble solarization mulch material and solarization applications with biochar added were more effective in terms of lettuce mineral nutrition. According to the results of this study, a more effective cultivation would be possible with the help of biochar additive in solarization applications.

Atıf / Citation: .Öz H, Türkan ŞA, Erdal İ (2022) Farklı solarizasyon uygulamalarının marulun (*Lactuca sativa* L. Duna) mineral beslenmesi üzerine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 136-144. DOI: 10.37908/mkutbd.1051752

GİRİŞ

Toprak solarizasyonu, üzeri malç malzemesi ile örtülü toprağın güneş ışınları yardımıyla ısıtarak, toprak kökenli nematod ve zararlıları kimyasal kullanmadan yok etmede kullanılan bir toprak dezenfeksiyon yöntemidir. Bu yöntemin öncelikli kullanım amacı toprak dezenfeksiyonu olmakla birlikte ilerleyen yıllarda yapılan yeni çalışmalarla zararlı kontrolünde kullanımın yanı sıra

toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilediği için yetiştiricilik açısından toprağa olumlu etkileri bulunmasıdır. Solarizasyon işleminin ana unsuru olan sıcaklık artışı, toprak içerisindeki mikroorganizma faaliyetini değiştirmekle birlikte (Öz ve ark., 2017a; Öz ve ark., 2017b) bitki besin elementi yarıyışlılığını ve çözülmüş organik madde miktarını etkilemektedir (Al-Shammery ve ark., 2016; Öz ve ark., 2016; Morra ve ark., 2018). Araştırmacılar, solarizasyon uygulamasından sonra

toprakta organik madde, azot formları ve bazı makro ve mikro besin elementlerinin (K, Mg, Ca, Na) yarayırlılığının (D'Addabbo ve ark., 2010) organik maddenin daha yüksek ayrışma oranları nedeniyle toprak solarizasyonu sırasında azot birikiminin artabileceğini bildirmişlerdir (Grunzweig ve ark., 1999; Woldetsadik ve ark., 2018; Öz, 2018)

Son yıllarda, plastik örtü teknolojisinde yaşanan gelişmelere paralel olarak, örtü malzemesinin ışık seçiciliğinin geliştirilmesi, toprak sıcaklığındaki artışına neden olurken, bu sayede toprağın fiziksel özellikleri iyileşerek, solarizasyon uygulamasının etkinliğinde de artışa neden olmuştur (Al-Shammary ve ark., 2020). Solarizasyon uygulamasında kullanılan malçların önemli unsurlardan biri, toprak sıcaklığını artırma potansiyeli ve sera etkisidir. Bu amaçla en çok tercih edilen malzeme inorganik olan plastiklerdir. Bunun yanı sıra, bitkisel ürünler ve hayvan atıkları gibi organik maddelerde (biyofumigasyon) solarizasyonda malç malzemesi olarak kullanılmaktadır. Farklı renkli plastik örtü malzemeleri solarizasyon uygulamalarında kullanılmasına rağmen şeffaf renk plastik malzeme, uygulamanın etkinliği açısından en uygun renk olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Mudalagiriappa, ve ark., 1999; Stapleton, 2000; Komariah ve ark., 2011; Granados ve ark., 2012). Siyah ve diğer renkli plastikler solarizasyon işleminin etkinliğinde daha başarısız olmasının nedeni; renkli örtü malzemesinden geçen güneş ışınlarının miktarı azalmakta, alttaki toprağın ısınması yerine güneş enerjisi örtü malzemesi tarafından emilmekte ve atmosfere geri yansıtılmaktadır (Öz, 2018). Campiglia ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, şeffaf renk PE örtü malzemesinin toprak sıcaklığına artışı siyah renk PE örtü malzemesine göre 4-8 °C daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Örtü malzemesinin siyah renk olması yerine şeffaf örtü malzemesinin altına serilecek siyah renkli organik bir madde olan biochar yardımıyla, ortam sıcaklığı daha fazla artırılarak atmosfere sıcaklık kaçıışı da engellenmiş olacaktır.

Solarizasyon etkinliğini artırabilmek amacıyla son yıllarda yapılan çalışmalarda biochar katkısı ile uygulamadan daha etkin sonuçlar elde edilmeye başlanmıştır (Öz, 2018; Alaboz ve Öz, 2020). Solarizasyon uygulamalarının yanı sıra malç uygulamaları ile biochar kullanımının; besin elementi yarayırlılığına olumlu etkileri tespit edilmiştir (Öz ve ark., 2021). Biochar, bitki ve hayvan kökenli organizmaların oksijensiz veya az oksijen olan bir ortamda yanması sonucu elde edilen karbonca zengin organik bir maddedir (Ahmad ve ark., 2014). Solarizasyon uygulamasında biochar kullanımının ikili etkisi gözlenmektedir; birincisi, siyah renginden dolayı solarizasyonda sıcaklık artışına etkisi, ikinci etkisi ise

organik madde olarak toprak verimlilik potansiyelini arttırmasıdır.

Bu çalışmada amaç, klasik solarizasyon örtüsü ve balonlu solarizasyon malç malzemeleri ile biochar uygulamasının marul bitkisinin mineral beslenmesine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme alanı, deneme deseni ve bitki materyali

Araştırma, Isparta ilinde, 2017–2018 yılları arasında 2 yıl süre ile Ağustos-Eylül aylarında solarizasyon uygulaması ve Ekim-Aralık aylarında marul yetiştiriciliği yapılarak sera koşullarında yürütülmüştür. Araştırma serasının genişliği 6 m, uzunluğu 15 m, taban alanı 90 m², yay çatılı, çelik konstrüksiyonlu, UV+IR katkılı PE kaplıdır. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Solarizasyon uygulaması, 2 farklı polietilen (PE) malç malzemesi, üreticiler tarafından solarizasyon uygulamalarında sıklıkla kullanılan 0.04 mm kalınlığında şeffaf renkli PE (Ş-PE) ve piyasada hava balonlu ambalaj malzemesi olarak satılan 30 mm çapında, 12.5 mm yüksekliğinde şeffaf renkli balonlu PE (B-PE) malzemelerle birlikte kontrol (K) uygulamalarından oluşturulmuştur. Çalışmada her bir uygulama için +Biochar/-Biochar ile birlikte toplam 6 uygulama (Ş-PE, Ş-PE+Bio, B-PE, B-PE+Bio, K, K+Bio) denenmiştir.

Uygulamada kullanılan biochar kavak talaşından, 400 °C piroliz sıcaklığında 5 saat sürede üretilmiştir. Elde edilen biochar 2 mm'lik elekten elenerek kaba parçalar uzaklaştırılmıştır. Denemede biochar uygulanacak parsellere el yardımıyla 100 gr m⁻² parsel yüzeyini ince bir örtü biçiminde kaplayacak şekilde serilmiştir. Solarizasyon uygulamasından sonra malç malzemesi kaldırılarak sadece parsellerde biocharın toprağa karışması amacıyla tırmıklama yapılmıştır. Deneme parselleri 2x2 m boyutlarında 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Solarizasyon uygulamasının eylül ayının sonunda tamamlanmasıyla birlikte ekim ayının başında marul fideleri parsellere dikilmiştir. Bitki materyali olarak Duna yedikule marul fideleri parsellere 30x20 cm aralıklarla (20 bitki m⁻²) dikimi yapılmış ve Aralık ayının 3. haftası hasat edilmiştir. Marul bitkisi için önerilen 110 kg ha⁻¹ N (Amonyum Sülfat ve Mono amonyum fosfat), 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ (Mono amonyum fosfat) ve 50 kg ha⁻¹ K₂O (Potasyum Sülfat) taban gübrelemesi damla sulamayla yapılmıştır. Yetiştirme periyodu boyunca, tansiyometre yardımıyla toprak nemi takip edilerek 5 günlük sulama aralığı ile parseller tarla kapasitesine ulaşacak şekilde eşit şekilde sulama yapılmıştır.

Deneme toprağı, yüksek kireçli, tuz ve organik madde içeriğı düşük, hafif alkali reaksiyonlu olup killi/tın

bünyeye sahiptir. Deneme alanı toprağının bitkiye yarayırlı besin elementi miktarları genel anlamda yeter seviyededir (Alpaslan ve ark., 1998). Deneme alanına ait diğler bazı toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri

Table 1. Some characteristics of study area soil

Özellik	
Organik madde (%)	1.8
CaCO ₃ (%)	18
EC (ds m ⁻¹)	0.98
Bünye	Killi tın
pH (1/2.5)	7.5
Yarayırlı P (mg kg ⁻¹)	30
Değışebilir Ca (mg kg ⁻¹)	6000
Değışebilir K (mg kg ⁻¹)	156
Değışebilir Mg (mg kg ⁻¹)	360
Fe (mg kg ⁻¹)	10
Mn (mg kg ⁻¹)	30
Zn (mg kg ⁻¹)	2.5
Cu (mg kg ⁻¹)	5

Toprak analizleri

Toprak örneklerinin pH ve EC ölçümleri 1/2.5 oranındaki toprak/saf karışımında pH ve EC metre ile (Richards, 1954), CaCO₃ miktarı Scheibler kalsimetresi ile (Loeppert ve Suarez, 1996), bünye ise hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir (Bouyoucos, 1936). Organik madde miktarlarının belirlenmesi için Walkey-Black metodu (Walkley ve Black, 1934) kullanılırken; alınabilir P, sodyum bikarbonat (0.5 M, pH= 8.5) (Olsen ve ark., 1954) ve değışebilir K, Ca ve Mg analizleri 1N Amonyum Asetat (pH=7) metoduna göre belirlenmiştir (Carson, 1980). Mikro element analizleri için DTPA yöntemi kullanılmıştır (Lindsay ve Norvell, 1969).

Bitki analizleri

Bitkiler yaklaşık 3 aylık gelişme döneminden sonra toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiştir. Sonrasında yapraklarına ayrılan bitkiler çeşme suyu ve saf sudan geçirilmiş ve fazla suyun uzaklaşması amacıyla kaba filtre kâğıdı üzerine serilerek birkaç saat bekletilmiştir. Daha sonra kese kâğıtlarına konulan bitkiler ağızları açık bir şekilde kurutma dolabına yerleştirilmiş ve sabit ağırlığa gelinceye kadar 70 °C de kurutulmuştur. Etüvde kurutulan örnekler öğütüldükten sonra 0.5 gr tartılıp kül fırınında porselen kroze içerisinde 550 °C de yakılmış, yakılan örnekler 3 ml konsantre HCl ile çözülmüş, bu işlemde sonra, son hacmi 50 ml olacak şekilde hazırlanıp ekstrakt kaplarına alınmıştır. Yakılan örneklerde P Vanadamolibdat sarı renk yöntemiyle belirlenirken, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu Atomik

Absorpsiyon Spektrofotometrede okunarak belirlenmiştir. Bitkide toplam azot Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Bunun için 0.5 gr bitki örneği tartılarak tüplere koyulmuş, katalizör ilave edilerek sülfürik asit ile yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Alkalide distilasyon ve titrasyon işlemleri yapılarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır (Mills ve Benton, 1996)

Besin elementi alımları

Toprakta kaldıran bitki besin elementi miktarının belirlenmesi için bitkinin kuru ağırlığı (KA) ile bitkinin besin elementi içeriği çarpılarak hesaplanmıştır

İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen tüm veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuştur. Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

BULGULAR

Bitki kuru ağırlığı ve bitkilerin makro element konsantrasyonları

Uygulamaların marulun kuru ağırlığı ile N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonları üzerine olan etkilerine ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bitki kuru ağırlıkları incelendiğinde, ilk yıl için en etkili uygulamalar istatistiksel olarak aynı önem derecelerine sahip olan Ş-PE+Bio (29.8 g) ve B-PE+Bio (26.8 g) uygulamaları iken bunları B-PE (23.2 g) solarizasyon uygulaması izlemiştir. İkinci yıl için ise istatistiksel olarak diğlerlerinden net olarak ayrılan B-PE+Bio (26.5 g) uygulaması en etkili uygulama olurken bunu B-PE (18.7 g) uygulaması izlemiştir (p<0.05).

Birinci yıl için en düşük kuru maddenin elde edildiği uygulamalar aynı istatistiksel grubu paylaşan K (12.3 g), Ş-PE (15.0 g) ve K+Bio (14.7 g) uygulamaları olurken, ikinci yıl ise benzer şekilde K (11.8 g) ve Ş-PE (9.6 g) uygulamaları en düşük kuru ağırlığın elde edildiği konular olmuştur. Farklı solarizasyon uygulamalarının bitkinin N konsantrasyonu üzerine olan etkileri iki yıl için de anlamlı bulunmuştur. Elde edilen N konsantrasyon değerleri incelendiğinde, ilk yıl için en düşük N içeriği % 3.06 ile Ş-PE ve % 3.14 ile K uygulamasından, en yüksek N değerleri ise % 3.66 ve % 3.68 ile B-PE+Bio ve B-PE uygulamalarından elde edilmiştir. İkinci yıl denemesine ait veriler incelendiğinde ise en düşük N miktarı % 2.43 ile K grubuna ait bitkilerde, en yüksek N içeriği ise % 3.18 ile Ş-PE uygulamasına ait bitkilerde ölçülmüştür. Uygulamalar, marulun P konsantrasyonunu anlamlı olarak etkilemiştir. İlk yıl için en düşük P konsantrasyonu

K, Ş-PE ve Ş-PE+Bio konularından elde edilirken en yüksek P konsantrasyonunun K+Bio konusundan elde edildiği belirlenmiştir. İkinci yıl ise en düşük P değeri kontrol grubu bitkilerde, en yüksek değeri ise Ş-PE+Bio konusuna ait bitkilerde belirlenirken, bu iki uygulama arasındaki fark hariç diğer uygulamalar arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. İlk yıl için bitkinin K konsantrasyonu % 4.9 (Ş-PE+Bio) - % 7.3 (B-PE) arasında ikinci yıl ise % 3.19 (K) - % 5.59 (Ş-PE) arasında değişim göstermiş olup, bu değişimler üzerinde uygulamaların

etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bitkinin Ca ve Mg değerleri incelendiğinde her iki element üzerinde ilk yıl için uygulamaların bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. İkinci yıl ise uygulamalar bitkinin Ca ve Mg konsantrasyonları üzerinde anlamlı derecede etkili olmuşlardır. En düşük Ca ve Mg konsantrasyonları % 0.88 ve % 0.75 değerleriyle K+Bio uygulamalarından elde edilirken, en yüksek değerler Ca için % 1.24 ile B-PE+Bio uygulamasından, Mg için ise % 1.34 ile Ş-PE+Bio uygulamalarından elde edilmiştir.

Çizelge 2. Marul bitkisinde farklı solarizasyon uygulamalarının kuru ağırlık ($g \text{ bitki}^{-1}$) ile makro element konsantrasyonlarına etkisi (%)

Table 2. Effect of different solarization treatments on dry weight ($g \text{ plant}^{-1}$) and macro nutrient concentrations (%) of lettuce

Uygulamalar	Kuru ağırlık ($g \text{ bitki}^{-1}$)	Makro elementler (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
Birinci yıl						
B-PE+Bio	26.8 AB*	3.66 A	0.41 BC	5.8 BC	1.40	1.1
Ş-PE+Bio	29.8 A	3.29 BC	0.39 C	4.9 C	1.47	1.2
K+Bio	14.7 C	3.35 B	0.51 A	6.1 B	1.32	1.0
B-PE	23.2 B	3.68 A	0.46 B	7.3 A	1.36	1.4
Ş-PE	15.0 C	3.06 C	0.39 C	5.4 BC	1.30	1.4
K	12.3 C	3.14 BC	0.39 C	5.1 BC	1.33	1.4
İkinci yıl						
B-PE+Bio	26.5 A*	2.93 AB	0.41 AB	5.15 AB	1.24 A	0.95 ABC
Ş-PE+Bio	14.9 BC	2.85 ABC	0.43 A	5.08 AB	1.19 AB	1.34 A
K+Bio	15.3 BC	2.68 BC	0.41 AB	3.32 C	0.88 D	0.75 C
B-PE	18.7 B	2.90 AB	0.37 AB	4.17 BC	1.02 CD	0.95 ABC
Ş-PE	9.6 C	3.18 A	0.39 AB	5.59 A	1.07 BC	1.20 AB
K	11.8 C	2.43 C	0.35 B	3.19 C	0.96 CD	0.81 BC

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Topraktan kaldırılan makro element miktarları

Marul bitkisiyle topraktan kaldırılan makro element miktarlarına ilişkin veriler Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırmada uygulamaların marul ile topraktan kaldırılan makro element miktarları üzerine etkileri her iki yıl için de anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bitki başına topraktan kaldırılan N miktarı üzerine en etkili uygulama her iki yıl için de B-PE+Bio uygulaması olmuştur. Bu uygulama koşullarında ilk yıl için bitki başına sömürülen N miktarı 981 $mg \text{ bitki}^{-1}$ iken ikinci yıl 776 $mg \text{ bitki}^{-1}$ olmuştur. Her iki yıla ait en düşük N alımı K grubu bitkilerince gerçekleştirilmiştir. Bu bitkilerle ilk yıl 386 $mg \text{ bitki}^{-1}$, ikinci yıl ise 286 $mg \text{ bitki}^{-1}$ N kaldırılmıştır. Bitkinin aldığı P miktarına bakıldığında en düşük P alımının her iki yıl için geçerli olmak üzere K ve Ş-PE uygulamaların yapıldığı konulardan elde edildiği görülmüştür. Buna karşılık en yüksek P alımının Ş-PE+Bio, B-PE+Bio ve B-PE uygulamalarında benzer şekilde gerçekleştiği

görülmüştür. İkinci yıl için ise en etkili uygulama B-PE+Bio uygulaması olmuştur. Potasyum alımı bakımından değerlendirildiğinde her iki yılda da en düşük K alımı kontrol konularındaki bitkiler tarafından gerçekleştirilmiştir. Kontrol koşullarında ilk yıl bitki başına 627 $mg \text{ bitki}^{-1}$ K alınırken ikinci yıl 376 $mg \text{ bitki}^{-1}$ K alımı gerçekleşmiştir. En yüksek K alımının gerçekleştiği uygulamalar yıllara göre farklılık göstermiştir. İlk yıl en yüksek K alımı 1700 $mg \text{ bitki}^{-1}$ ile B-PE uygulamasından elde edilirken, ikinci yıl ise en yüksek K alımı 1365 $mg \text{ bitki}^{-1}$ B-PE+Bio uygulamasından elde edilmiştir. Bitkilerin topraktan kaldırmış oldukları Ca ve Mg miktarları incelendiğinde en yüksek Ca ve Mg alımı, ilk yıl Ş-PE+Bio, ikinci yıl ise B-PE+Bio uygulamalarından elde edildiği görülmektedir. Birinci ve ikinci yıla ait en düşük alımının gerçekleştiği konulara ise Ca için K ve Ş-PE, Mg için ise K ve K+Bio konuları olmuştur.

Çizelge 3. Marul bitkisinde farklı solarizasyon uygulamalarının kuru ağırlık ($g\ bitki^{-1}$) ve makro element alımı üzerine etkisi ($mg\ bitki^{-1}$)

Table 3. Effect of different solarization treatments on dry weight ($g\ plant^{-1}$) and macro nutrient uptake of lettuce ($mg\ plant^{-1}$)

Uygulamalar	Kuru ağırlık ($g\ bitki^{-1}$)	Makro element alımları ($mg\ bitki^{-1}$)				
		N	P	K	Ca	Mg
Birinci yıl						
B-PE+Bio	26.8 AB*	981 A	110 A	1554 A	375 AB	295 ABC
Ş-PE+Bio	29.8 A	980 A	116 A	1460 A	438 A	358 A
K+Bio	14.7 C	492 C	75 B	897 B	200 C	147 D
B-PE	23.2 B	854 B	107 A	1700 A	316 B	325 AB
Ş-PE	15.0 C	459 CD	59 BC	810 B	195 C	210 BCD
K	12.3 C	386 D	48 C	627 B	164 C	172 CD
İkinci yıl						
B-PE+Bio	26.5 A*	776 A	109 A	1365 A	329 A	252 A
Ş-PE+Bio	14.9 BC	425 CD	64 BC	757 BC	177 BC	200 AB
K+Bio	15.3 BC	410 C	63 BCD	508 C	135 BCD	115 B
B-PE	18.7 B	542 B	69 B	780 B	191 B	178 AB
Ş-PE	9.6 C	305 D	37 D	537 C	103 D	115 B
K	11.8 C	286 D	41 CD	376 C	113 CD	96 B

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Bitkilerin mikro element konsantrasyonları

Uygulamaların bitkinin mikro element konsantrasyonları üzerine olan etkileri Çizelge 4'te verilmiştir. Bitki Fe konsantrasyonuna uygulamaların etkisi her iki yıl için de anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). İlk yıl belirlenen Fe değerleri $86\ mg\ kg^{-1}$ (Ş-PE+Bio) - $132\ mg\ kg^{-1}$ (K) arasında ikinci belirlenen Fe değerleri ise $59\ mg\ kg^{-1}$ (B-PE) $105\ mg\ kg^{-1}$ (Ş-PE) arasında değişmiştir. İlk yıl sonuçlarına göre bitkilerin Zn ve Mn konsantrasyonlarının uygulamalardan etkilenmediği, ikinci yıl ise Zn

konsantrasyonlarının $25\ mg\ kg^{-1}$ (K+Bio) ile $42\ mg\ kg^{-1}$ (Ş-PE+Bio), Mn konsantrasyonlarının ise $42\ mg\ kg^{-1}$ (K+Bio) ile $75\ mg\ kg^{-1}$ (Ş-PE+Bio) arasında değiştiği belirlenmiştir. Uygulamaların bitkinin Cu konsantrasyonuna etkisi her iki yıl için de anlamlı bulunmuştur. İlk yıl 9.2 ile $16.1\ mg\ kg^{-1}$ arasında değişen bitkinin Cu konsantrasyonu ikinci yıl 8.3 ile $13.6\ mg\ kg^{-1}$ arasında değişmiştir. İlk yıl için en etkili uygulama K+Bio uygulaması olurken ikinci yıl ise Ş-PE ve Ş-PE+Bio uygulamaları olmuştur.

Çizelge 4. Marul bitkisinde farklı solarizasyon uygulamalarının mikro element konsantrasyonlarına etkisi ($mg\ kg^{-1}$)

Table 4. Effect of different solarization treatments on micro nutrient concentrations ($mg\ kg^{-1}$) of lettuce

Uygulamalar	Mikro elementler ($mg\ kg^{-1}$)			
	Fe	Zn	Mn	Cu
Birinci yıl				
B-PE+Bio	106 AB*	34	76	14,0 A
Ş-PE+Bio	86 B	29	87	10,3 B
K+Bio	110 AB	33	88	16,1 A
B-PE	108 AB	31	89	15,0 A
Ş-PE	117 AB	34	87	9,2 B
K	132 A	31	94	13,6 A
İkinci yıl				
B-PE+Bio	76 BC	35 AB	50 C	12,1 A
Ş-PE+Bio	92 AB	42 A	75 A	13,6 A
K+Bio	61 C	25 C	42 C	8,3 B
B-PE	59 C	27 BC	46 C	9,1 B
Ş-PE	105 A	39 A	63 B	13,6 A
K	67 BC	27 BC	51 C	8,7 B

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Topraktan kaldırılan mikro element miktarları

Uygulamaların marulun topraktan sömürdüğü Fe, Zn, Mn ve Cu miktarlarına olan etkisi her iki yılda da etkili bulunmuştur. Bitkinin almış olduğu Fe miktarı üzerine etkili uygulama her iki yıl için de B-PE+Bio uygulaması olurken, bunu Ş-PE+Bio uygulaması izlemiştir. Bitkinin gelişim süresince topraktan kaldırdığı Zn miktarları ilk yıl 0.39 ile 0.91 mg bitki⁻¹, ikinci yıl 0.32 ile 0.93 mg bitki⁻¹ arasında değişmiştir. Her iki yıl için en az Zn kontrol konularında yetiştirilen bitkiler tarafından alınırken, en fazla Zn'nun B-PE+Bio uygulaması altında yetiştirilen bitkilerce alındığı görülmüştür.

Çizelge 5. Marul bitkisinde farklı solarizasyon uygulamalarının mikro element alımı üzerine etkisi (mg bitki⁻¹)

Table 5. Effect of different solarization treatments on micronutrient uptake of lettuce (mg plant⁻¹)

Uygulamalar	Mikro element alımları (mg bitki ⁻¹)			
	Fe	Zn	Mn	Cu
Birinci yıl				
B-PE+Bio	2.84 A*	0.91 A	2.00 A	0.37 A
Ş-PE+Bio	2.56 AB	0.87 A	2.59 A	0.31 AB
K+Bio	1.62 B	0.48 BC	1.29 B	0.24 BC
B-PE	2.51 AB	0.72 AB	2.06 A	0.35 A
Ş-PE	1.74 B	0.51 BC	1.31 B	0.14 D
K	1.62 B	0.39 C	1.16 B	0.17 CD
İkinci yıl				
B-PE+Bio	2.01 A	0.93 A	1.33 A	0.32 A
Ş-PE+Bio	1.37 B	0.63 B	1.12 AB	0.20 B
K+Bio	0.93 B	0.38 C	0.64 C	0.13 BC
B-PE	1.10 B	0.51 BC	0.87 BC	0.17 BC
Ş-PE	1.01 B	0.37 C	0.60 C	0.13 BC
K	0.80 B	0.32 C	0.60 C	0.10 C

* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Marulun gelişim süresince topraktan almış olduğu Mn ve Cu miktarlarına bakıldığında, denemenin ilk yılında bitki başına 1.16 ile 2.59 mg Mn, 0.14 ile 0.37 mg Cu alındığı görülmüştür. İkinci yıl ise topraktan kaldırılan Mn miktarı 0.60 ile 1.33 mg bitki⁻¹, Cu miktarı ise 0.10 ile 0.32 mg bitki⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlara göre, uygulamaların gerek bitkinin mineral besin elementi konsantrasyonu üzerine gerekse topraktan kaldırılan besin elementi miktarları üzerine farklı düzeylerde etki yaptığı görülmektedir. Solarizasyon uygulamalarının marulun gelişimi ve mineral beslenmesine olan etkisi, solarizasyon uygulamaları

sonucu asıl bitkinin besin elementine ve suyuna ortak olma durumunda olan yabancı ot tohumlarının gelişmesinin engellenmesi gibi durumlara bağlamak mümkündür (Stapleton, 2000). Hastalık ve zararlı etmenlerine konukcu olan yabancı ot tohumlarının olmaması bitkilerin daha iyi beslenmelerine ve fazla verim vermelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir (Stapleton, 2000; D'Addabbo ve ark., 2010). Uygulamaların besin elementi konsantrasyonlarına genellikle anlamlı etkiler yapmış olmasına rağmen elde edilen besin elementi konsantrasyonları, geç dönemde bitki analizlerine bağlı yeterlilik seviyelerini bildiren çeşitli araştırma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında genel itibarıyla yeterli olduğu görülmektedir (Jones ve ark., 1992; Hochmuth ve ark., 1991; Ludwick, 2002; Hartz ve ark., 2007).

Yapılan çalışmada, marulda belirlenen besin elementi konsantrasyonları, çeşitli çalışmalardan elde edilen sonuçlarla genel anlamda uyum içerisinde. Öz (2018)'in biochar eklentisinin solarizasyon uygulamasında N konsantrasyonuna etkisini belirlediği çalışmada, biochar ekli uygulamalarda en yüksek % 2.59 N konsantrasyonu belirlenirken kontrol uygulamasında % 1.81 oranında belirlenmiştir. Çalışmamızda elde edilen azot oranları bu çalışmaya göre daha yüksek belirlenmiştir. Öz ve ark. (2017b) yaptıkları solarizasyon çalışmasında %3'lük N konsantrasyonu, çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Öz ve ark. (2021) tarafından yürütülen iki yıllık bir çalışmada marulun P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının birinci ve ikinci yıl için sırasıyla % 0.50, 2.39, 1.29, 0.13 ve % 0.46, 2.19, 1.63 ve 0.32 olduğu, aynı çalışmada bitkinin Fe, Zn, Mn ve Cu içeriklerinin ise yine birinci ve ikinci yıl için sırasıyla 113.8, 74.7, 60.4, 15.3 ve 130.2, 48.5, 65.2 ve 13.8 olduğu belirlenmiştir. Tüzel ve ark. (2012) tarafından marulda yürütülen iki yıllık bir çalışmada ise bitkinin ilk yıla ait N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının sırasıyla % 2.1, 0.36, 3.9, 1.39 ve 0.91 olduğu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarının ise yine sırasıyla 51.04, 386.6 ve 16.78 mg kg⁻¹ ölçüldüğü bildirilmiştir. Araştırmacıların ikinci yıl denemesinde ise bu çalışmaya benzer şekilde marulun besin elementi konsantrasyonunun ilk yıldan biraz farklı olduğu görülmüş ve belirlenen N, P, K, Ca ve Mg değerleri sırasıyla % 2.54, 1.04, 7.11, 0.62 ve 0.22; Fe, Mn ve Zn değerleri 58.26, 158.87 ve 44.58 mg kg⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Bulut (2022) tarafından yürütülen bir çalışmada, gübreli koşullarda bitkide belirlenen N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının sırasıyla % 3.64, 1.07, 7.38, 0.46 ve 0.48 olduğu; Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonlarının ise sırasıyla 264, 126, 27.71 ve 14.18 mg kg⁻¹ olarak ölçüldüğünü bildirmiştir. Araştırmacı, gübresiz koşullardaki N, P, K, Ca ve Mg

konsantrasyonlarını % 3.20, 0.81, 6.56, 0.32 ve 0.36 olarak belirlerken, Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonlarını 229, 106, 19.20 ve 5.43 mg kg⁻¹ olarak belirlemiştir. Yine elde edilen sonuçlar, Üçok ve ark. (2019) tarafından kıvırcık marulda belirlenen N, P, K, Ca ve Mg değerlerinden yüksek olduğu, Yağmur ve Aydın (2021) tarafından mor marulda belirlenen Ca, Mn ve Cu değerlerine yakın fakat Mg, Fe ve Zn değerlerinden düşük olduğu görülmüştür. Bulgular arasında görülen farklılıkların ise bitkilerin yetiştirme koşulları, uygulanan pratikler, çeşit farklılıkları vb. nedenlerden kaynaklandığını söylemek mümkündür (Havlin ve ark., 2016). Çalışmada hesaplanan bitki başına kaldırılan besin elementi miktarları Öz ve ark. (2021) tarafından aynı bitki kullanılarak benzer ortamda yürütülen çalışmada elde edilen verilerle benzerlik içerisindedir. Dekardaki bitki sayısından (20.000) yola çıkılarak marul bitkisinin bir sezonda dekardan kaldırdığı besin elementleri miktarları yıllardan bağımsız olarak sırasıyla N için; 5.7-19.6 kg, P için; 0.74-2.32 kg, K için; 7.5- 34 kg, Ca için; 2.1-8.8; Mg için; 1.92-7.2 kg arasında değiştiği görülmüştür. Benzer olarak marulun sezonda kaldırdığı mikro element miktarları ise Fe için 16-56.8 g, Zn için; 6.4-18.6 g, Mn için; 12-51.8 ve Cu için; 2-7.4 g arasında olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtilen değerlere bakıldığında bazı konularda bitkinin dekara kaldırdığı N ve K miktarlarının gübreye uygulanan N (11 kg da⁻¹) ve K (4.1 kg da⁻¹) miktarlarından fazla olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum, bazı durumlarda uygulanan dozların yetersiz kaldığını ve bitkilerin topraktaki N ve K'dan yararlanmış olduğunu göstermektedir (Bulut, 2022).

Sonuç olarak, solarizasyon uygulamalarının etkisiyle toprakta meydana gelen değişimin, özellikle biochar eklentisinin marul yetiştiriciliğinde mineral beslenmesine etkisi ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmadan beklenen ana etki solarizasyon uygulamalarında biochar eklentisinin klasik solarizasyon uygulamalarında elde edilen sonuçlardan daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle klasik solarizasyon örtü malzemesinden elde edilen sonuçlara göre biochar eklentili uygulamalardan daha fazla kuru ağırlık elde edilmiştir. Bunun yanı sıra azot, fosfor ve potasyum gibi makro element alımlarında biochar eklentili uygulamalar ile balonlu solarizasyon uygulaması klasik solarizasyon uygulaması ve kontrol uygulamalarına göre daha yüksek miktarlarda ölçülmüştür. Mikro element alımlarında da yine biochar eklentili uygulamalarda daha yüksek oranda topraktan kaldırdığı belirlenmiştir. Uygulamalar arasında makro ve mikro besin elementi konsantrasyonları arasındaki fark yıllar arasında değişkenlik göstermekle birlikte farklılık tam olarak ortaya konulamamıştır. Çalışmadan

elde edilen sonuçlara göre, solarizasyon uygulamalarında yeni örtü malzemeleri ve biochar eklentisinin klasik solarizasyon örtü malzemesine göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, biochar eklentisinin solarizasyon uygulamalarındaki etkisinin tam olarak ortaya konabilmesi için yapılacak çalışmalarda yetiştirilecek bitkilerden dönemsel olarak örneklem ve analizlerin yapılmasını uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada amaç, farklı solarizasyon malç malzemeleri ve biochar uygulamasının marul bitkisinin mineral beslenmesine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Sera koşullarında 2 yıl yürütülen çalışma, 2 farklı solarizasyon örtüsü ve biochar uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir. Solarizasyon uygulamasından sonra her bir parselde marul yetiştirilmiştir. Hasat dönemi sonunda, hasat edilen bitkilerde kuru ağırlık değerleriyle kimi besin elementi konsantrasyonları belirlenmiş, ayrıca bitkilerce topraktan kaldırılan besin elementi miktarları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; genel bir değerlendirme yapıldığında her iki yıl için de bitki kuru ağırlığı üzerine en etkili uygulamaların solarizasyon ve biochar uygulamalarının birlikte yapıldığı uygulamalar olduğu bunun yanında en etkisiz uygulamaların ise kontrol konularını içeren uygulamalar ile klasik solarizasyon yapılan konuların olduğu belirlenmiştir.

Genel Yorum: Topraktan kaldırılan besin elementleri üzerinde en etkili uygulamaların balonlu solarizasyon+ biochar ve solarizasyon + biochar uygulamaları olduğu, en etkisiz uygulamaların ise kontrol ve solarizasyon uygulamaları olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Klasik solarizasyon örtü malzemesinden elde edilen sonuçlara kıyasla, balonlu solarizasyon örtü malzemesi ve biochar ekli solarizasyon uygulamaları marul mineral beslenmesi açısından daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, solarizasyon uygulamalarında biochar katkısı yardımıyla daha etkin bir yetiştiricilik yapılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Balonlu solarizasyon, biochar, marul, mineral beslenme, solarizasyon.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR



- Ahmad M, Rajapaksha AU, Lim JE, Zhang M, Bolan N, Mohan D, Vithanage M, Lee SS, Ok YS (2014) Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. *Chemosphere* 99: 19-33.
- Alaboz P, Öz H (2020) Biyokömür ve solarizasyon uygulamalarının bazı toprak fiziksel özellikler üzerine etkileri. *Anadolu Tar. Bil. Derg.* 35: 208-214.
- Al-Shammary AAG, Al-Sadoon JNA, Lahmod NR (2016) Influence of the soil solarization management and fertilizer on soil temperature under different soil tillage systems. *J. Agric. Sci.* 8: 98.
- Al-Shammary AAG, Kouzani A, Gyasi-Agyei Y, Gates W, Rodrigo-Comino J (2020) Effects of solarisation on soil thermal-physical properties under different soil treatments: A review. *Geoderma* 363: 1-17.
- Alpaslan M, Güneş A, İnal A (1998) Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1502.
- Bek Y (1983) Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yay. No: 92. Adana
- Bouyoucos GJ (1936) Directions for making mechanical analyses of soils by the hydrometer method. *Soil Sci.* 42(3): 225-230.
- Bulut F (2022) Sera koşullarında yetiştirilen değişik sebze türlerinin besin elementi alımları ve gübreden yararlanma oranları. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD. Yüksek Lisans Tezi.
- Campiglia E, Temperini O, Mancinelli R, Saccardo F (2000) Effects of soil solarization on the weed control of vegetable crops and on the cauliflower and fennel production in the open field. *Acta Hort.* 533: 249-255.
- Carson PL (1980) Carson Recommended potassium test WC Dahnke (Ed) Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. *Bulletin* 499: 20-21.
- D'Addabbo T, Miccolis V, Basile M, Candido V (2010) Soil solarization and sustainable agriculture. in: Lichtfouse, e. (Ed.), *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*. Springer, Netherlands, Dordrecht, pp. 217-274.
- Granados MR, Bonachela S, Hernandez J, Lopez JC, Magan JJ, Baeza EJ, Gazquez JC, Perez-Parra JJ (2012) Soil temperatures in a mediterranean greenhouse with different solarization strategies. *Acta Hort.* 927: 747-753.
- Grunzweig JM, Katan J, Ben-Tal Y, Rabinowitch HD (1999) The role of mineral nutrients in the increased growth response of tomato plants in solarized soil. *Plant Soil* 206: 21-27.
- Hartz TK, Johnstone PR, Williams E, Smith RF (2007) Establishing lettuce leaf nutrient optimum ranges through DRIS analysis. *HortScience* 42(1): 143-146.
- Havlin JL, Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD (2016) Soil fertility and fertilizers. Pearson Education India.
- Hochmuth G, Maynard D, Vavrina C, Hanlon E (1991) Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida Univ. Florida Special Publication SS-VEC42.
- Jones JB, Wolf B, Mills HA (1992) Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide. Micro-Macro Publishing, Inc.
- Komariah K, Ito K, Onishi T, Senge M (2011) Soil properties affected by combinations of soil solarization and organic amendment. *Paddy Water Environ.* 9: 357-366.
- Lindsay WL, Norvell WA (1969) Development of a DTPA micronutrient soil test. *Soil Sci. Soc. Am. Proceed.* 35: 600-602.
- Loeppert RH, Suarez DL (1996) Carbonate and gypsum. *Methods of Soil Analysis Part 3 Chemical Methods*. Ed.: Sparks, D.L. vd. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc.
- Ludwick AE (2002) *Western Fertilizer Handbook*. 9th ed. Interstate Publishers, Inc., Danville.
- Mills HA, Benton J (1996) *Plant analysis handbook II: A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. No. 581.13 M657.
- Morra L, Carrieri R, Fornasier F, Mormile P, Rippa M, Baiano S, Cermola M, Piccirillo G, Lahoz E (2018) Solarization working like a "solar hot panel" after compost addition sanitizes soil in thirty days and preserves soil fertility. *Appl. Soil Ecol.* 126: 65-74.
- Mudalagiriappa M, Nanjappa HV, Ramachandrapa BK (1999) Effect of soil solarization on weed growth and yield of Kharif groundnut. *Indian J. Agron.* 44(2): 396-399.
- Olsen SR, Cole CV, Watanable FS, Dean LA (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *U. S. Dept. of Agric. Cir.* 939, Washington D. C.
- Öz H, Coşkan A, Atılğan A (2016) Effect of different plastic cover materials and biofumigation to soil organic matter decomposition in greenhouse solarization. *Sci. Pap. Ser. A. Agronomy Vol. LIX*: 127-129.

- Öz H, Coşkan A, Atılğan A (2017a) Air bubbled or water filled bubbled solarization sheet was further effective on number of soil microorganisms, CO₂ production as well as microbial biomass carbon, Sci. Pap. Ser. A. Agronomy Vol. LX: 137-141.
- Öz H, Coskan A, Atılğan A (2017b) Determination of effects of various plastic covers and biofumigation on soil temperature and soil nitrogen form in greenhouse solarization: new solarization cover material. J. Polym. Environ. 25(2): 370-377.
- Öz H (2018) A new approach to soil solarization: Addition of biochar to the effect of soil temperature and quality and yield parameters of lettuce (*Lactuca sativa* L. Duna). Sci. Hortic. 228: 153-161.
- Öz H, Yaylacı C, Erdal İ (2021) Farklı malç materyallerinin marul (*Lactuca sativa* L. Duna) bitkisinin gelişimi ve bazı mineral besin elementleri üzerine etkisi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2): 489-496.
- Richards LA (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Soil Sci. 78: 2.
- Stapleton JJ (2000) Soil solarization in various agricultural production systems. Crop Prot. 19: 837-841.
- Tüzel Y, Öztekin G, Duyar H, Eşiyok D, Kılıç ÖG, Anaç D, Kayıkçıoğlu H (2012) Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin içeriği ve toprak verimliliğine etkileri. J. of Agr. Sci. 17(3): 190-203.
- Üçok Z, Demir H, Sönmez İ, Polat E (2019) Farklı organik gübre uygulamalarının kıvrıkcık salata (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) verim, kalite ve bitki besin elementi içeriklerine etkileri. Medit. Agric. Sci. 32: 63-68.
- Walkley A, Black IA (1934) An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37(1): 29-38.
- Woldetsadik D, Drechsel P, Marschner B, Itanna F, Gebrekidan H (2018) Effect of biochar derived from faecal matter on yield and nutrient content of lettuce (*Lactuca sativa*) in two contrasting soils. Environ. Syst. Res. 6: 2.
- Yağmur B, Aydın Ş (2021) Çinko (Zn) uygulamalarının marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin bazı yaprak besin element içeriklerine etkisi. Top. Bil. Bit. Besl. Derg. 9(1): 57-63.



Malatya ili Darende ilçesi kayısı ağaçlarında zararlı yazıcıböcek (Coleoptera: Scolytidae) türlerinin belirlenmesi ve farklı tuzaklardaki popülasyon gelişimi

Determination of the bark beetle species (Coleoptera: Scolytidae) and their population dynamics in different traps in apricot trees in Darende district of Malatya province, Turkey

Abdulsamet KARAĞAÇ¹ , Çetin MUTLU² 

¹Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Haliliye, Şanlıurfa.

²Türkiye Tarım ve Kredi Kooperatifleri Ayvalı Şubesi, Darende, Malatya.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1037536](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1037536)

Geliş tarihi /Received:16.12.2021

Kabul tarihi/Accepted:08.03.2022

Keywords:

Scolytus spp., bark beetle, light trap, color trap, apricot, monitoring, Malatya.

✉ Corresponding author: Çetin MUTLU

✉: cetinmutlu21@hotmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was conducted to determine the bark beetle species (Coleoptera: Scolytidae) and their population density and population dynamics with different traps in apricot orchards between 2020 and 2021 in Darende district of Malatya province, Turkey.

Methods and Results: The samplings were performed in the apricot orchards of Darende district between April and November. Population development and density were carried out in two different orchards with different elevations, irrigated and non-irrigated cultivation. Red winged sticky (Rebell rosso) visual traps and red light traps were used and monitored weekly intervals. *Scolytus multistriatus* (Marshall, 1802), *Scolytus amygdali* (Guerin-Méneville, 1847), *Scolytus schevyrewi* (Semenov, 1902), *Scolytus scolytus* (J.C. Fabricius, 1775), and *Scolytus kirschii* (Skalitzky, 1876) were recorded from the study area. The bark beetles showed positive phototaxis towards the light and the light traps caught more (average 11.6 individuals/week) bark beetle than red-wing sticky traps (9.3 individuals/week). The first adults of Scolytid species emergence in April and they can be seen until the first week of November and can give three generations in a year. Mature larvae spend their winter between wood and bark tissue. The species cause damage by opening galleries under the bark tissue in fresh shoots, main branches, and trunks regardless trees age, and completely dry the damaged trees within few years.

Conclusions: It was concluded that detailed studies should be carried out on the bark beetle species in the apricot orchards of Malatya province. Besides, bark beetles show more signs of damage on weakened trees in high altitude and unirrigated apricot orchards. The sticky traps containing red artificial light are more effective in population monitoring and determining the density of Scolytid species.

Significance and Impact of the Study: These results highlight the importance of the diversity of bark beetle species, determination of population change with the use of different trap types, and determining that the red-winged sticky trap supported by an artificial light source is more effective in apricot trees.

Atif / Citation: Karağaç A, Mutlu Ç (2022) Malatya ili Darende ilçesinde yetişen kayısı ağaçlarında zararlı yazıcıböcek (Coleoptera: Scolytidae) türlerinin belirlenmesi ve farklı tuzaklardaki popülasyon gelişimi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 145-154. DOI: [10.37908/mkutbd.1037536](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1037536)

GİRİŞ

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) ülkemiz için önemli bir ihraç ürünü olması nedeniyle ve Türkiye dünyanın en büyük kuru kayısı ihracatçısı konumundadır. Son beş yılın üretim ortalamasına bakıldığında 829.000 ton üretim ve %71'lik ihracat oranı ile kayısı ülkemiz açısından oldukça stratejik bir öneme sahip olup her yıl ülke ekonomisine büyük katkı sağladığı görülmektedir (Anonymous, 2021). Ülkemizde kuru meyve üretiminin %61'ini üzüm oluşturmakta, bunu %23 ile kuru kayısı ve %16 ile incir takip etmektedir (Anonymous, 2021a). Türkiye'de 2019 yılı itibarıyla toplam 1.3 milyon dekar kayısı alanının %64.2'si Malatya ilinde yer almakta ve bu alandan 352.050 ton ürün elde edilmektedir (Anonymous, 2021b). Malatya ilindeki yaş kayısı üretiminin %18.5 ise Darende ilçesinde gerçekleşmektedir (Anonymous, 2021).

Kayısı üretiminde de diğer meyve ve kültür bitkilerinde olduğu gibi verim kaybına yol açarak ekonomik zarara neden olan birçok etmen bulunmakta ve zararlı böcekler bu etmenlerin başında gelmektedir. Ülkemizde kayısı ağaçlarında bulunan önemli zararlılar; Doğu meyvegüvesi (*Cydia molesta*), Yazıcı böcekler (*Scolytus rugulosus*), Meyve ağacı dipkurtları (*Capnodis* spp.), Tomurcuk tırtılları (*Recurvaria nanella* Hb.), Yaprak bitleri, Kahverengi koşnil (*Parthenolecanium corni* Bouche), Şeftali güvesi (*Anarsia lineatella* Zell.), Virgül kabuklubiti (*Lepidosaphes ulmi* L.), Badem içkurdu (*Eurytoma amygdali* Enderlein) olarak bilinmektedir (Öztürk ve ark., 2004; Özgen ve ark., 2005; Anonymous, 2008; Özgen ve ark., 2012; Tarkan ve Özgen, 2015).

Çalışmanın yapıldığı Malatya ili Darende ilçesi, meyve veren ağaç verimi ve üretim miktarı ile dikkat çekmekte, önemli bir kayısı üretim bölgesi olarak değerlendirilmektedir (Anonymous, 2021). Meyvecilik alanında önemli bir yere sahip olan Malatya (Darende) bölgesinde kayısı bahçelerinin kontrolsüz ve yetersiz sulanması, aşırı gübreleme, hatalı budama, yanlış ve gereksiz ilaç kullanımı doğal dengeyi olumsuz etkilemiştir. Bu durum bazı zararlıların artık önemli ekonomik kayıplara sebep olmasını sağlamış meyve veren ağaç oranlarında düşüşler yaşanmıştır (Kaplan, 1999).

Sekonder zararlı olarak bilinen yazıcıböcekleri yaşamlarının büyük bir bölümünü konukçusu olduğu bitkinin dal ve gövdelerinde kabuk altında, odunsu dokunun içinde geçirmektedirler. Zararlıların larvaları bitkinin dal ve gövde kısmında oluşturdukları galeriler nedeniyle ağacın iletim demetlerinin zarar görmesine sebep olmaktadır. Zarar gören dalların gelişiminde duraklama görülmekte ve önce ince dallardan başlayarak

zamanla kalın dalların tamamen kurudukları görülmektedir (Anonim, 2008). Zararlı sadece zayıf ağaç ve dallarda da görülmemekte, sağlam ağaç ve dallarda da zarar oluşturarak 2-3 yıl içerisinde ağacı tamamen kurutabilmektedir (Kaplan, 1999).

Geçmiş yıllar içerisinde ülkemizde farklı illerde ve özellikle Malatya ilinde meyve ağaçlarında scolytid türler ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Kaplan, 1999; Kaya, 2004; Öztürk ve ark., 2004; Ayberk ve Cebeci, 2010; Özgen ve ark.ü 2012; Bozkurt ve Özdem, 2013). Ancak yazıcıböceklerle ilgili yapılan bu çalışmalarda Darende ilçesiyle ilgili veriler oldukça sınırlıdır. Çalışma Malatya iline bağlı diğer ilçelerden farklı ekolojiye ve coğrafyaya sahip olan Darende'de scolytid türlerine yönelik daha detaylı araştırmalar yapılması gerektiği düşünülerek ele alınmıştır. Bu çalışma, son yıllarda Malatya ili ve çevresinde sert çekirdekli meyve ağaçlarında verimi düşüren ve ekonomik zarara neden olan *Scolytus* spp.'nin Darende ilçesinde kayısı ağaçlarındaki türlerinin tespit edilmesi ve bu türlerin farklı tuzak tipleri kullanılarak popülasyon gelişimi ve yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla 2020-2021 yıllarında yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın ana materyalini kayısı ağaçları, *Scolytus* spp., Rebell rosso görsel tuzacı (kırmızı kanatlı yapışkan tuzak), eşey çekici %96 etil alkol + %1 toluen çözeltisi, böcek yakalama zambakı, SMD şerit LED, 12V 7A kuru akü, 20 Watt güneş paneli ve ışık sensörü oluşturmuştur.

Scolytidae türlerinin belirlenmesi

Sürvey çalışmaları 2020-2021 yıllarında Nisan-Kasım ayları arasında Darende ilçesi kayısı bahçelerinde yürütülmüştür. Örnekleme, ilçenin farklı yöneyleri ve farklı yükseltilerine sahip bahçeleri göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir. Sürveylerde gözle kontrol yöntemi uygulanarak yirmiden fazla bahçe incelenerek ve yedi farklı bahçede scolytid türler belirlenmeye çalışılmıştır. Türlerin belirlenebilmesi amacıyla haftalık olarak yapılan arazi çıkışlarında örnekleme yapıldığı bahçelerde stres altında ve kurumakta olan ağaçların dört farklı yönünde bulunan dallardan 20-25 cm uzunluğunda parçalar alınmıştır (Şekil 3). Alınan dal parçaları oda koşullarında bulunan kültür kaplarında ayrı ayrı kültüre alınarak scolytid türlerin ergin çıkışları sağlanmıştır (Baggiolini, 1965; Kaplan, 1999; Doerr ve ark., 2008). Elde edilen ve teşhise hazır hale getirilen türlerin teşhisi Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Oğuzhan SARIKAYA tarafından yapılmıştır.

Scolytidae türlerinin farklı tuzaklarla popülasyon gelişimi ve yoğunluğu

Bu çalışma, scolytid türlerin doğaya ilk ergin çıkışını, popülasyon gelişimini ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla ilçenin farklı yöney ve yükseltisine sahip tür belirleme çalışmaları sırasında zararlının bulunduğu bilinen iki farklı bahçede yürütülmüştür (Bahçe A: 38.597700 K - 37.461400 G, rakım 950 m, Bahçe B: 38.685500 K - 37.535900 G, rakım 1600 m). Çalışmada iki farklı tuzak tipi kullanılmış ve her bir bahçeye bu tuzaklardan birer adet tuzak asılmıştır. İlk tuzak tipi olarak, İsviçre Meyve, Bağ ve Bahçe Bitkileri Federal Araştırma Enstitüsü (CH-8820 Wädenswil, Switzerland) tarafından geliştirilmiş, kırmızı plastikten yapılmış iki çapraz dikdörtgenden oluşan 30x24 cm boyutlarında ve etil alkol ile çekici hale getirilmiş "Rebell®" tipi kırmızı yapışkan tuzaklar kullanılmıştır (Şekil 1). Tuzakların alt

kısımında, bir litre hacme sahip hazne içerisine %96 etil alkol + %1 toluen çözeltisi 1:1 oranında su ile seyreltilerek konulmuş ve her hafta yenilenmiştir (Bozkurt ve Özdem, 2013).

İkinci tuzak tipinde kırmızı kanatlı yapışkan tuzaklar yapay ışık kaynağı içeren bir sistemle modifiye edilerek ışık tuzağına çevrilmiştir. Bu amaçla kırmızı kanatlı yapışkan tuzağın bütün kanat çevresi SMD şerit LED ile çevrelenmiştir. LED ışıkların yanması için 20 Watt güneş paneli, ışık sensörü ve kuru akü ile kurulan düzenek sayesinde gece saatlerinde otomatik olarak aralıksız çalıştırılmıştır. Her iki tuzak tipi ağaçlara 1-1,5 m yüksekliğe asılarak her hafta kontrol edilmiş, tuzaklara yakalanan scolytid türleri sayılarak kaydedildikten sonra tuzaklar temizlenmiş, böcek yakalama zımbı ile yeniledikten sonra kullanıma tekrar devam edilmiştir.



Şekil 1. Kırmızı kanatlı yapışkan tuzak (Rebell rosso) (a), kırmızı ışık tuzağı (b)
Figure 1. Red winged sticky (Rebell rosso) visual traps and red light traps

İstatistik analizler

Her bir tuzak tipine yakalanan ergin sayıları üzerinden Bağımsız örneklem t-testi (Independent two samples t-test) yapılmış ve sonuçlar istatistiki olarak karşılaştırılarak tuzak tiplerinin etkinliği ortaya konulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Scolytidae türlerinin belirlenmesi

İki yıl yapılan örneklemeler sonucunda Malatya ili Darende ilçesi kayısı alanlarında beş farklı scolytid türü belirlenmiştir. Scolytid türlerin belirlendiği bahçelerin koordinat bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

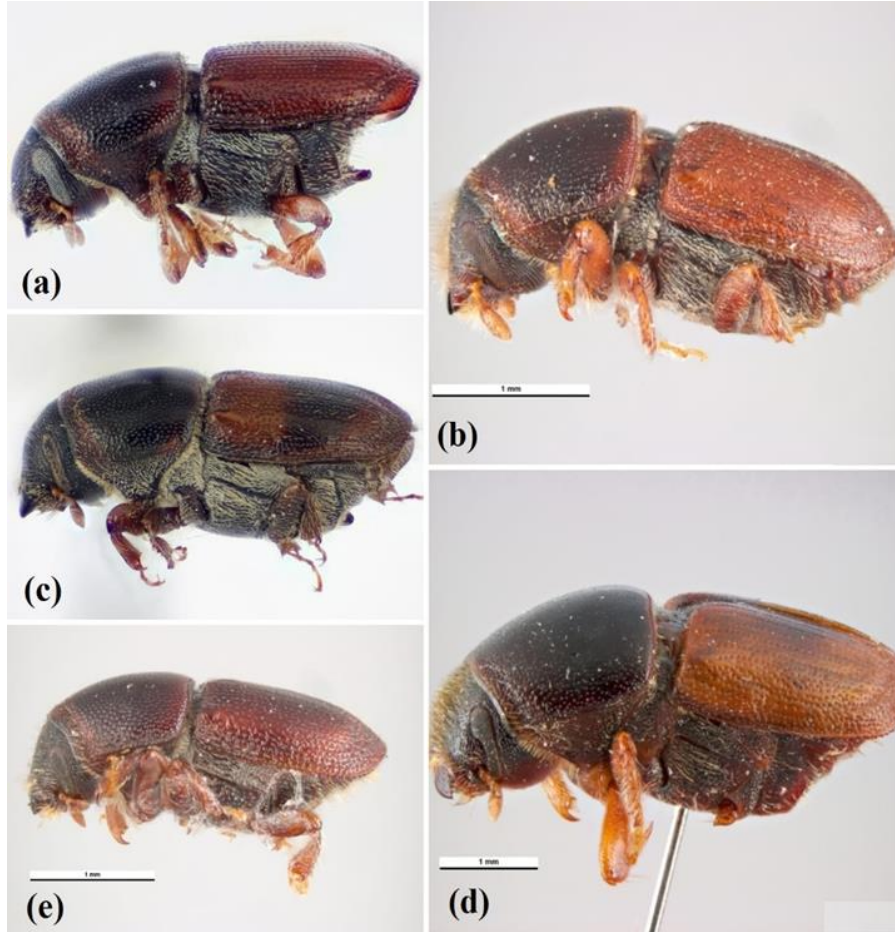
Çizelge 1. Malatya ili Darende ilçesi kayısı bahçelerinde scolytid türlerin tespit edildiği alanlar

Table 1. The areas where scolytid species were sampled in the apricot orchards of Darende district of Malatya province

Örnekleme tarihi Sampling date	Örnekleme yapılan bahçe sayısı No of sampled orchard	Ağaç sayısı Number of trees	Koordinat Coordinates	
19.03.2020	1	210	38.597700 K	37.461400 G
22.03.2020	2	700	38.467200 K	37.595200 G
23.03.2020	3	600	38.575300 K	37.609200 G
27.03.2020	4	350	38.450900 K	37.564700 G
04.04.2020	5	240	38.563100 K	37.603100 G
08.04.2020	6	420	38.475400 K	37.768000 G
10.04.2020	7	465	38.685500 K	37.535900 G

Belirlenen scolytid türlerin *Scolytus multistriatus* (Marsham, 1802), *Scolytus amygdali* (Guerin-Méneville, 1847), *Scolytus schevyrewi* (Semenov, 1902), *Scolytus scolytus* (J.C. Fabricius, 1775) ve *Scolytus kirschii*

(Skalitzky, 1876) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Elde edilen türlerin morfolojik olarak birbirlerine oldukça benzemesi nedeniyle, türlerin kendi aralarında bulunma oranı belirlenememiştir.



Şekil 2 *Scolytus multistriatus* (a), *Scolytus amygdali* (b), *Scolytus schevyrewi* (c), *Scolytus scolytus* (d), *Scolytus kirschii* (e) (Anonymous, 2021c)

Figure 2. *Scolytus multistriatus* (a), *Scolytus amygdali* (b), *Scolytus schevyrewi* (c), *Scolytus scolytus* (d), *Scolytus kirschii* (e) (Anonymous, 2021c)

Nisan ayı içerisinde bahçelerden alınan dal örneklerinin kabuklarının soyularak incelenmesi neticesinde tespit edilen beş farklı türün biyolojisinin oldukça benzer olduğu görülmüştür. Zararlı türlerin kışı olgun larva

döneminde odun dokusu içerisinde ve kabuk altında geçirdiği (Şekil 3), Nisan ayının başından itibaren ise pupa dönemine geçtiği ve Nisan ayı son haftasından sonra erginlerin doğada görüldüğü gözlemlenmiştir. Zararlının

Nisan ve Mayıs ayında çıkan erginlerin ilk olarak meyve gözlerinin dip kısmından 1-1,5 mm çapında açtıkları delikler ile dokuya giriş yaptıkları ve bu sebeple meyve gözlerinde zarara sebep oldukları tespit edilmiştir. Çiftleşen ergin dişi bireylerin, galerilere yumurtalarını bırakmakta ve çıkan larvalar yeni galeriler açarak ikinci neslin devamını sağlamaktadırlar. Odun dokusuna ulaşarak beslenen larvaların açtıkları galerilerin uzunluğunun yaklaşık 2-5 cm ve 2 mm genişliğinde

olduğu belirlenmiştir. Yumurtadan çıkan larvaların, ergin tarafından açılmış galerinin son kısmı olan pupa yuvasından başlayarak ikinci galeri yolunu açtıkları ve açılan galerilerin içinden ergin çıkışlarının Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Yapılan sürveyelerde yoğun zarar gören kayısı ağaçlarının ya kısmen ya da tamamen kuruduğu belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. *Scolytus* spp. erginlerinin kabuklarda açmış olduğu çıkış delikleri ve oluşturduğu zarar
Figure 3. *Scolytus* spp. exit holes in the bark made by adults and the damage it causes



Şekil 4. *Scolytus* spp. erginlerinin yoğun olarak tespit edildiği kısmen kurumuş kayısı ağacı (soldaki) ve yoğun zarar sebebiyle tamamen kurumuş kayısı ağacı (sağdaki)
Figure 4. *Scolytus* spp. partially dried apricot tree (left), where the adults were detected intensively, and completely dried apricot tree (right) due to high damage

Bozkurt ve Özdem (2013), Orta Anadolu Bölgesinde kiraz ağaçlarında bu çalışmada belirlene türlerden farklı olarak

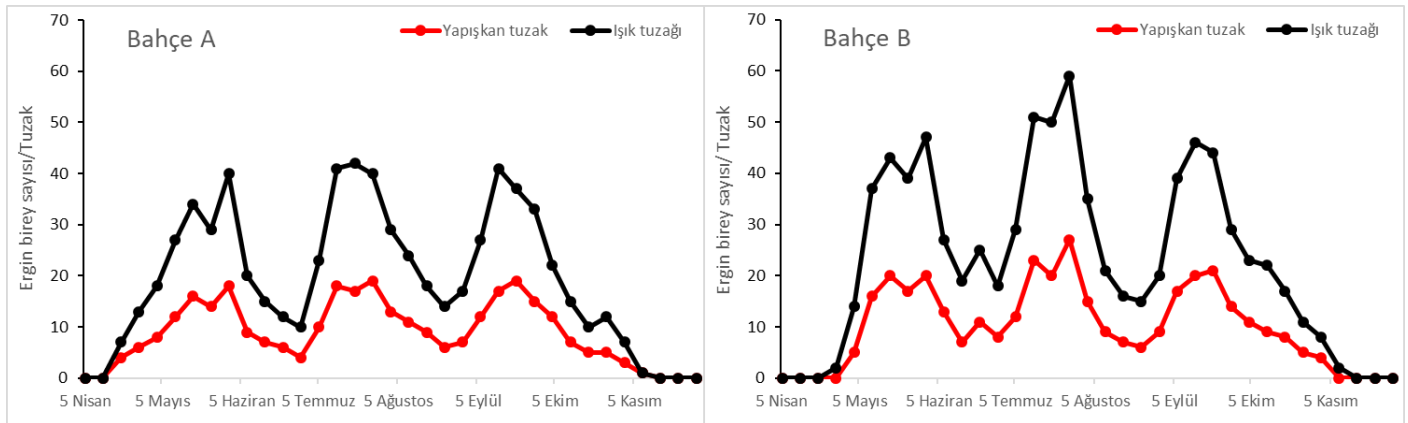
Scolytus rugulosus Müller, *Xyleborus dispar* Fabricius, *Lymanator coryli* Perris ve *Taphrorychus villifrons* Dufour

türlerini tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Malatya ili ve çevresinde kayısı bahçelerinde yapılan çalışmalarda yazıcı böcek türlerinden sadece *S.rugulosus* türü belirlenmiştir (Kaplan, 1999; Öztürk ve ark., 2004; Özgen ve ark., 2012). Bu çalışmalarda *Scolytus rugulosus*'un, Malatya yöresi kayısı ağaçlarında çok sık rastlanan türlerin başında olduğu ve zararlı ile bulaşık kayısı ağaçlarında öncelikle ince dallardan başlayarak kalın dalların, daha sonra ise ağacın tamamının kurduğu ifade edilmiştir (Kaplan, 1999; Öztürk ve ark., 2004; Özgen ve ark., 2012). Yapılan bu çalışmada, yukarıda belirtilen çalışmaların aksine Darende ilçesi kayısı ağaçlarında zararlı *S.rugulosus* belirlenememiş olmasına rağmen kayısı ağaçlarında zararlı beş farklı scolytid türü belirlenmiştir. Çalışma yapılan ilçede tür çeşitliliğinin Malatya ilinde kayısı üretim yapılan diğer ilçelere göre daha fazla olması, Darende ilçesinin ekolojisinin diğer

ilçelere göre farklılık göstermesi ve scolytid türlerin bu ekolojiye adapte olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla Malatya ili ve çevre ilçelerinde daha önce yapılan çalışmalarda tek tür olarak belirlenen yazıcıböcek *S. rugulosus* dışında farklı türlerinde kayısı ve benzeri sert çekirdekli meyvelerde bulunabileceği kanaatine varılmıştır. Bu nedenle Malatya ili ve çevre illerdeki kayısı alanlarında yazıcıböcek türleriyle ilgili detaylı survey çalışmalarının yeniden yapılmasında fayda bulunmaktadır.

***Scolytidae* türlerinin farklı tuzaklarla popülasyon gelişimi ve yoğunluğu**

İki farklı yükseltiye sahip bahçede kırmızı kanatlı yapışkan tuzak ile ışık tuzaklarından elde edilen sonuçlar Şekil 5 ve 6'da verilmiştir.

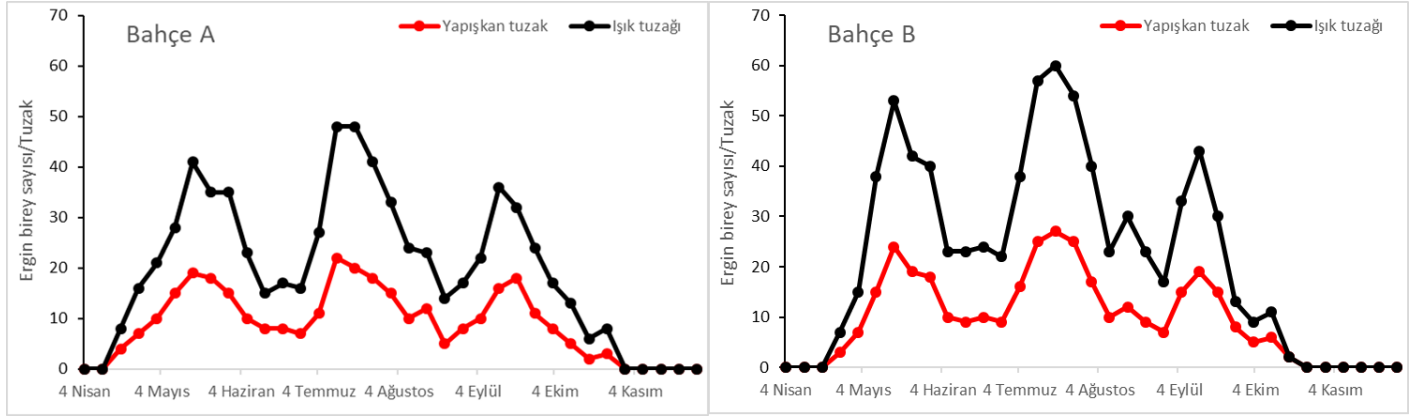


Şekil 5. Darende ilçesi 2020 yılı Bahçe A ve B'deki yapışkan ve ışık tuzaklarındaki *Scolytus* spp.'nin popülasyon gelişimi ve yoğunlukları

Figure 5. Population dynamic and densities of *Scolytus* spp. in sticky and light traps in orchard A and B in Darende district, 2021

Scolytid erginleri Bahçe A'ya kurulan tuzaklarda ilk olarak hava sıcaklığının 20 °C'nin üzerine çıktığı Nisan ayında gözlemlenmiştir. Rakım olarak daha yüksek ve daha serin bir iklime sahip olan Bahçe B'de ise Nisan ayının sonunda görülmüştür. Her iki bahçede ergin gözlemi Ekim ayına kadar devam etmiş ve *Scolytus* spp. erginlerinin uçuş aktivitelerinin her iki bahçede Mayıs ayı sonunda, Temmuz ayı ortasında ve Eylül ayı ortasında en yoğun popülasyona sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre

yazıcıböceklerin Darende ilçesinde birinci dölü Nisan ayının ortası, ikinci dölü Temmuz ayının başı ve üçüncü dölü ise Eylül ayının başında vermeye başladığı söylenebilir. Erginlerin her iki tuzak tipinde en son gözlemlendiği tarih ise Kasım ayının başı olarak tespit edilmiştir. Bahçe A'da yapışkan tuzaklarda toplam 310, ışık tuzağında ise 368 adet ergin yakalanmış buna karşın Bahçe B'de ise bu rakamlar sırasıyla 354 ile 454 ergin/tuzak olarak gerçekleşmiştir.

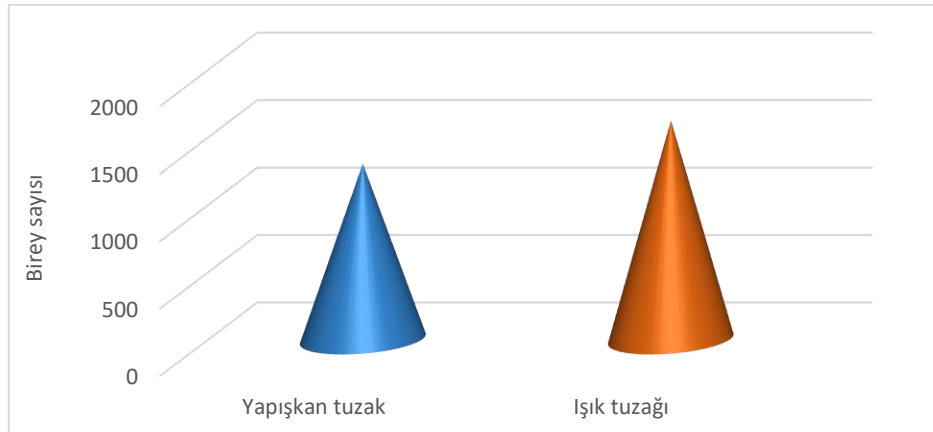


Şekil 6. Darende ilçesi 2021 yılı Bahçe A ve B'deki yapışkan ve ışık tuzaklarındaki *Scolytus* spp.'nin popülasyon yoğunlukları ile gelişimi

Figure 6. Population dynamic and densities of *Scolytus* spp. in sticky and light traps in orchard A and orchard B in Darende district, 2021

Çalışmanın ikinci yılı olan 2021 yılında Bahçe A'da ilk ergin çıkışı Nisan ayı ortasında görülmüş ve Ekim ayının ortasına kadar ergin aktivitesi devam etmiştir. Bahçe B'de ise ilk ergin çıkışı Nisan ayının sonunda belirlenmiş ve ergin çıkışı ekim ayının ortasına kadar devam etmiştir. Her iki bahçede *Scolytus* spp. erginlerinin Mayıs, Temmuz ve Eylül ayında en yoğun popülasyona ulaştığı belirlenmiştir. Buna göre 2020 yılında elde edilen sonuçlara benzer şekilde 2021 yılında zararlı erginlerinin

birinci neslini Nisan ayının ortasında, ikinci neslini Temmuz ayının başında ve üçüncü neslini ise Eylül ayının başında verdiği söylenebilir. Bahçe A'da yapışkan tuzaklarda toplam 315, ışık tuzaklarında ise 373 adet ergin yakalanmış buna karşın Bahçe B'de ise bu rakamlar sırasıyla 342 ile 428 ergin/tuzak olarak gerçekleşmiştir. Çalışma yapılan iki bahçede iki yıl boyunca elde edilen yapışkan ve ışık tuzaklarına ait toplam birey sayıları Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Bahçe A ve Bahçe B'deki yapışkan ve ışık tuzaklarından elde edilen toplam birey sayıları

Figure 7. Total numbers of individuals obtained from sticky and light traps in orchard A and orchard B

Bahçelere asılan iki farklı tuzak tipinden biri olan ışık tuzaklarında daha fazla scolytid erginleri yakalanmıştır. Toplam birey sayılarına göre ışık tuzaklarına gelen bireylerin oranı %55 iken, yapışkan tuzaklarda bu oran

%45 olarak gerçekleşmiştir. Her iki tuzak tipi için yapılan bağımsız t testi sonuçlarına ait veriler Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Işık tuzağı ile yapışkan tuzaklardan 2020-2021 yıllarında elde edilen toplam birey sayısı ortalamaları

Table 2. Average of total number of individuals obtained from light traps and sticky traps in 2020-2021

Değişkenler Variable	Sayımlar Observation	Minimum Minimum	Maksimum Maximum	Ortalama Mean	Standart sapma Standart deviation
Kırmızı ışık tuzağı Red light trap	140	0,000	33,000	11,593	9,020
Kırmızı yapışkan tuzak Red sticky trap	140	0,000	27,000	9,307	7,241

Çizelge 3. Işık tuzağı ile yapışkan tuzakların bağımsız T testi analizi

Table 3. Independent T-test analysis of light trap vs sticky traps

Farklılık/ Difference	2,286
t (Gözlenen değer) t (Observed value)	2,338
t (Kritik değer) (Critical value)	1,969
Serbestlik derecesi Degree of Freedom	278
P değeri P-value (Two-tailed)	0,020
Alfa alpha	0,05

Her iki tuzak tipinden elde edilen sonuçlara uygulanan T testi analizi sonucunda; ışık tuzakları ile yapışkan tuzaklar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.5$). Dolayısıyla yapay ışık kaynağı içeren tuzakların yapışkan tuzaklara göre daha fazla scolytid ergini yakaladığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Çalışma sonucu elde edilen verilere göre yapay ışık kaynağı içeren Rebell rosso görsel tuzakların, standart kırmızı yapışkan tuzaklara kıyasla scolytid türlerin yakalanmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir. White (1992), 108 mg/gün etanol salan çoklu huni tuzaklarının *S. rugulosus*'u yakalamada daha başarılı olduğunu ve popülasyon takibi ve popülasyon yoğunluğunu belirlemede bu tuzakların kullanılabilirliği sonucuna varmıştır. Ak ve ark. (2014), yazıcıböcek türlerinden *Xyleborus dispar* (Fabricius, 1792) ve *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) (Coleoptera: Curculionoidea: Scolytidae)'ye karşı % 96'lık etil alkol içeren huni tuzak tipinin yakalama etkinliği yönünden çok başarılı olduğunu, buna karşın Yeşil funnel ve boru tipi tuzağın ise en düşük etkinlikte olduğunu belirtmiştir. Kaplan (1999), *S. rugulosus*'un yılda 3 döl verdiğini, 1. döl ergin çıkışların Nisan ayı sonlarında başlayıp Mayıs ayı içerisinde yükselerek devam ettiğini, 2. döl ergin çıkışlarının Temmuz ayı başlarında, 3. döl ergin çıkışlarının ise Eylül ayı başlarında başladığı ve

erginlerinin Kasım ayı ortalarına kadar doğada görüldüğünü saptamıştır. Bu çalışmada da elde edilen türlerden biri olan *S. schevyrewi*'nin Prunus cinsine ait meyve ağaçlarında (erik, kiraz, şeftali, nektarin, kayısı ve badem) potansiyel zararlı olduğu, *S. schevyrewi* ve *S. multistriatus*'un yılda 2, 3 döl verdiği bildirilmiştir (Davis, 2011). Bu çalışmada belirlenen veriler ile yukarıda değinilen çalışma birbirini destekler niteliktedir. Çalışma alanlarındaki *Scolytus* spp. erginlerinin kışı olgun larva döneminde kabuk ve odun dokusu arasında geçirdiği tespit edilmiştir. Bahçe A'ya göre yüksek rakımlı konumda bulunan Bahçe B'de ergin çıkışlarının Bahçe A'ya göre 10 gün daha geç gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yüksek rakımlı konumda bulunan Bahçe B'de susuz kayısı yetiştiricilik yapılmasından ötürü stres koşullarının daha fazla etkili olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle zararlı *Scolytus* türleri Bahçe B'de daha fazla zarar belirtisi göstermiştir. Bölge çiftçileri ile yapılan görüşmeler sonucunda da susuz yetiştiricilik yapılan kayısı bahçelerinde ortak şikâyetlerin olması tahminleri destekler niteliktedir.

Böceklerin yapay ışık kaynağına yönelmesi durumu fototaksizm olarak tanımlanmaktadır. Işığa doğru hareket eden böceklerin davranışı pozitif fototaksi, hamamböcekleri gibi ışıklardan uzaklaşan diğer böceklerin davranışı ise negatif fototaksi olarak tanımlanmaktadır. Böceklerin yapay ışık kaynakları ile karşılaştıklarında, yapay ışık kaynaklarını doğal ışık kaynakları ile karıştırmaları sonucu yapay ışık kaynaklarına yöneldikleri ifade edilmiştir. Doğal ışık kaynaklarında ışığı sabit bir açı ile alan böceklerin yapay ışık kaynaklarının ışığı her yönde saçması nedeni ile, sabit bir açı tutturamadıkları için ışık kaynaklarının etrafında dönmeye başladıkları bildirilmektedir (Anonim (2015, 2019a, 2019b)). Araştırmacıların verdiği bu bilgilere benzer olarak yapay ışık kaynağı içeren tuzakların, bu çalışmadaki beş scolytid tür üzerinde pozitif fototaksi etki oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma Darende ilçesinde kayısı bahçelerindeki yazıcıböcek türlerinin belirlenmesi, kırmızı kanatlı yapışkan tuzaklar ile bu tuzaklara eklenen kırmızı yapay ışık kaynağının yazıcıböcek türlerinin

yoğunluk tespiti ve popülasyon gelişimi ile mücadelesinde etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, tespit edilen *S. multistriatus*, *S. amygdali*, *S. schevyrewi*, *S. scolytus* ve *S. kirschii* türlerinin ışığa doğru hareket ederek pozitif fototaksi gösterdiği ve bunun sonucu kırmızı yapay ışık kaynağı içeren yapışkan tuzakların scolytid zararlıların popülasyon takibi ve yoğunluklarının belirlenmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Tespit edilen scolytid türlerin Nisan ayı içerisinde doğada görülmeye başlandığı ve Kasım ayının ilk haftasına kadar görülebildiği ve Darende ilçesinde üç döl verdiği tespit edilmiştir. Zararlıların bulaşık olduğu kayısı ağaçlarının öncelikle ince dallarından başlayarak kalın dallara doğru kurumalar olduğu ve daha sonra ise ağacın tamamının kuruduğu gözlemlenmiştir. Meyve tomurcuklarının tabanının delinmesi sonucu oluşan zarar nedeniyle verim kaybının meydana gelmesi en sık görülen zarar şekli olarak belirlenmiştir. Sulamanın yetersiz olduğu bahçelerde oluşan stres koşullarının scolytid popülasyonunu ve oluşturduğu zarar belirtisini artırdığı saptanmıştır. Bu çalışma yazıcıböceklerle ilgili olarak yapışkan ve ışık tuzakları kullanılarak yapılmış temel bir çalışma niteliğindedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, eşey çekici %96 etil alkol + %1 toluen çözeltisi ile kombine edilmiş olan Rebell rosso görsel tuzağının (kırmızı kanatlı yapışkan tuzak) kayısı ağaçlarında scolytid zararlıların scolytid zararlıların popülasyon takibini gözlemlemek amacı ile kullanılabilirliği düşünülmektedir. Bu sonuçlara ek olarak yazıcıböceklerin kitlesel olarak tuzaklanması bakımından, kırmızı yapay ışık kaynağı içeren SMD şerit LED içeren tuzakların farklı sayılarda asılması ile etkinliğinin artırılması ve bu yöntem ile entegre edilecek farklı mücadele yöntemlerinin uygulanmasıyla daha çevreci mücadele tekniklerinin geliştirilebilmesi olası görülmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, Malatya ili Darende ilçesinde kayısı bahçelerinde zararlı yazıcıböcek (Coleoptera: Scolytidae) türleri ile farklı tuzaklardaki popülasyon gelişimini ve yoğunluklarını belirlemek amacıyla 2020-2021 yılları arasında yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Tür tespiti çalışmaları için Darende ilçesi kayısı bahçelerinde Nisan ve Kasım ayları arasında periyodik aralıklarla örneklemeler yapılmıştır. Popülasyon gelişimi ve yoğunluk çalışmaları ise farklı yükseltilere sahip, sulu ve susuz yetiştiricilik yapılan iki farklı bahçede gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kırmızı kanatlı yapışkan (Rebell rosso) görsel tuzak ile SMD şerit

LED eklenmiş kırmızı yapay ışık kaynaklı tuzaklar bahçelere asılarak yazıcıböcek popülasyonu Nisan-Kasım ayı arasında haftalık olarak takip edilmiştir. Darende ilçesi kayısı ağaçlarında *Scolytus multistriatus* (Marshall, 1802), *Scolytus amygdali* (Guerin-Méneville, 1847), *Scolytus schevyrewi* (Semenov, 1902), *Scolytus scolytus* (J.C. Fabricius, 1775) ve *Scolytus kirschii* (Skalitzky, 1876) türleri belirlenmiştir. Yazıcı böceklerin ışığa doğru hareket ederek pozitif fototaksi gösterdiği ve yapay ışık kaynağı eklenmiş tuzaklara daha fazla yakalandığı (ortalama 11.6 birey/hafta) ve bu rakamın kırmızı kanatlı yapışkan tuzaklarda ortalama 9.3 birey/hafta olduğu belirlenmiştir. Scolytid türlerin Darende ilçesinde ergin çıkışlarının Nisan ayı içerisinde gerçekleştiği, Kasım ayının ilk haftasına kadar görülebildiği ve yılda üç nesil verebildiği tespit edilmiştir. Zararlıların kışı olgun larva döneminde odun ve kabuk dokusu arasında geçirecek, ağaçların taze sürgün, ana dal ve gövdelerin kabuk dokusu altında galeriler açarak zarar oluşturduğu ve zarara uğrayan ağaçları birkaç yıl içinde tamamen kuruttukları tespit edilmiştir.

Genel Yorum: Bu sonuçlara göre Malatya ili kayısı bahçelerinde yazıcıböcek türleriyle ilgili detaylı çalışmaların yeniden yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca yazıcıböceklerin yüksek rakımlı ve susuz yetiştiricilik yapılan bahçelerdeki zayıf düşmüş ağaçlarda daha çok zarar belirtisi gösterdiği görülmüştür. Kırmızı yapay ışık kaynağı içeren yapışkan tuzakların scolytid zararlıların popülasyon takibi ve yoğunluklarının belirlenmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu sonuçlar, yazıcıböceklerin kayısı ağaçlarındaki tür çeşitliliğini ortaya koyması ve farklı tuzak tiplerinin kullanılması ile popülasyon değişiminin belirlenmesi ve yapay ışık kaynağı ile desteklenmiş kırmızı kanatlı yapışkan tuzağın daha etkili olduğunun belirlenmiş olması bakımından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yazıcıböcekler, ışık tuzağı, yapışkan tuzak, kayısı, popülasyon gelişimi, Malatya.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, Scolytidae familyası türlerini teşhis eden Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Oğuzhan SARIKAYA'ya çok teşekkür ederler.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Bu çalışma yüksek lisans tez çalışması olup yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Ak K, Saruhan İ, Akyol H (2014) *Xyleborus dispar* (Fabricius, 1792) ve *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg, 1837) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae)'ye karşı farklı tuzak tiplerinin performanslarının belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilim. Derg. 29: 26-35.
- Anonymous (2008) Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Teknik Talimatları 3: 256-61.
- Anonymous (2015) <https://www.wonderopolis.org/wonder/why-are-bugs-attracted-to-light>. (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2021)
- Anonymous (2019) <https://www.iflscience.com/plants-and-animals/why-are-bugs-attracted-light/>. (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2021).
- Anonymous (2019b) <https://www.scienceabc.com/nature/why-are-insects-attracted-by-light.html>. (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2021).
- Anonymous (2021) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 14.12.2021).
- Anonymous (2021a) Nuts & Dried Fruits Statistical Yearbook 2020/2021. https://www.nutfruit.org/files/tech/1625230833_IN_C_Stats_2021.pdf (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2021).
- Anonymous (2021b) Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü raporları. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20C3%9Cr%3%BCn%20Raporlar%20C4%B1/2020%20C3%9Cr%3%BCn%20Raporlar%20C4%B1/Kay%20C4%B1s%20C3%9Cr%3%BCn%20Raporu%202020-316%20TEPGE.pdf> (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2021).
- Anonymous (2021c) <https://www.bugwood.org/searchresults.cfm?q=Scolytus+multistriatus+> (Erişim Tarihi: 15.12.2021).
- Ayaz T, Özgen İ (2015) Malatya ili kayısı alanlarında bulunan *Forficula auricularia* (Linnaeus, 1758)'nin populasyon değişimleri. Meyve Bilimi 2(2): 39-44.
- Ayberk H, Cebeci H (2010) *Scolytus rugulosus* (Muller) (Coleoptera, Scolytidae)-a new pest of *Acer undulatum* Pojark in Turkey. J. Anim. Vet. Adv. 9: 2325-2326.

- Bozkurt V, Özdem A (2013) Orta Anadolu Bölgesinde kiraz ağaçlarında zararlı meyve yazırcıböcek türlerinin (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) tespiti, yoğunlukları ile önemli türün biyolojik kriterlerinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni 53: 65-76.
- Baggiolini M (1965) Méthode de contrôle visuel des infestations d'Arthropodes ravageurs du pommier. Entomophaga 10: 221-229.
- Davis RS (2011) Elm Bark Beetles and Dutch Elm Disease. 147-11. Utah Pests Fact Sheet. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1895&context=extension_curall (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2021).
- Doerr MD, Brunner JF, Smith TJ (2008) Biology and management of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae) in Washington cherry orchards. J Entomol. Soc. BC. 105: 69-81.
- Kaplan C (1999) Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sert çekirdekli meyvelerde zararlı *Scolytus rugulosus* Müll. (Coleoptera: Scolytidae)'un biyolojisi, zarar şekli ve yayılış alanlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 50 s.
- Kaya M (2004) Bursa ilinde değişik meyve ağaçlarında *Xyleborus dispar* (F.) (Coleoptera: Scolytidae)'in ergin populasyon değişimi üzerinde araştırmalar. YYÜ Tar. Bil. Derg. 14: 113-117.
- Özgen İ, Gözüaçık C, Karsavuran Y, Fent, M (2005) Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde antepfıstığı, kayısı, kiraz ve zeytin ağaçlarında bulunan Pentatomidae (Heteroptera) familyasına ait türlerin saptanması üzerinde çalışmalar. Ege Üniv. Zir. Fak. Derg. 42(2): 35-43.
- Özgen İ, Sarıkaya O, Çiçek H (2012) Damage of *Scolytus rugulosus* (Muller, 1818) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the apricot fruits. Mun. Ent. Zool. 7: 1185-1187.
- Öztürk N, Ulusoy MR, Erkiliç L, Bayhan SÖ (2004) Pests and predatory species determined in apricot orchards in Malatya province of Turkey. Bitki Koruma Bülteni 44: 1-13.
- White KJ (1992) Scolytid pests in fruit tree orchards. Master Thesis, University of Simon Fraser, Dept. of Biological Sciences, 52 p.



Bazı fasulye çeşitlerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) kalite ve bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

Determination of quality and some technological characteristics of some bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.)

Erol ORAL¹, Rüveyde TUNÇTÜRK¹, Murat TUNÇTÜRK¹, Fevzi ALTUNER², Haluk KULAZ¹

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tuşba, Van.

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gevaş MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Gevaş, Van.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1058316](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1058316)

Geliş tarihi /Received:15.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:09.03.2022

Keywords:

Beans, quality, *Phaseolus vulgaris* L., technological features.

✉ Corresponding author: Erol ORAL

✉: eroloral@yyu.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was carried out with 12 registered bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) obtained from various institutes in the Faculty of Agriculture Laboratory in 2022.

Methods and Results: It is aimed to determine the quality and some technological properties of bean seeds such as moisture content, hectoliter weight, dry and fresh weight, dry and wet volume, water absorption capacity and index, swelling capacity and index and cooking time properties of bean seeds. Data were analyzed according to the Completely Random Plots Experimental Design and the means were compared with the DUNCAN test. As a result, moisture content in the grain varied between 7.55-9.40%, hectoliter weight 70.4-83.7 kg hl⁻¹, dry weight 12.91-48.73 g, wet weight 26.24-97.09 g, wet volume 122.67-190.67 ml, dry volume 68.75-92.51 ml, water intake capacity 0.072-0.551 g grain⁻¹, water absorption index 0.32-1.39%, swelling capacity 0.11-0.49 ml grain⁻¹, swelling index 2.04-2.47% and cooking time 33.0-54.5 minutes. According to the results of the correlation analysis, there were positive and significant relationships with dry weight values with wet weight ($r=0.88^{**}$), wet volume ($r=0.89^{**}$), dry volume ($r=0.77^{**}$) and swelling capacity ($r=0.92^{**}$). Positive and significant relationships were also found between wet weight and wet volume ($r=0.97^{**}$), dry volume ($r=0.87^{**}$), swelling capacity ($r=0.94^{**}$). A positive and good result was observed between wet volume and dry volume ($r=0.93^{**}$) and swelling capacity ($r=0.98^{**}$). Positive and highly significant relationships were determined between water absorption and swelling capacity ($r=0.87^{**}$).

Conclusions: According to consumer and market preferences, Adabeyazı variety has the highest moisture content and hectoliter weight. Good results were obtained in terms of dry and wet weight, wet and dry volume, swelling capacity, swelling capacity and index value of Ribweighing and Akin varieties, and cooking time in Karacaşehir varieties.

Significance and Impact of the Study: By preventing the illusion of sense arising from the grain and shell structure of the bean, objective criteria will help the breeding program with a more accurate determination of the cooking time. By contributing to the country's economy, it will increase similar studies that will best meet market and consumer demands.

Atıf / Citation: Oral E, Tunçtürk R, Tunçtürk M, Altuner F, Kulaz H (2022) Bazı fasulye çeşitlerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) kalite ve bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 155-165. DOI: 10.37908/mkutbd.1058316

GİRİŞ

Fasulye, dünyada ekim alanı ve üretim miktarı bakımından yemeklik tane baklagiller arasında ilk sırada yer almaktadır. Dünyada 34.5 milyon hektar bir alanda yaklaşık 29 milyon ton kuru fasulye üretimi yapılmakta olup, ortalama hektara verimi 880 kg'dır (FAO, 2020). Ülkemizde 890 bin da alanda ekim, 225.000 ton üretim ve dekara verim ise 268 kg olarak elde edilmektedir (TUİK, 2020). Fasulye başta olmak üzere yemeklik tane baklagiller diğer bitkisel ürünlere kıyasla daha yüksek oranda protein, vitamin ve mineral madde içermeleri yanında düşük yağ içeriği ile de önemli bir besin kaynağı durumundadırlar. Yemeklik tane baklagiller metiyonin hariç, insan beslenmesinde mutlaka alınması gereken esansiyel amino bakımından da oldukça zengindirler (Şehirali1988). Yemeklik tane baklagiller vücut için gerekli proteinlerin %22'sini, karbonhidratların ise %7'sini tek başına karşılamaktadırlar. Ayrıca hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38'inin ve karbonhidratların %5'inin temel kaynağını oluşturdukları bilinmektedir (Adak ve ark., 2010). İnsan beslenmesinde bu denli önemli bir yere sahip olan fasulyede, birim alandan daha fazla verim elde edilmektedir. Tarımda makineleşme yüksek verimli çeşitlerin ıslahı ve modern üretim tekniklerinin yaygınlaşması ile bu hedefe yaklaşıldıktan sonra, piyasa ve tüketici istekleri göz önünde bulundurularak, teknolojik kalite özelliklerinin iyileştirilmesi (ortalama pişme süresi, kuru madde içeriği, şişme indeksi vb) yeni talepler ortaya çıkmıştır (Costa ve ark., 2015). Fasulyede teknolojik ve ticari özelliklerin iyileştirilmesi tüketici tercihleri açısından önemli bir yere sahiptir. Dünyada ve ülkemizde bu özelliklerin tespitinde uluslararası kabul görülen bir takım standart kalite analizleri yapılmaktadır. Bu çalışmada bazı ülkemizde yetiştiriciliği yapılan fasulye çeşitlerinde kalite ve bazı teknolojik özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, 2022 yılında, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak çeşitli araştırma enstitüleri ve ticari kuruluşlardan temin edilen yerli ve yabancı 12 fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve genotipi (Adabeyazı, Ahlat, Akın, Akman-98, Bulduk, Göksün, Göynük, Karacaşehir, Önceler 98, Ribewinghing, Topçu ve Yunus 90) kullanılmıştır (Çizelge 1). Laboratuvar analizleri herhangi bir arazi çalışmasına tabi tutulmadan direkt materyal üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada farklı ekolojik şartlarda yetiştirilen 12 çeşidi fasulye çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitlerin tamamı 2021 yılı ürünü olup,

aynı standart depolama şartlarında muhafaza edilmiştir. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede gözlem ve ölçümler yemeklik tane baklagiller için uygulanan teknik talimatlara göre yapılmıştır (Kaya ve Karaman, 2016). Bu çalışmada tanede nem oranı (%), hektolitreye ağırlığı (kg hl⁻¹), kuru ağırlık (g), yaş ağırlık (g), ıslak hacim (ml), kuru hacim (ml), su alma kapasitesi (g tane⁻¹) ve alma indeksi (%), şişme kapasitesi (ml tane⁻¹) ve indeksi (%) ve pişme süresi (dk) gibi özellikler incelenmiştir. Bu özelliklerin belirlenmesinde kullanılan metotlar aşağıdaki gibidir.

Nem oranı (%)

PM-450 nem ölçer cihazı kullanılarak fasulye tanelerinde nem yüzdesi tespit edilmiştir.

Hektolite ağırlığı (kg hl⁻¹)

PM-450 nem ölçer cihazı kullanılarak hektolitreye ağırlığı tespit edilmiştir.

Kuru ağırlık (g)

100 adet fasulye sayıldıktan sonra tartılarak kuru ağırlık değeri g olarak belirlenmiştir.

Yaş ağırlık (g)

Erlenmayere 150 ml saf su doldurulduktan sonra içerisine 100 adet fasulye tohumu konulmuş ve içerisine 16 saat oda sıcaklığında labaratuvar ortamında bekletildikten sonra kurutma kâğıdı ile kurulanıp tartılmış ve g olarak ifade edilmiştir. Bu numune daha sonra pişme zamanının tespiti için kullanılacaktır (Şekil 1).

Çizelge 1. Çeşitlerin tane özellikleri

Table 1. Grain characteristics of varieties

Çeşit	Bitki ve tane özellikleri
Adabeyazı	Bitki boyu orta, yarı sarılıcı, orta boy dermason tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 37-86 gram olup, viral hastalıklara karşı hasassdır.
Ahlat	Bitki boyu kısa ve dik, dermason tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 30-38 gram, hastalıklara karşı toleranslı bir genotipdir.
Akın	Bitki boyu kısa ve oturak, horoz tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 42.5-49.9 gram, bakteriyel ve viral hastalıklara orta toleranslıdır.
Akman 98	Bitki boyu orta, yarı sarılıcı dermason tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 34-35 gram, bakteriyel ve viral hastalıklara toleranslıdır.
Bulduk	Bitki boyu uzun, sarılıcı, dermason tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 42.9-49.7 g, bakteriyel ve viral hastalıklara toleranslıdır.
Göksün	Bitki boyu orta ve diktir. Yuvarlak tane yapısına sahiptir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 30.37 gram ve hastalıklara toleransı iyidir.
Göynük	Bitki boyu kısa ve dik, horoz tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 53.5-55.0 gram, bakteriyel ve viral hastalıklara toleranslıdır.
Karacaşehir	Bitki boyu orta yarı sarılıcı küçük tumbul tane yapısına sahiptir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 18.0-19.0 gram, hastalıklara karşı toleranslıdır.
Önceler 98	Bitki boyu kısa ve dik, barbunya tane tipindedir. Tane rengi bej zemin üzerine alacalıdır. 100 tane ağırlığı 40.5-41.0 gram, hastalıklara karşı orta toleranslıdır.
Ribewinghing	Tane rengi beyazdır. 100 tane ağırlığı 34-39 gramdır.
Topçu	Bodur bitki formunda ve küçük dermason(sıra fasulye) tane tipindedir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 25-33 gram olup, bakteriyel ve viral hastalıklara toleranslıdır.
Yunus-90	Bodur bitki formunda horoz tane tipine sahiptir. Tane rengi beyaz, 100 tane ağırlığı 53-55 g, bakteriyel ve viral hastalıklara toleranslıdır.

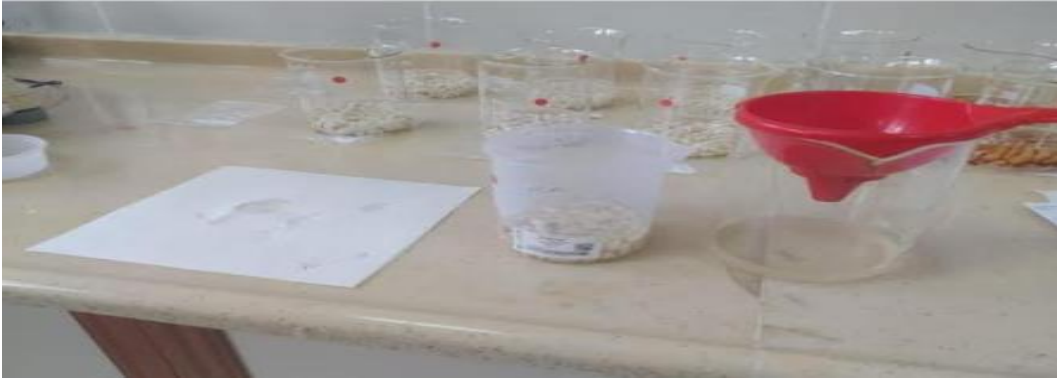


Şekil 1. Yaş ağırlığın tespit edilmesi
Figure 1. Determination of wet weight

Islak hacim (ml)

Ölçülü silindir içerisinde 100 adet fasulye tohumu 50 ml saf su ilave edildikten sonra oda sıcaklığında 16 saat beklemeye alınmıştır. Daha sonra kâğıt havlu ile

kurutularak 100 ml saf su ilave edilmiştir. Elde edilen değerler ıslak hacim olarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Islak hacmin tespit edilmesi
Figure 2. Determination of wet volume

Kuru hacim (ml)

100 adet fasulye tohumu 100 ml'lik silindire alındıktan sonra 50 ml saf su ilave edilerek ml olarak ölçülmüştür (Şekil 3).

Su alma kapasitesi (g tane⁻¹)

Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.
SAK= [(Yaş ağırlık - Kuru ağırlık) x (kuru ağırlık / 100) x Şişmeyen tane sayısı] 100 - Şişmeyen tane sayısı
Şişmeyen tane yok ise; Su Alma Kapasitesi (gr tane⁻¹) = Yaş ağırlık - Kuru ağırlık / 100

Su alma indeksi (%)

Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.
SAİ= Şişme kapasitesi (g tane⁻¹) / (Kuru ağırlık / 100)

Şişme kapasitesi (ml tane⁻¹)

Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.
ŞK= [(Islak Hacim - 100) - (Kuru Hacim - 50)] - [(Kuru Hacim - 50) / 100] / 100

Şişme indeksi (%)

Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.
Şİ= (Islak hacim - 100) / (Kuru hacim - 50)

Pişme süresi (dk)

Yüz adet ıslatılmış fasulye tanesi kaynayan suda 60 dakika derecede hotplate üzerinde pişirilmiştir. Her 5 dakikada kontrolleri yapılarak kabuğu soyulmuştur. Tane ikiye ayrıldıktan sonra iç kısımda bulunan beyaz kısım kaybolduğu dakika pişme süresi olarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 4).

Verilerin analizi

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre varyans analizleri COSTAT (sürüm 6.303) paket program kullanılarak analiz edilmiştir. Önemli bulunan ortalamalar arasındaki ise DUNCAN testine göre kontrol edilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).



Şekil 3. Kuru hacim tespiti
Figure 3. Dry volume determination



Şekil 4. Pişirme süresinin tespit edilmesi
Figure 4. Determining the cooking time

BULGULAR ve TARTIŞMA

Nem oranı, hektolitre ağırlığı, kuru ağırlık, yaş ağırlık, ıslak hacim, kuru hacim, su alma kapasitesi, şişme indeksi, pişme süresi bakımından çeşitler arasındaki fark %1 seviyesinde, su alma indeksi ve şişme kapasitesi bakımından ise %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Nem oranı (%)

Nem oranı %7.55- 9.40 arasında değişim göstermiştir. En yüksek nem oranı %9.40 Adabeyazı çeşidinde ölçülmüştür. Bu çeşidi %8.75 ile Akman 98 ve Ahlat çeşitleri izlemiştir. En düşük nem oranı ise %7.55 ile Göynük fasulye çeşidinde tespit edilmiştir. (Çizelge 2). Konya ekolojik şartlarında 12 adet fasulye çeşidi ile yürütülen bir çalışmada; nem oranının %10.44-11.01 oranında değiştiği belirtilmiştir (Aydoğan ve ark., 2020). Bir diğer çalışmada ise nem oranının %19.2-59.3 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Karasu ve Öz, 2008). Tohumdaki nem yüzdesi üzerine hasat zamanı, depo sıcaklığı ve depo süresi gibi birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Ceyhan (2006) yaptığı çalışmada fasulyede nem oranının %6.10-7.07 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bulgularımız ile diğer araştırmacıların sonuçları arasındaki farkın ortaya çıkmasında bu faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Hektolitre ağırlığı (kg hl⁻¹)

Çizelge 2'de görüldüğü gibi fasulye çeşitlerinde hektolitre ağırlığı 68.12 kg hl⁻¹ (Akın) ile 83.71 kg hl⁻¹ (Adabeyazı) arasında değişim göstermiştir. Adabeyazı çeşidini sırasıyla Topçu ve Göksün (81.50 kg hl⁻¹, 81.32 kg hl⁻¹) çeşitleri izlemiştir. Fasulye çeşitlerinde hektolitre ağırlığı büyük oranda genetik faktörlerin yanı sıra gübreleme, sulama ve ekim sıklığı gibi kültürel uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Fasulyenin hektolitre ağırlığının 75.2-80.0 kg hl⁻¹ arasında değiştiği

belirtilmiştir (Anonim, 2022). Fasulye üzerine yürütülen çalışmalarda hektolitre ağırlığı yüksek olan çeşitlerin ıslah çalışmalarında seleksiyon kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Kaur ve ark., 2005).

Kuru ağırlık (g)

Araştırmada elde edilen verilere göre, fasulyede kuru ağırlık değerleri 12.91-48.73 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek kuru ağırlık 48.73 g ile yabancı ticari menşeli Ribewighing çeşidinde elde edilirken, en düşük kuru ağırlık değeri 12.91 g ile Karacaşehir çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 2). Ribewighing çeşidini Yunus 90(40.59 g) ve Bulduk(40.44 g) çeşitleri izlemiştir. Bu çalışmada Bulduk (40.44 g) ve Yunus 90 (40.59 g) çeşitlerinde kuru ağırlık bakımından yüksek değerlere sahiptir. Yemeklik baklagillerde verimi etkileyen en önemli özelliklerinden biride tane iriliğidir. Pazar ve tüketici talepleri genellikle iri taneli çeşitler üzerinde yoğunlaşmıştır. Benzer bir çalışmada %14 nem esasına göre, 12 adet fasulye çeşidinde kuru ağırlık değerlerinin 28.15-58.29 g (Aydoğan ve ark., 2020) arasında değiştiği belirtilmiştir. Fasulye yetiştiriciliğinde genetik faktörlerin yanı sıra, yeterli sıcaklık ve nem gibi faktörlerin dolum süresini uzatarak tane iriliğini arttırmaktadır(Şehirali ve ark., 1994). Nitekim Bursa şartlarında 2 yıl süre ile yürütülen bir çalışmada ilk yıl kuru ağırlığın 51.7 g olan, kuru ağırlık sıcak ve kurak geçen ikinci yılda 37.3 g'a gerilediği gerilemiştir(Kaçar ve ark., 2004). Bu araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile bulgularımız arasında farklılıkların ortaya çıkmasında farklı çeşit ve genotiplere ait özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yaş ağırlık (g)

Araştırmada en yüksek yaş ağırlık değeri Ribewighing (97.09 g), en düşük yaş ağırlık değeri ise Karacaşehir

Çizelge 2. Fasulye çeşitlerine ait bazı fiziksel kalite analizlerine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar

Table 2. Average values and groups of some physical quality analyzes of bean varieties

Çeşitler	NO (%)	HA (kg hl ⁻¹)	KA (g)	YA (g)	IH (ml)	KH (ml)	SAK (g tane ⁻¹)	SAI (%)	ŞK (ml tane ⁻¹)	Şi (%)	PS (dk)
Topçu	8.25 f	81.50 b	29.89 g	64.44 f	157.67 e	73.25 f	0.184 def	0.63 d	0.34 de	2.47 a	38.0 c
Göksun	8.45 cde	81.32 b	26.48 i	52.96 h	145.67 f	68.75 g	0.264 cdef	0.99 c	0.27 g	2.43 ab	36.1 d
Adabeyazı	9.40 a	83.71 a	30.81 f	60.91 g	154.67 e	75.00 e	0.093 ef	0.32 e	0.29 fg	2.18 cd	39.5 bc
Ribewighing	8.50 cd	76.20 d	48.73 a	97.09 a	190.67 a	92.51 a	0.551 a	0.99 c	0.48 a	2.13 cd	46.0 b
Göynük	7.55 h	80.44 bc	39.05 d	79.69 d	172.67 c	82.25 c	0.406 abc	1.04 bc	0.42 b	2.25 bc	44.0 b
Ahlat	8.75 b	79.36 c	28.28 h	59.62 g	154.67 e	73.75 f	0.163 def	0.57 d	0.31 ef	2.32 abc	39.5 bc
Bulduk	8.50 cd	70.44 g	40.44 b	81.63 c	175.00 c	82.51 bc	0.308 bcd	0.75 d	0.42 b	2.31 abc	54.5 a
Yunus 90	7.80 g	72.12 f	40.59 b	89.26 b	182.67 b	83.62 b	0.486 ab	1.20abc	0.49 a	2.46 a	53.0 a
Karacaşehir	8.40 def	80.94 b	12.91 k	26.24 j	122.67 g	61.00 h	0.072 f	0.55 d	0.11 i	2.04 d	33.0 ef
Akın	8.32 ef	68.32 h	39.61 c	78.54 d	171.67 c	81.75 cd	0.493 ab	1.39 a	0.39 bc	2.25 bc	37.5 cd
Akman 98	8.75 b	75.34 de	22.12 j	45.46 ij	142.00 f	69.52 g	0.271 cde	1.23 ab	0.22 h	2.15 cd	35.0 e
Önceler 98	8.61 bc	73.91 e	33.13 e	72.02 e	167.67 d	81.00 d	0.388 abc	1.17 bc	0.36 cd	2.18 cd	38.0 c
Çeşitler	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**	**
V.K. (%)	1.34	1.13	0.95	1.3	1.39	0.92	18.27	14.48	6.39	4.84	1.61
LSD (0.05, 0.01)	0.19	0.73	0.26	1.48	3.80	1.21	0.09	0.22	0.04	0.18	1.37

*P<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli, V.K: Varyasyon Katsayısı, NO: Nem Oranı, HA: Hektolitre ağırlığı, KA: Kuru ağırlık, YA: Yaş ağırlık, IH: Islak hacim, KH: Kuru hacim, SAK: Su alma kapasitesi, SAI: Su alma indeksi, ŞK: Şişme kapasitesi, Şi: Şişme indeksi, PS: Pişme süresi.

(26.24 g) çeşitlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Aydoğan ve ark. (2020)'nin 12 fasulye ile yürüttükleri çalışmada yaş ağırlığın 61.50-99.33 g arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu çalışmada kuru ağırlığı yüksek olan çeşitlerin genel olarak yaş ağırlık değerleri de yüksek çıkmıştır. Tanede nişasta değeri artıkça su alma miktarı artarak yaş ağırlığın yükselmesine neden olmaktadır. Benzer çalışmalarda karbonhidratların su emme miktarını arttırabileceği belirtilmiştir (Wani ve ark., 2017). Bir diğer çalışmada yaş ağırlığın tane iriliği ile doğru orantılı olduğu belirtilmiştir (Çalışkan ve ark., 2018). Araştırmacıların bulduğu sonuçlar ile bulgularımız benzerlik göstermektedir.

Islak hacim (ml)

Fasulye çeşitlerinde ıslak hacim değeri 122.67 ml (Karacaşehir) ile 190.67 ml (Ribewighing) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada fasulye çeşit ve hatlarının ıslak hacim değerlerinin 159.50-194.00 ml arasında değiştiği belirtilmiştir (Aydoğan ve ark., 2020). Bir diğer araştırmada 8 adet fasulye çeşidinde ıslak hacim değerleri tam sulama şartlarında 118.4 ml, kısıtlı sulama şartlarında ise 103.5 ml olarak ölçülmüştür (Çalışkan ve ark., 2018).

Kuru hacim (ml)

Çalışmada en yüksek kuru hacim 95.51 ml ile Ribewighing çeşidinde, en düşük kuru hacim 61.00 ml ile Karacaşehir çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çalışkan ve ark. (2018)'nin 8 adet fasulye çeşidi ile yaptıkları çalışmada kuru hacim değerlerinin 47.9-51.2 ml arasında değiştiği belirtilmiştir. Benzer bir çalışmada kuru hacim değerlerinin 74.50-104.50 ml arasında değiştiği belirtilmiştir (Aydoğan ve ark., 2020). Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında kuru ağırlık ile kuru hacim değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Kuru ağırlık değerleri yüksek olan çeşitlerin kuru hacim değerleri yüksek bulunmuştur. Fasulyede yürütülmüş bir çalışmada kuru ağırlık ve hacim arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (Şehirali ve Atlı, 1993).

Su alma kapasitesi (g tane⁻¹)

Fasulye çeşitlerinin su alma kapasitesi [(Yaş ağırlık–Kuru ağırlık) x (kuru ağırlık / 100) x Şişmeyen tane sayısı 100 – Şişmeyen tane sayısı]] değerleri 0.072-0.551 g tane⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Su alma kapasitesi en yüksek çeşit 0.551 g tane⁻¹ ile Ribewighing çeşidinde tespit edilmiştir. En düşük değer ise 0.072 g tane⁻¹ ile Karacaşehir çeşidinde tespit edilmiştir. Çalışkan ve ark. (2018)'nin yaptıkları bir çalışmada yaş ağırlık değerlerinin su alma kapasitesine bağlı olduğu

görülmüştür. İri taneli çeşitlerin su alma kapasitesi genelde yüksek olmaktadır (Aydoğan ve ark., 2020).

Su alma indeksi (%)

Deneme sonunda elde edilen verilere göre fasulye çeşitlerinde su alma indeksi %0.32-1.39 arasında değişim göstermiştir. Akın ve Akman 98 çeşitleri en yüksek su alma indeksi değerine (sırasıyla %1.39, %1.23) sahip olmuşlardır. En düşük değer ise %0.32 ile Adabeyazı çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu değer su alma kapasitesinin/ tane ağırlığına oranını ifade etmekte olup, fasulye tanesinin ağırlığına göre kaç kat su aldığı göstergesidir (Şehirali ve Atlı, 1993). Samsun ve Kırşehir lokasyonlarında yürütülen bir çalışmada su alma indeksinin %1.05- 1.41 arasında değiştiği belirtilmiştir (Sözen ve Karadavut, 2020). Sakarya ve Eskişehir lokasyonlarında 13 adet fasulye çeşidinde bazı kalite özellikleri ve besin maddesi içeriklerinin tespit edilmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada su alma indeksinin %0.96-1.15 arasında değiştiği belirtilmiştir (Cengiz, 2007). Su alma indeksi üzerine çeşitlerin genotip özelliklerinin yanı sıra ekolojik koşulların etkili olduğu bilinmektedir.

Şişme kapasitesi (ml tane⁻¹)

Şişme kapasitesi bakımından fasulye çeşitlerinden elde edilen değerler 0.11-0.49 ml tane⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Çeşitler arasında en yüksek şişme kapasitesi aynı grupta yer alan Yunus 90 ve Ribewighing çeşitlerinde ölçülmüştür (sırasıyla 0.49 ve 0.48 ml tane⁻¹). En düşük şişme kapasitesi 0.11 ml tane⁻¹ ile Karacaşehir çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında fasulye çeşitleri arasında şişme kapasitesi, kuru ağırlık, yaş ağırlık ve su alma kapasitesi arasında bir paralel ilişki olduğu görülmüştür. Bulgularımıza benzer bir diğer çalışmada kuru ağırlık, yaş ağırlık ve su alma kapasitelerindeki kısmi artışların şişme kapasitesinin yükselttiği bildirilmiştir (Atlı ve ark., 1994). Kırşehir ekolojik koşullarında bazı bodur fasulye çeşitleri ve genotiplerinde şişme kapasitesi değerlerinin 0.297-0.420 ml tane⁻¹ arasında değiştiği rapor edilmiştir (Saylam, 2017). Diğer bazı çalışmalarda ise çeşit ve ekolojik koşullara bağlı olarak şişme kapasitesi değerlerinin 0.05-1.10 ml tane⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Cengiz, 2007; Çiftçi ve ark., 2011). Elde edilen bu sonuçlar ile bulgularımız arasında kısmen benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

Şişme indeksi (%)

Çalışma sonunda elde edilen şişme indeksi değerleri %2.04-2.47 oranları arasında değişim göstermiştir. En yüksek şişme indeksi aynı grupta yer alan Topçu (%2.47)

ve Yunus 90 (%2.46) çeşitlerinde hesaplanmıştır. Karacaşehir (%2.04) çeşidi ise en düşük şişme indeksi değerine sahip olmuştur. Farklı fasulye genotipleri ile yürütülen bir çalışmada şişme indeksi değerlerinin genotiplere bağlı olarak %1.71- 2.55 (Aydoğan ve ark., 2020), (Saha ve ark., 2009) %0.91-1.39, % 0.30-0.82 (Wani ve ark., 2017) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bu sonuçlar elde ettiğimiz bulgulardan daha düşük iken, Özbekmez (2015)'in %0.468 ile %2.581 arasında bulunduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

Pişme süresi (dk)

Çeşitlerin pişme süresi 33.0-54.5 dk arasında değişim göstermiştir. Bulduk ve Yunus 90 fasulye çeşitleri sırasıyla 54.5 ve 53.0 dk ile en uzun pişme süresine sahipken, en kısa pişme süresi (33.0 dk) Karacaşehir çeşitlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 2). Fasulyede pişme süresi tüketici tercihlerini etkileyen önemli bir kalite kriteridir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre kuru ağırlığı yüksek olan çeşitlerin pişme sürelerinin daha uzun olduğu görülmektedir. Elde ettiğimiz bulguları destekleyen başka bir çalışmada kuru ağırlığı düşük olan çeşitlerin pişme sürelerinin daha kısa olduğu belirtilmiştir (Williams ve ark., 1987). Pişme süresi uzun olan çeşitlerin yemek suyunu koyulaştırması nedeniyle tüketici taleplerini olumsuz etkileyen bir durum olarak ortaya çıkmaktadır (Çulha ve Bozoğlu, 2017). Fasulye çeşitlerinde pişme süresinin 50.0 ve 60.0 dakika arasında

değiştirdiği bildirmiştir (Sevgi ve ark., 2018). Bulgularımız ile araştırmacıların sonuçları kısmen benzerlik göstermektedir.

Bazı fasulye çeşit ve genotiplerinde kalite ve teknolojik özellikler arasındaki doğrusal ilişkileri gösteren basit korelasyon Çizelge 3'te verilmiştir. Korelasyon analizinde kuru ağırlık değerlerinin yaş ağırlık ($r=0.88^{**}$), ıslak hacim ($r=0.89^{**}$), kuru hacim ($r=0.77^{**}$), şişme kapasitesi ($r=0.92^{**}$) ile olumlu ve önemli ilişkiler olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Fasulyede çeşit seleksiyonunda path analiz sonuçlarına göre kuru ağırlık ve tohum sayısının bir seleksiyon kaynağı olarak kullanılabilceğini tespit etmişlerdir (Prakash ve Ram, 1981). Yaş ağırlığı ile ıslak hacim ($r=0.97^{**}$), kuru hacim ($r=0.87^{**}$), şişme kapasitesi ($r=0.94^{**}$) arasında olumlu ve önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Elkoca ve Çınar (2015)'in fasulyede basit karakterler arasında hesaplanan korelasyon katsayısında yaş ağırlık ile kuru hacim ve şişme kapasitesi arasında pozitif yönde çok önemli ($r=0.89-0.99$) ilişki içinde olduğu belirtilmiştir. Bir diğer çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Kaur et al., 2005). Islak hacim ile kuru hacim ($r=0.93^{**}$) ve şişme kapasitesi ($r=0.98^{**}$) arasında da pozitif ve olumlu bir sonuç olduğu görülmüştür (Elkoca ve Çınar, 2015). Su alma kapasitesi ve şişme kapasitesi ($r=0.87^{**}$) arasında da benzer bir şekilde pozitif ve çok önemli olumlu ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fasulyede kalite ile teknolojik özellikler arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları

Table 3. Correlation coefficients of the relations between quality and technological properties in beans

Özellikler	HA	KA	YA	IH	KH	SAK	SAI	ŞK	Şİ	PS
NO	0.23	-0.31	0.35	-0.34	-0.26	-0.32	-0.49	-0.40	-0.37	0.08
HA		-0.49	-0.51	-0.53	-0.52	-0.58	-0.69	-0.51	-0.004	-0.56
KA			0.88**	0.89**	0.77**	-0.28	0.37	0.92**	0.24	0.30
YA				0.97**	0.87**	0.29	0.39	0.94**	0.31	0.23
IH					0.93**	0.24	0.40	0.98**	0.27	0.22
KH						0.28	0.39	0.94**	0.10	0.22
SAK							0.45	0.87**	0.27	0.23
SAI								0.39	0.009	0.34
ŞK									0.41	0.19
Şİ										0.002

NO: Nem Oranı, HA: Hektolitre ağırlığı, KA: Kuru ağırlık, YA: Yaş ağırlık, IH: Islak hacim, KH: Kuru hacim, SAK: Su alma kapasitesi, SAI: Su alma indeksi, ŞK: Şişme kapasitesi, Şİ: Şişme indeksi, PS: Pişme süresi.

Sonuç olarak, baklagiller arasında fasulye besin değerleri açısından önemli bir yere sahiptir. Fasulyede verim artışının yanında tüketici ihtiyaçlarına uygun kaliteli çeşitlerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 12 adet fasulye çeşidinde fiziksel kalite özelliklerinin tespiti amaçlanmıştır. Tanede nem oranı (%), hektolitre ağırlığı

(kg hl^{-1}), kuru ağırlık (g), yaş ağırlık (g), ıslak hacim (ml), kuru hacim (ml), su alma kapasitesi (g tane^{-1}), su alma indeksi (%), şişme kapasitesi (ml tane^{-1}), şişme indeksi (%) ve pişirme süresi (dk) gibi kalite özellikleri arasında çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Tüketici ve pazar tercihleri göz önünde

bulundurulduğunda nem oranı ve hektolitreye ağırlığında Adabeyazı, kuru ağırlık, yaş ağırlık, ıslak hacim, kuru hacim, su alma kapasitesi, şişme kapasitesi gibi kriterler açısından Ribewighing, su alma indeksinde Akın, şişme kapasitesi ve indeksi değeri bakımından Yunus 90, pişme süresi bakımından ise Karacaşehir çeşitlerinde en yüksek değerler elde edilmiştir. Korelasyon analizlerine bakıldığında ise kuru ağırlık değerlerinin yaş ağırlık ($r=0.88^{**}$), ıslak hacim ($r=0.89^{**}$), kuru hacim ($r=0.77^{**}$), şişme kapasitesi ($r=0.92^{**}$) ile olumlu ve önemli ilişkiler olduğu görülmüştür. Yaş ağırlığı ile ıslak hacim ($r=0.97^{**}$), kuru hacim ($r=0.87^{**}$), şişme kapasitesi ($r=0.94^{**}$) arasında olumlu ve önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca ıslak hacim ile kuru hacim ($r=0.93^{**}$) ve şişme kapasitesi ($r=0.98^{**}$) arasında da pozitif ve olumlu bir sonuç olduğu görülmüştür. Su alma kapasitesi ve şişme kapasitesi ($r=0.87^{**}$) arasında da benzer bir şekilde pozitif ve çok önemli olumlu ilişkiler belirlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında ülke ekonomisine katma değer oluşturacak çeşit ve genotiplerin tespiti benzer çalışmaların önemini daha fazla artıracaktır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma 2022 yılında Ziraat Fakültesi tarla Bitkileri Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada çeşitli enstitülerinden temin edilen 12 adet tescilli fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşidi kullanılmıştır. Fasulye tohumlarında tane ve bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Denemede, tanede nem oranı, hektolitreye ağırlığı, kuru ağırlık, yaş ağırlık, ıslak hacim, kuru hacim, su alma kapasitesi, su alma indeksi, şişme kapasitesi, şişme indeksi ve pişme süresi gibi özellikler incelenmiştir. Elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme deseninde varyans analizi yapılmış ve ortalamalar DUNCAN testi ile kontrol edilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre; tanede nem oranı %7.55-9.40, hektolitreye ağırlığı 70.4-83.7 kg hl⁻¹, kuru ağırlık 12.91-48.73 g, yaş ağırlık 26.24-97.09 g, ıslak hacim 122.67-190.67 ml, kuru hacim 68.75-92.51 ml, su alma kapasitesi 0.072-0.551 g tane⁻¹, su alma indeksi % 0.32-1.39, şişme kapasitesi 0.11-0.49 ml tane⁻¹, şişme indeksi % 2.04-2.47 ve pişirme süresi 33.0-54.5 dk arasında değişim göstermiştir. Korelasyon analizlerine bakıldığında ise kuru ağırlık değerlerinin yaş ağırlık ($r=0.88^{**}$), ıslak hacim ($r=0.89^{**}$), kuru hacim ($r=0.77^{**}$), şişme kapasitesi ($r=0.92^{**}$) ile olumlu ve önemli ilişkiler olduğu görülmüştür. Yaş ağırlığı ile ıslak hacim ($r=0.97^{**}$), kuru hacim ($r=0.87^{**}$), şişme kapasitesi ($r=0.94^{**}$) arasında olumlu ve önemli ilişkiler

tespit edilmiştir. Ayrıca ıslak hacim ile kuru hacim ($r=0.93^{**}$) ve şişme kapasitesi ($r=0.98^{**}$) arasında da pozitif ve olumlu bir sonuç olduğu görülmüştür. Su alma kapasitesi ve şişme kapasitesi ($r=0.87^{**}$) arasında da benzer bir şekilde pozitif ve çok önemli olumlu ilişkiler belirlenmiştir.

Genel Yorum: Tüketici ve pazar tercihleri göz önünde bulundurulduğunda nem oranı ve hektolitreye ağırlığında Adabeyazı çeşidinde en yüksek bulunmuştur. Kuru ağırlık, yaş ağırlık, ıslak hacim, kuru hacim, şişme kapasitesi gibi kriterler açısından Ribewighing, su alma indeksinde Akın çeşidi en yüksek değerler tespit edilmiştir. Şişme kapasitesi ve indeksi değeri bakımından Yunus 90, pişme süresi bakımından ise Karacaşehir çeşitlerinde en yüksek değerler ölçülmüştür.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Fasulyede tane ve kabuk yapılarından dolayı ortaya çıkacak duyuşsal yanılırları ortadan kaldıracak pişme süresinin daha doğru tespiti yapılacaktır. Ayrıca objektif kriterler ile ortaya çıkacak gerçekler tüketici taleplerinin yanı sıra ıslah programlarına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ülke ekonomisine katma değer oluşturacak piyasa ve tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayacak fasulye çeşit ve genotiplerin tespiti benzer çalışmaların önemini daha fazla artıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, kalite, *Phaseolus vulgaris* L., teknolojik özellikler.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Adak MS, Güler M, Kayan N (2010) Yemeklik baklagillerin üretimini artırma olanakları. VII. Tek. Kongre. ZMO Yayınları, Ankara.
- Anonim (2020) <http://faostat.fao.org/> (Erişim tarihi: 11.09.2020).
- Anonim (2022) <https://arastirma.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 05.01.2022).
- Atlı A, Köksal H, Dağ A (1994) Yemeklik tane baklagillerde kalite değerleri. Gıda San. Derg. 7(3): 44-48.
- Aydoğan S, Şahin M, Göçmen AG, Hamaoğlu S, Demir B, Güçbilmez ÇM, Gür S, Keleş R (2020) Konya koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)

- genotiplerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Derg. 9(2): 259-270.
- Cengiz B (2007) Sakarya ve Eskişehir lokasyonunda yetişen bazı fasulye çeşitlerinin kalite özellikleri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 78 s. Hatay.
- Cengiz B, Dağlıoğlu O, Geçgel Ü (2008) Sakarya ve Eskişehir lokasyonlarında yetiştirilen bazı fasulye çeşidi kalite özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Ceyhan E (2006) Variations in grain properties of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Int. J. Agric. Res. 1(2): 116-124.
- Ceyhan E, Harmankaya M, Kahraman A (2014a) Combining ability and heterosis for concentration of mineral elements and protein in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turk. J. Agric. For. 38(5): 581-590.
- Ceyhan E, Kahraman A, Avcı MA, Dalgıç H (2014b) Combining ability of bean genotypes estimated by line x tester analysis under highly-calcareous soils. J. Anim. Plant Sci. 24(29): 579-584.
- Costa GR, Ramalho MAP, Abreu AFB (2001) Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germ Da UFLA. Ciência e Agrotecnologia Lav. 25(4): 1017-1021.
- Çalışkan S, Aytekin Rİ, Yağız AK, Yavuz C (2018) Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tam ve kısıtlı Sulama uygulamalarının tane kalitesi üzerine etkisi. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Derg. 6(12): 1853-1859.
- Çiftçi V, Tuçtürk R, Tunçtürk M (2011) Van Gevaş yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin hidrasyon kapasiteleri ve hidrasyon indekslerinin belirlenmesi. IV.Tohumculuk Kongresi, Samsun, 434-437 s.
- Çulha G, Bozoğlu H (2017) Amazon ve sırma börülce çeşitlerinin tane kalitesine farklı kültürel uygulama etkisi. KSÜ Doğa Bil. Derg. 20(Özel Sayı): 362-366.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987) Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- Elkoca E, Çınar T (2015) Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve hatlarının Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu. Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J. Agr. Sci. 30: 141-153.
- Karasu A, Öz M (2008) Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tohumu bazı özelliklerinin belirlenmesi. U. Ü. Zir. Fak. Der. 22(1): 87-94.
- Kaur M, Singh N, Sodhi NS (2005) Physicochemical, cooking, textural and roasting characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Journal of Food Eng.69: 511-517.
- Kaya M, Karaman R (2016) Göller bölgesi illerinde yetiştirilen nohut genotiplerinin bazı kalite ve teknolojik özellikleri yönünden değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enst. Derg. 25(Özel sayı-1): 184-190.
- Kaçar O, Çakmak F, Çöplü N, Azkan N (2004) Bursa koşullarında bazı fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. U. Ü. Zir. Fak. Derg. 18(1): 207-218.
- Prakash KS, Ram HH (1981) Path-coefficient analysis of morphological traits and developmental stage in French-bean. Indian J. of Agricultural Sci. 51(2): 76-80.
- Pekşen E, Gülümser A (2005) Bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler ve path analizi. OMÜ Zir. Fak. Derg. 20(3): 82-87.
- Poehlman JM (1979) Breeding Field Crops. 2nd Edition, The Avi Publishing Compan Inc., Con.483.
- Saylam AÇ (2017) Kırşehir Ekolojik Koşullarına Uygun Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşit/Hatların Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, 78 s.
- Saha S, Singh G, Mahajan V, Gupta HS (2009) Variability of nutritional and cooking quality in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as a function of genotype. Plant Foods Human Nut. 64(2): 174-180.
- Sözen Ö, Karadavut D (2020) Farklı lokasyonlarda yetiştirilen fasulye genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg. 7(4): 1205-1217.
- Şehirli S, Özçelik H, Yorgancılar Ö (1994) Kuru tane olarak tüketilen bodur fasulye gen kaynaklarının karakterizasyonu üzerinde araştırma. 1. Tarla Bitkileri Kongresi, Bitki Islahı Bildirileri 2: 134-140, 25-29 Nisan, Bornova-İzmir.
- Şehirli S, Atlı A (1993) Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de Pişme özellikleri. Tekirdağ Zir. Fak. Yayınları, No: 161.
- Şehirli S (1988) Yemeklik Dane Baklagiller Kitabı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1989 Ders Kitabı:314, Ankara.
- Torun M, Köycü C (1999) Mısır bitkisinde tane verimi ile bazı verim unsurları arasındaki ilişkilerin saptanması. Turk. J. Agric. For. 23: 1021-1027.

Wani IA, Sogi DS, Wani AA, Gill BS (2017) Physical and cooking characteristics of some Indian kiřne bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Journal of Saudi Society of Agr. Sci. 16: 7-15.

Williams PC, Nakoul H, Singh KB (1987) Relationship between cooking time and physical characteristics in chickpea. J. Sci. Food Agric. 34: 492-497.



Detection and characterization of phytoplasmas in some cucurbits (Cucurbitaceae) and bindweed (Convolvulaceae) in Hatay Province of Turkey

Hakan ÇARPAR¹ , Gülşen SERTKAYA² 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture Antakya, Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1041286](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1041286)

Geliş tarihi /Received:24.12.2021

Kabul tarihi/Accepted:14.03.2022

Keywords:

Ca. phytoplasma solani, *Ca. phytoplasma trifolii*, phytoplasma, summer squash (*Cucurbita pepo*), Turkey.

✉ Corresponding author: Hakan ÇARPAR

✉: hcarpar@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: During a disease survey conducted in 2019, typical symptoms including yellowing of the leaves, stunting, shortening of internodes, proliferation of auxiliary shoots (witches'-broom), the bunchy appearance of growth at the ends of stems (rosetting), virescence of flowers or sterility, phyllody, small and deformed leaves and fasciation were observed on suspected cucurbit plants growing in Hatay province. Therefore, this study was carried out to determine the phytoplasma infection(s) on cucurbit crops and bindweed in Hatay province of Turkey.

Methods and Results: In total; 4 pumpkins (winter squash: *Cucurbita moschata* Duchesne), 12 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) and 2 bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) samples were collected from suspected plants in cucurbit fields in Hatay province. Some of the plants (2 pumpkins, 10 summer squash and 2 bindweeds) exhibited symptoms related to phytoplasmas. Total nucleic acid was extracted by CTAB method. PCR amplification of 16S rDNA with phytoplasma specific primer pairs; F1/R0 followed by R16F2n/R2 confirmed the phytoplasma presence. Expected size amplicons of ~1.2 kb were obtained from infected samples from symptomatic cucurbits (12/12) and bindweed (1/2), but not from asymptomatic cucurbit plants (0/4). The sequences of the 4 symptomatic samples were deposited in NCBI GenBank (MT163353, MT163393, MT163396, and MT163469).

Conclusions: After sequencing and phylogenetic analyses it was revealed that the squash isolates had 99% sequence identity with "*Candidatus phytoplasma trifolii*" (16SrVI) and the bindweed isolate had 99% sequence identity with "*Candidatus phytoplasma solani*" (16SrXII).

Significance and Impact of the Study: There is a lack of knowledge on the status of phytoplasma infections and natural hosts in cucurbits in Turkey. According to our knowledge, this is the first report of a member of 16SrVI group, *Candidatus phytoplasma trifolii* associated with phytoplasma infection in winter squash-pumpkin (*C. moschata*) and summer squash (*C. pepo*) in Turkey.

Atif / Citation: Çarpar H, Sertkaya G (2022) Detection and characterization of phytoplasmas in some cucurbits (Cucurbitaceae) and bindweed (Convolvulaceae) in Hatay province of Turkey. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1) : 166-173. DOI: 10.37908/mkutbd.1041286

INTRODUCTION

Turkey is an important agricultural producer of a variety of crops due to its geographical location. Cucurbitaceae has been one of the most important crops in Turkey (Sarı et al., 2008).

Pumpkin and squash cultivation has a long history among the cucurbits, and they are related with the beginnings of agriculture (Whitaker and Robinson, 1986). Furthermore, these plants can be cultivated in almost all arable regions of the world. *Cucurbita pepo*, *C. maxima* and *C. moschata* are considered

economically important species which are widely grown in agricultural regions worldwide (Robinson and Decker-Walters, 1997; Paris and Brown 2005; Wu et al., 2007). Phytoplasmas are plant pathogens that are classified in Mollicutes, can be transmitted by vectors and localized in plant phloem. They are associated with numerous plant diseases and have been reported to cause destructive losses in both crops and natural ecosystems (Seemüller et al., 1998; Khan et al., 2003; Bertaccini 2007; Hogenhout and Musić 2010). Economic losses may reach up to 100% in infected plants (Salehi et al., 2015; Martini et al., 2018).

Pumpkins are widely cultivated crops in Turkey (Sari et al., 2008; Balkaya et al., 2010). Summer squash (*Cucurbita pepo* L.) and pumpkin (winter squash or butternut squash) (*Cucurbita moschata* Duchesne) are the most commonly grown cucurbits in Hatay province of Turkey. According to FAO, China ranked first with an estimated annual production of cucurbits of approximately 8 million tons in 2017, while Turkey ranked seventh in the world with a production of 616.777 tons (FAO, 2018). According to the reports of the Turkish Statistical Institute, 590.414 tons of cucurbits were produced in 2019 in Turkey (TUIK, 2019).

Phytoplasmas affecting *C. moschata* and *C. pepo* have been reported in Italy, Brasil, Egypt and the diseases were reported as “pumpkin yellows” (Seemüller et al., 1998; Montano et al., 2006), pumpkin yellow leaf curl (PYLC), squash phyllody (Salehi et al., 2015) and squash virescence (Omar and Foissac, 2012).

‘*Ca. Phytoplasma australiense*’ and pumpkin yellow leaf curl (PYLC) disease were reported as mixed infection in pumpkin plants (*C. maxima* and *C. moschata*) for the

first time in Queensland, Western Australia and the Northern Territory (Streten et al. 2005). ‘*Ca. Phytoplasma trifolii*’ was first reported in sesame plants in Turkey in 2007 (Sertkaya et al., 2007). Lately, ‘*Ca. Phytoplasma trifolii*’ and ‘*Ca. Phytoplasma solani*’ were reported in cucumbers in Van province of Turkey (Usta et al., 2017).

This study was conducted to detect phytoplasma diseases of cucurbits and the other host/s in cucurbit growing areas in Hatay province of Turkey.

MATERIALS and METHODS

Plant samples

Leaves of pumpkin-winter squash (*Cucurbita moschata*), summer squash (*C. pepo*) and bindweed (*Convolvulus arvensis*) were collected from plants exhibiting phytoplasma symptoms and symptomless plants from cucurbit fields in Hatay province of Turkey in 2019.

DNA extraction and PCR amplifications

CTAB method was used to extract total DNA from plant material according to Doyle and Doyle (1990). The universal primer sets were used to detect phytoplasma DNA isolated from fresh squash and bindweed leaf midribs. F1/R0 (Lee et al., 1994) and R16F2n/R2 (Gundersen and Lee, 1996) universal primers were employed in Direct and Nested PCRs respectively for amplification of the 16SrRNA gene (Table 1).

PCR products were dyed with ethidium bromide then run on 1.2% agarose gel using Tris-Borate EDTA (TBE) buffer, and visualized with a UV trans-illuminator.

Table 1. Primer pairs used in PCRs, their size and references

	Primer sets		Base pairs length	References
Direct PCR	F1	5'-AAGACGAGGATAACAGTTGG-3'	1800	Lee et al. 1994
	R0	5'-GGATACCTTGTTACGACTTAACCCC-3'		Lee et al. 1994
Nested PCR	F2n	5'-CGACTGCTAAGACTGG-3'	1200	Gundersen and Lee 1996
	R2	5'-TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG-3'		Gundersen and Lee 1996

Sequencing and BLAST

Nested PCR products were sequenced in both directions with forward and reverse and aligned using the MEGA-X software. Based on 16SrDNA gene sequences of the phytoplasmas in this study and those of selected reference strains accessible from NCBI were compared.

Characters considered to be uninformative were omitted from the sequences. The phylogenetic

relationships were calculated using 1000 bootstrap replicates by using the Neighbor-Joining method. The phylogenetic tree was created for the 4 phytoplasmas studied in this work and 12 phytoplasmas representing distinct phytoplasma groups. As the root of the phylogenetic tree *Acholeplasma laidlawii* (FJ226570) was selected to be an outgroup (Volokhov 2008).

Virtual RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) and phylogenetic analysis

iPhyClassifier program was used for virtual (RFLP) analysis. *AluI*, *HaeIII*, *HhaI*, *MseI*, *RsaI*, *TaqI* (Lee et al. 1998) restriction enzymes were used for 16S rDNA digestions in virtual RFLP analysis, sequences of phytoplasmas isolated from cucurbits and bindweed were compared with each reference strains for group and subgroup recognized by *iPhyClassifier*.

RESULTS and DISCUSSION

Phytoplasma detection

Phytoplasma symptoms typical on cucurbit plants

include yellowing of the leaves, stunting, shortening of internodes, proliferation of auxiliary shoots (witches' broom), the bunched appearance of growth at the ends of stems (rosetting), virescence of flowers or sterility, phyllody, small and deformed leaves and fasciation (Figure 1). Out of a total of 4 pumpkins, 12 summer squash and 2 bindweed samples collected, 2 pumpkins, 10 summer squash and 1 bindweed plants exhibited symptoms considered to be related to phytoplasma diseases were found to be infected with phytoplasmas. Samples exhibiting phytoplasma symptoms gave positive bands (about 1.2 kb) in agarose gel but there was not any band observed from the symptomless plants (Figure 2).



Figure 1. Winter and summer squash plants showing dwarfing, phyllody and virescence (A,B), fasciation (C), small and yellow leaves naturally infected by phytoplasma in cucurbit fields in Antakya district of Hatay province

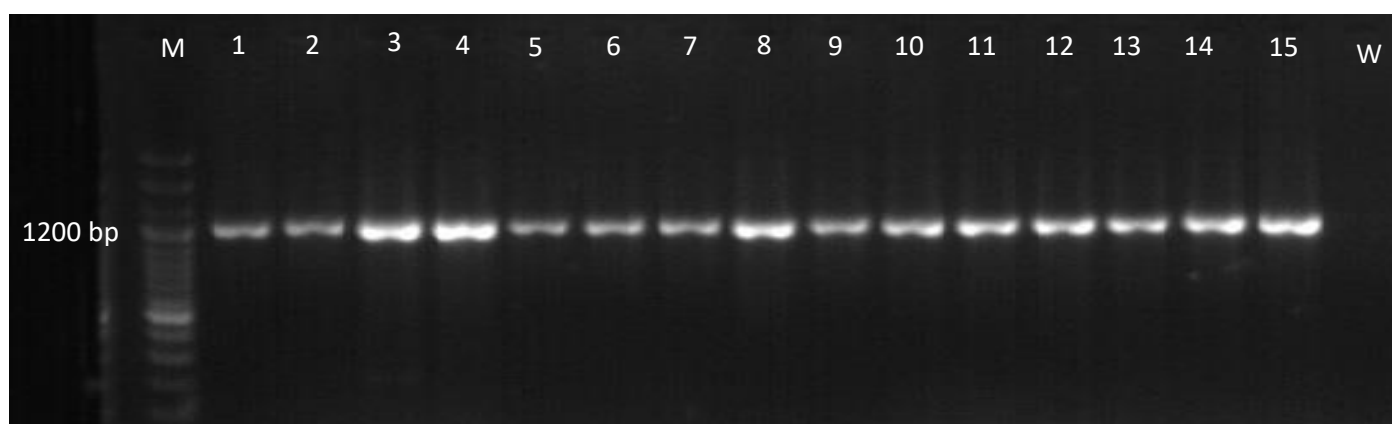


Figure 2. Gel electrophoresis photo of Nested PCR products, 1-12 cucurbit samples, 13 bindweed sample and 14-15 positive controls, W: negative control. M: Marker (1 kb DNA marker)

Sequencing and phylogenetic tree

Selected from the positive samples, one winter squash (pumpkin), two summer squash and one bindweed (*C. arvensis*) isolates were designated as TUR Squ 804 HC, TUR Squ 805 HC, TUR Squ 822 HC and TUR Con 806 HC, respectively. The obtained nucleotide sequences of 16S rDNA from three squash (*C. pepo* and *C. moschata*) and one bindweed (*C. arvensis*) isolates were deposited in GenBank (Accession numbers: MT163353, MT163393, MT163396 and MT163469 respectively).

Comparing the sequences of 16SrVI phytoplasma isolates and other phytoplasma groups' 16S rDNA with

that of the cucurbit phytoplasma by MEGA (version X) software affirmed its closest phylogenetic relationship with the members of 16SrVI group (Figure 3). Therefore, *Ca. Phytoplasma trifolii* (16SrVI) was identified from *Cucurbita pepo* and *C. moschata*. The phytoplasma isolate from *C. arvensis* sample taken from a *C. pepo* field was identified as *Ca. Phytoplasma solani* (16SrXIV-A subgroup). *Ca. Phytoplasma trifolii* and *Ca. Phytoplasma solani* were found to cause natural infections in squash and bindweed in cucurbit fields in Hatay.

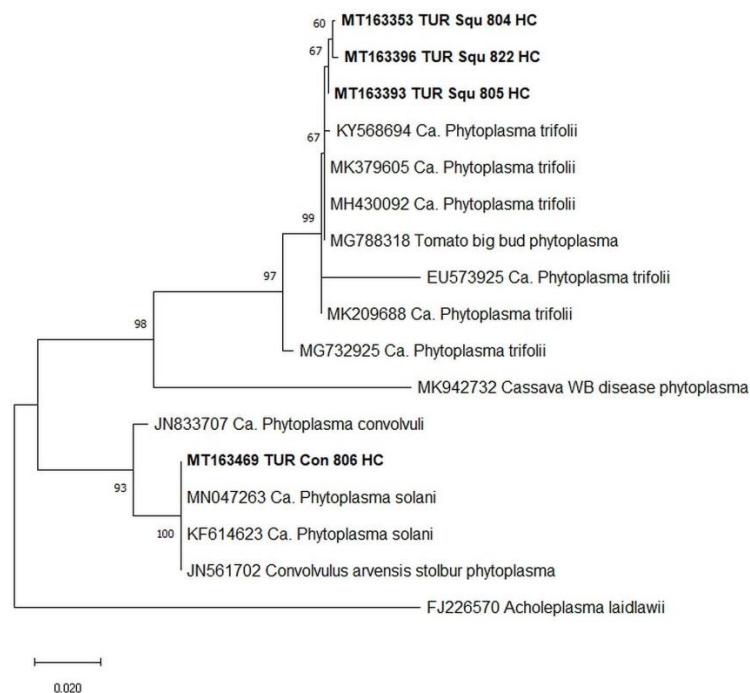


Figure 3. Phylogenetic tree constructed with neighbor joining algorithm of 16S rDNA sequences of '*Ca. P. solani*' and '*Ca. P. trifolii*'. Sequences for '*Ca. Phytoplasma*' species were retrieved from NCBI Genbank. '*Ca. P. trifolii*'; MT163353, MT163393, MT163396 (this publication), '*Ca. P. trifolii*' values for 1000 replicates are shown on branches. GenBank accession numbers shown in brackets. *Achleplasma laidlawii* was used as an outgroup to root the tree.

The tree was constructed by the neighbor-joining method using MEGA X software

Virtual RFLP

Virtual RFLP analyses were conducted according to Zhao et al. (2009). Nested PCR products with the primer pairs of R16F2n/R2 were digested with restriction endonucleases *AluI*, *HhaI*, *HaeIII*, *MseI*, *RsaI* and *TaqI*. Results showed that the pumpkins and squash plants were infected by '*Ca. Phytoplasma trifolii*' and

Convolvulus arvensis were infected by '*Ca. Phytoplasma solani*' (Figure 4).

The disease of squash phyllody (SqP) caused by phytoplasma was reported to be a very economically important disease reducing the yield and quality of the crop. It is reported that crop loss may reach up to 100% in case of early infections in Iran (Salehi et al., 2015).

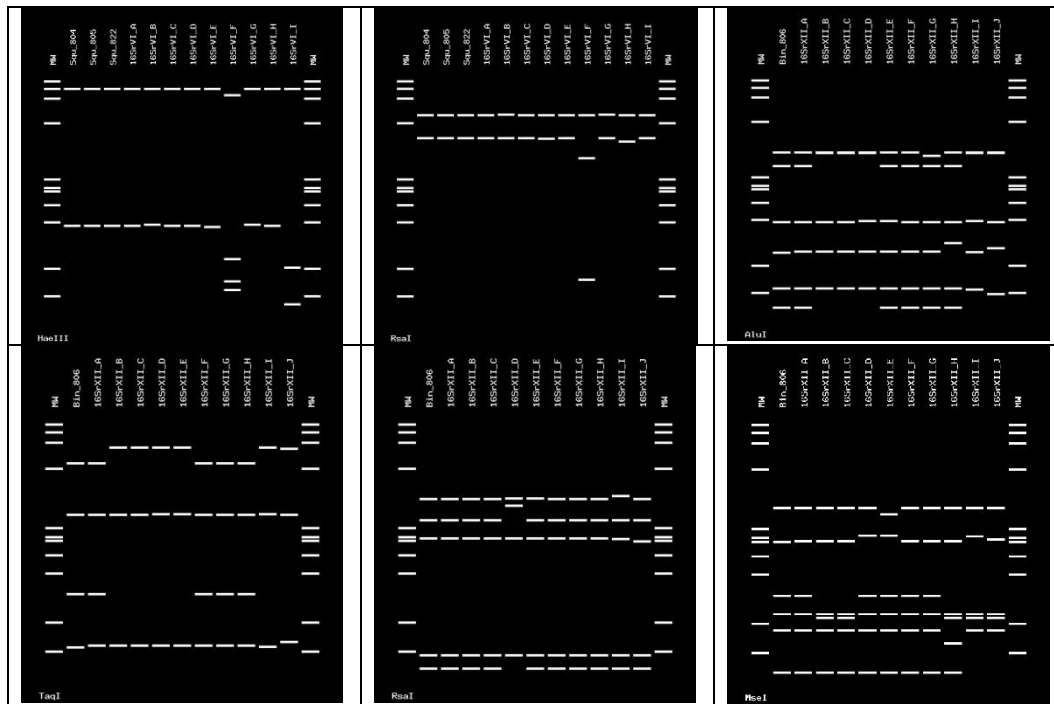


Figure 4. Virtually generated RFLP patterns (Zhao et al. 2009) of cucurbits (Squ 804, Squ 805 and Squ 822) and bindweed (Con 806). Computer-simulated virtual RFLP patterns illustrating *in silico* digestions with six key enzymes: *AluI*, *HaeIII*, *HhaI*, *MseI*, *RsaI*, *TaqI* showing fragments of 16S rDNA sequence of Nested PCR products from detected phytoplasmas and representative strains of groups 16SrVI. MW, Molecular weight marker (derived from ϕ X174 RFI DNA *HaeIII* digest, Size range: 72 bp to 1,353 bp) (Zhao et al. 2009)

In conclusion, phytoplasmas belonging to different groups associated with cucurbit diseases have been reported worldwide, such as Loofah witches' broom (16SrVIII-A)(Davis et al., 2017), *Cucurbita moschata* (16SrIII-J) and *Cucurbita pepo* (16SrIII) (Montano et al., 2006 and 2007), Little leaf of luffa (Kumar et al., 2010), Squash phyllody (16SrI-B) (Rao et al., 2017), Cucumber phyllody and Squash phyllody 16SrII-D, (Salehi et al., 2015; Al-Subhi et al., 2018), Little leaf disease of bitter melon (*Momordica charantia* L.) (NangKyuKyu et al., 2014), phyllody of squash (*Cucurbita* spp.) (16SrVI-A) (Zibadoost et al., 2016), *Cucurbita pepo* (16SrVI-A) (Kastalyeva et al., 2016), bottle gourd virescence and phyllody (16SrIX) (Tripathi et al., 2017), *Ca. P. trifolii*' and '*Ca. P. solani*' in cucumber (16SrVI-A and 16SrXII-A) (Usta et al. 2017), Edible gourd phyllody (*Lagenaria siceraria* L.) (Sertkaya and Yüksel, 2018) and 16SrVI-A (Kumari et al., 2019), and a little leaf of bitter melon and Loofah and cucumber phyllody (Borines et al., 2020). The phytoplasma group 16SrVI CP (clover proliferation) (subgroup VI-A) has been observed to infect a wide variety of plants all around the world (Khasa et al., 2016; Zibadoost et al., 2016; Choueiri et al., 2007). It has been reported that many crops belong to different families such as cucumber, tomato, pepper, cabbage, maize etc. were also affected by phytoplasma group

16SrVI from Turkey (Sertkaya et al., 2007; Usta et al., 2017; Yılmaz et al., 2019; Güller and Usta, 2020; Ulubaş-Serçe and Yılmaz 2020; Şimşek et al., 2021) and group 16SrXII from Turkey (Çağlar et al., 2021; Usta et al., 2021). In the current study the phytoplasmas identified in squash belong to group 16SrVI, and in bindweed belong to 16SrXII.

Phytoplasmas affecting cucurbit crops have been appeared to prevalent among the main producing areas such as Antakya district of Hatay province. The role of winter and summer squash as a source of phytoplasmas was important not only for cucurbits but also for the other economically important crops grown in Hatay, Turkey. As vectors insects are important to distribute phytoplasma diseases (Weintraub and Beanland, 2006). Therefore, insect vectors and alternative hosts of phytoplasma diseases in cucurbit crops need to be investigated and unknown transmission paths of the diseases should be revealed by sensitive and reliable diagnostic approaches. This will be of help for developing future management strategies of the disease in other potential vegetable hosts as well as cucurbits in the region.

According to our knowledge, this is the first report of a member of 16SrVI phytoplasma group (*Ca. Phytoplasma trifolii*) associated with winter squash-

pumpkin (*C. moschata*) and summer squash (*C. pepo*) in Turkey.

ÖZET

Amaç: 2019'da bir hastalık surveyinde, şüpheli kabak bitkilerinde yaprakların sararması, bodurluk, boğum aralarının kısalması, çoklu sürgün oluşumu, tepe sürgünlerinde çalı görünümü, çiçeklerin yeşillenmesi ve kısırılık, fillodi, küçük ve şekli bozulmuş yapraklar ve gövde yassılaşması gibi fitoplazmalara özgü semptomlar gözlenmiştir. Böylelikle, bu çalışma Hatay ili kabak bitkilerinde ve tarla sarmaşığında fitoplazma hastalıklarının araştırılması amacıyla yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Hatay ili kabak tarlalarından şüpheli toplam 4 kış kabağı (*Cucurbita moschata*), 12 yaz kabağı (*Cucurbita pepo*) ve 2 tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) örnekleri toplanmıştır. Bitkilerden bazıları (2 kış kabağı, 10 yaz kabağı ve 2 tarla sarmaşığı) fitoplazmalara özgü semptom sergilemiştir. Toplam nükleik asit izolasyonu, CTAB metoduna göre yapılmıştır. Direct ve Nested PCR çalışmalarında sırasıyla F1/R0 ve R16F2n/R2 evrensel primer çiftleri kullanılmıştır. Semptom sergileyen kabak bitkilerinde (12/12) ve tarla sarmaşığında (1/2) beklenen ~1.2 kb büyüklüğünde bant elde edilirken semptomsuz kabaklarda elde edilememiştir. Semptom gösteren örneklerden 4 tanesi NCBI Genbankası'na (MT163353, MT163393, MT163396 ve MT163469) yüklenmiştir.

Genel Yorum: Sekans ve filogenetik analizlerin ardından, kabak izolatlarının "*Candidatus* phytoplasma trifolii" (16SrVI), tarla sarmaşığı izolatının ise "*Candidatus* phytoplasma solani" (16SrXII) olduğunu göstermiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Türkiye'de kabakgillerde fitoplazma enfeksiyonlarının ve doğal konakçıların durumu hakkında bilgi eksikliği bulunmaktadır. Mevcut bilgilerimize göre, Türkiye'de 16SrVI grubunun bir üyesi olan *Candidatus* phytoplasma trifolii'nin kışlık kabaklardan bal kabağı (*C. moschata*) ve yazlık kabaklardan sakız kabağı (*C. pepo*) bitkilerinde enfeksiyon oluşturduğu ilk kez belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ca. phytoplasma solani*, *Ca. phytoplasma trifolii*, fitoplazma, kabak, Türkiye.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Dr. İlhan ÜREMİŞ for identification of weed samples and Res. Assist. Ahmet Emin YILDIRIM for his helpful efforts on improving the manuscript.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Al-Subhi AM, Hogenhout SA, Al-Yahyai RA, Al-Sadi AM (2018) Detection, identification, and molecular characterization of the 16SrII-D phytoplasmas infecting vegetable and field crops in Oman. *Plant Dis.* 102: 576-588.
- Balkaya A, Özbakır M, Karaağaç O (2010) Pattern of variation for seed characteristics in Turkish populations of *Cucurbita moschata* Duch. *Afr. J. Agric. Res.* 5(10): 1068-1076.
- Bertaccini A (2007) Phytoplasmas: diversity, taxonomy and epidemiology. *Front. Biosci.* 12: 673-689.
- Borines LM, Nuñez JAC, Duero ND, Sagarino-Borines R, Gerona RG (2020) Detection and molecular characterization of phytoplasma affecting vegetables in Eastern Visayas, Philippines. *Ann. Trop. Res.* 42(2): 1-20.
- Choueiri E, Salar P, Jreijiri Fouad, Zammar SE, Masaad R, Abdul-Nour H, Bove JM, Danet JL, Foissac X (2007) Occurrence and distribution of 'Candidatus Phytoplasma trifolii' associated with diseases of solanaceous crops in Lebanon. *Eur. J. Plant Pathol.* 118: 411-416.
- Çağlar BK, Şimşek E, Dikilitas M, Bertaccini A (2021) Characterization of 'Candidatus Phytoplasma solani' associated with a maize leaf reddening disease in Turkey. *J Phytopathol.* 169(11-12): 658-666.
- Davis, RE, Zhao Y, Wei W, Dally EL, Lee IM (2017) 'Candidatus Phytoplasma luffae', a novel taxon associated with witches' broom disease of loofah, *Luffa aegyptica* Mill. 2017. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 67(8): 3127-3133.
- Doyle JJ, Doyle JL (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus (San Francisco, Calif.)* 12, 13-15.
- FAO (2018) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (verified October 10, 2020).
- Gundersen DE, Lee IM (1996) Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathol. Mediterr.* 35: 144-151.
- Güller A, Usta M (2020) Stolbur and clover proliferation phytoplasma infections in tomato from Bingöl province, Turkey. *Türk Tarım Doğa Bilim. Derg.* 7(4): 855-866.

- Hogenhout SA, Musić MS (2010) Phytoplasma Genomics, from Sequencing to Comparative and Functional Genomics- What Have We Learnt? Page: 19-36. Ed. Phyllis G. Weintraub and Phil Jones, Phytoplasmas Genomes, Plant Hosts and Vectors. CABI, London, UK.
- Kastalyeva TB, Bogoutdinov DZ, Bottner-Parker KD, Girsova NV, Lee I (2016) Diverse phytoplasmas associated with diseases in various crops in Russia - pathogens and vectors. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya (Agricultural Biology)* 51: 367-375.
- Khan AJ, Botti S, Subhi AMA, Zaidi MA, Altosaar I, Alma A, Bertaccini A (2003) Molecular characterization of the 16S RNA gene of phytoplasma detected in two leafhopper species associated with alfalfa plants infected with witches' broom in Oman. *Phytopathol. Mediterr.* 42(3): 257-267.
- Khasa E, Gopala Taloh A, Prabha T, Madhupriyal, Rao GP (2016) Molecular characterization of phytoplasmas of 'Clover proliferation' group associated with three ornamental plant species in India. *Biotech.* 6(2): 237.
- Kumar S, Singh V, Lakhanpaul S (2010) First report of 'Candidatus Phytoplasma asteris' (16SrI) associated with little leaf of cotton and luffa in India. *Australas. Plant Dis.* 5(1): 117-119.
- Kumari S, Nagendran K, Rai AB, Singh B, Rao GP, Bertaccini A (2019) Global status of phytoplasma diseases in vegetable crops. *Front. Microbiol.* 10: 1349.
- Lee IM, Gundersen DE, Hammond RW, Davis RE (1994) Use of mycoplasma-like organism (MLO) group-specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed- MLO infections in a single host plant. *Phytopathology* 84(6): 559-566.
- Lee IM, Gundersen-Rindal DE, Davis RE, Bartoszyk, IM (1998) Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 48: 1153-1169.
- Martini M, Delić D, Liefting L, Montano H (2018) Phytoplasma infecting vegetable, Pulse and Oil crops. In: *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria – I.*
- Montano HG, Brioso PST, Pimentel JP, Figueiredo DV, Cunha Junior JO (2006) *Cucurbita moschata*, new phyto-plasma host in Brazil. *J. Plant Pathol.* 88: 226.
- Montano HG, Paulo STB, Roberta CP, Joao PP (2007) *Sicana odorifera (Cucurbitaceae)* a new phytoplasma host. *Bull. Insectology* 60: 287-288.
- NangKyuKyu W, YoungHwan K, HeeYoung, J (2014) Bitter gourd little leaf disease associated to 'Candidatus Phytoplasma asteris'. *Trop. Plant Pathol.* 39(1): 82-88.
- Omar AF, Foissac X (2012) Occurrence and incidence of phytoplasmas of the 16SrII-D subgroup on solanaceous and cucurbit crops in Egypt. *Eur. J. Plant Pathol.* 133: 353-360.
- Paris HS, Brown RN (2005) The genes of pumpkin and squash. *HortScience* 40(6): 1620-1630.
- Rao GP, Gopala GS, Rao A (2017) First report of a 'Candidatus Phytoplasma asteris'-related strain (16SrI-B subgroup) associated with witches' broom disease in *Cucurbita pepo* in India. *New Dis. Rep.* 35: 33.
- Robinson RW, Decker-Walters DS (1997) Cucurbits. New York Cab. International. p. 226 (Crop Production Science in Horticulture).
- Salehi MT, Siampour M, Esmailzadeh-Hosseini SA, Bertaccini A (2015) Characterization and vector identification of phytoplasmas associated with cucumber and squash phyllody in Iran. *Bull. Insectology* 68(2): 311-319.
- Sarı N, Tan A, Yanmaz R, Yetişir H, Balkaya A, Solmaz I, Aykas L (2008) General Status of Cucurbit Genetic Resources in Turkey. *Cucurbitaceae 2008. Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae (Pitrat M.ed.) INRA. Avignon, France, 21-32s.*
- Seemüller E, Marccone C, Lauer U, Ragozzino A, Goschl M (1998) Current status of molecular classification of the phytoplasmas. *J. Plant Pathol.* 80: 3-26.
- Sertkaya G, Martini M, Musetti R, Osler R (2007) Detection and molecular characterization of phytoplasmas infecting sesame and solanaceous crops in Turkey. *Bull. Insec.* 60(2): 141-142.
- Sertkaya G, Yüksel SD (2018) Virus and phytoplasma diseases of edible gourd (*Lagenaria siceraria* L.) in Hatay province of Turkey. I. International Agricultural Science Congress, Van Congress 2018 (09-12 May 2018 Van, Turkey): 633.
- Streten C, Conde B, Herrington M, Moulden J, Gibb K (2005) Candidatus Phytoplasma australiense is associated with pumpkin yellow leaf curl disease in Queensland, Western Australia and the Northern Territory. *Australasian Plant Pathol.* 34: 103-105.
- Şimşek E, Ayvacı H, Akkurak H, Dikilitas M, Güldür, ME (2021) First report of a 'Candidatus Phytoplasma trifolii'-related strain (16SrVI-A) associated with white leaf disease in *Spirea japonica*. *Australasian Plant Dis. Notes* 16: 28.
- Tripathi S, Thorat V, Verma R, Shouche Y, Yadav A (2017) First Report of 'Candidatus Phytoplasma asteris' (subgroup 16SrIX) associated with bottle gourd virescence and phyllody disease in India. *Plant*

- Disease (Disease Notes), 101(11): 1949.
- TUIK (2019) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2019-30685> (verified June 16, 2021).
- Ulubaş-Serçe Ç, Yılmaz S (2020) First report of 'Candidatus Phytoplasma trifolii' (16SrVI group) infecting cabbage (*Brassica oleracea*) in Turkey. *J. Plant Pathol.* 102: 553.
- Usta M, Güller A, Sipahioğlu HM (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. *YYÜ Tar. Bil. Derg. (YYU J AGR SCI)* 27(3): 299-308.
- Usta M , Güller A, Demirel S (2021) Molecular identification of 'Candidatus Phytoplasma solani' using SecY and Vmp1 Genes in Tomato Plants from Van province . *YYÜ Tar. Bil. Derg.*, 31(4): 951-960.
- Volokhov DV (2008) Phylogenetic relationships among members of the class Mollicutes (Unpublished data).
- Weintraub PG, Beanland L (2006) Insect vectors of phytoplasmas. *Annu. Rev. Entomol.* 51(1): 91-111.
- Whitaker TW, Robinson RW (1986) Squash breeding. In: Bassett M.J. (Ed.). *Breeding Vegetable. Crops.* Westport, Connecticut: Avi, (209-242), 584.
- Wu T, Zhou J, Zhang Y, Cao J (2007) Characterization and inheritance of a bush-type in tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne). *Sci. Hortic.* 114(1): 1-4.
- Yılmaz S, Çağlar BK, Djelouah K (2019) Molecular characterization of phytoplasma diseases of pepper in Turkey. *J Phytopathol.* 167(9): 479-483.
- Zhao Y, Wei W, Lee IM, Shao J, Suo X, Davis RE (2009) Construction of an interactive online phytoplasma classification tool, iPhyClassifier and its application in analysis of the peach X-disease phytoplasma group (16SrIII). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol* 59: 2582-2593.
- Zibadoost S, Rastgou M, Asghari S, Tazehkand SA (2016) Detection and molecular identification of 'Candidatus phytoplasma trifoli' infecting some cultivated crops and vegetables in West Azarbaijan province. *Australas. Plant Dis. Notes.* 11: 3.



The effects of different cultivation practices on yield and characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) corm grown in field and greenhouse conditions

Farklı yetiştiricilik uygulamalarının tarla ve sera koşullarında yetiştiriciliği yapılan safran (*Crocus sativus* L.) korm verimi ve özellikleri üzerine olan etkileri

Hasan ASİL¹ , Selim TAŞGIN² , Murat ÇELİK² , Fatma ÇELİK² 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Altınözü Vocational School of Agricultural Sciences, Medicinal and Aromatic Plants Program, Antakya-Hatay, Turkey.

²Zeyincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1056958](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1056958)

Geliş tarihi /Received:12.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:15.03.2022

Keywords:

Cocopeat, corm yield, daughter corm ratio, number of the corm, unit corm weights.

 Corresponding author: Hasan ASİL

 hasanasil@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study aimed to determine the effects of different cultivation practices on yield and characteristics of saffron corm grown in field and greenhouse conditions.

Methods and Results: Two different saffron corm sizes, with an average weight of 12 g and 6 g, were used as production material. The cultivation of saffron corms was carried out in areas where 4 different treatments were applied such as silt (fine stream sand), cockpeat, peat + perlite and cockpeat + perlite. Field studies were set up according to the randomized blocks split-plot design experimental design, and greenhouse studies were set up according to the randomized plots design with 3 replications. The highest corm yield, corm increase rate per unit and the harvested corm weight were obtained in field conditions where silt applications were made.

Conclusions: In field and greenhouse conditions, silt application has been determined as the most suitable cultivation treatment for the production of corm as seed material in a short time, as well as the corm properties of saffron.

Significance and Impact of the Study: It has been demonstrated that the field conditions are more effective than the greenhouse conditions and the silt treatment is more effective than other applications used for saffron corm production.

Atf / Citation: Asil H, Taşgin S, Çelik M, Çelik F (2022) The effects of different cultivation practices on yield and characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) corm grown in field and greenhouse conditions. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1) : 174-184. DOI: 10.37908/mkutbd.1056958

INTRODUCTION

Saffron (*Crocus sativus* L.) is a perennial herb of the Iridaceae family (Sarihan and Asil, 2013). Although there is no definite information about the origin of saffron, the plant is considered to grow in Anatolia and Iran (Winterhalter and Straubinger, 2000; Asil and Ayanoglu, 2018). Today, saffron is mainly grown in Iran, India, Spain, Greece and Italy. Apart from these

countries, small quantities of saffron are also cultivated in Morocco, France, Switzerland, Turkey, Israel, Azerbaijan, Pakistan, China, Egypt, UAE, Japan, Afghanistan, Iraq, Tasmania, Australia and Mexico (Abdullaev, 2002; Koç, 2012; Tekeli et al., 2014; Asil, 2018). The main part of the saffron plant is its stigmas. The dried saffron stigmas have been used for different purposes including medicinal, aromatic, food additive, textile dyeing, etc. since ancient times (Omidbaigi,

2005; Iqbal et al., 2012). Saffron and its main ingredients are traditionally used as pharmaceutical agents. Current experimental research projects also demonstrate a wide range of disease treatment applications of Saffron and its components. Safranal represents about 70% of the saffron flavor and is the most important pharmacological agent of saffron. Safranal has proven antioxidant, cytotoxic, antitussive, anticonvulsant, antinociceptive, neuroprotective, antidepressant, and many pharmacological effects (Nemati et al., 2014; Erden and Özel, 2016).

Saffron is a sterile triploid plant and is only vegetatively reproduced by its corms (Iqbal et al., 2012; Koocheki and Seyyedi, 2015). Therefore, the selection of efficient corms is the most important factor in saffron production. Studies have shown that corm size has a positive effect on saffron blooming (İpek et al., 2009; Çavuşoğlu, 2010). Flowering in saffron occurs in a limited period of time about 2-3 weeks, and each corm produces 1-4 flowers depending on its size. Amplification of saffron occurs with the cormlets which form from corms. Depending on its weight, each corm contains 1-4 buds forming flowers and leaves. Between the horizontal lines of the corms, many small brown spots generate cormlets. The weight of each corm varies between 1-20 g (Iqbal et al., 2012; Kırıcı et al., 2018).

Saffron production is accomplished by traditional methods and the production technology has not significantly changed for a long time. Saffron production generally results in lower income for the farmers due to high production costs resulting from its relatively short flowering period, low average yield, manual harvesting of stigmas and drying period (Maggio et al., 2006; Asil, 2018; Sevindik et al., 2018). Especially in the Mediterranean basin, a significant decrease in saffron production has been reported due to the increased labor costs (Negbi, 1999).

Although saffron lost its importance in Turkey in the 1900s, it is considered that this valuable plant should attract attention of farmers again in Turkey for both commercial and medicinal purposes. The main purpose of the cultivation of saffron should also be not only to increase the amount of production of saffron but also apply the most efficient way for its farming including laborious process from planting to harvesting (Çınar and Önder, 2019). Considering its commercial and medicinal values, necessary precautions should be taken to increase the annual production of saffron in Turkey. Various studies were carried out to increase the number of corms species and the quality of saffron, but these studies are not sufficient to achieve these aims

(Çınar and Önder, 2019).

Along with the traditional production of saffron, many attempts have been made worldwide to produce saffron under controlled conditions to increase saffron yield and reduce production costs (Maggio et al., 2006). Modern production methods should replace traditional methods to increase saffron production and obtain high-quality saffron. (Mollafilabi and Shoorideh, 2009). Saffron cultivation could be successful under controlled conditions in plastic tunnels and hydroponic systems. In this cultivation system, the growth and nutrition environments of the plants are controlled correctly; higher yield and better quality are possible. Growing systems under controlled conditions may be a viable alternative to traditional saffron cultivation (Mollafilabi et al., 2012).

The kinds of soil are another factor affecting the development of saffron corms and thus its flowering capacity. It has been reported that when saffron is planted in light-textured soils, it is more favorable for the formation of daughter corms. Climate significantly improves the vegetative growth and improves the reproductive characteristics of corm plants (Aghhavani et al., 2015; Shajari et al., 2020). As a result, cultivation in controlled environments using hydroponic systems has been proposed as a way to increase saffron yield while reducing production costs (Molina et al., 2005). In addition, many studies on different plants showed that the effects of different growing environments were different. There are the limited number of studies on the development of saffron corms in different soil cultures (Yıldırım and Hatipoğlu, 2020). In saffron cultivation, the three most important goals are reducing labor cost, increasing stigma yield, and large size corm production (Çavuşoğlu et al, 2009).

This study aimed to determine the effects of different cultivation practices, such as silt (find stream sand), cocopeat, peat+perlite and cocopeat+perlite, on yield and yield characteristics of saffron corm grown in both field and greenhouse conditions.

MATERIALS and METHODS

Material

This study was carried out at the Olive Research Institute in Hassa (36°42'42"N 36°30'19"E) between September 28, 2018 and May 13, 2019. In the study, an average weight of 12 g (10 to 14 g) for the large size of saffron corms and an average weight of 6 g (5 to 7 g) for the small size of saffron corms were weighed and used for the experiments. The corms used in the study, the

corms separated from the previous studies as production material was used.

Methods

As a growth and development environment, planting of the planting was carried out in four different growing environments (silt (fine stream sand)(S), cocopeat (C), peat + perlite (PP)(1/1), and cocopeat + perlite (CP)(1/1)). The experiment was established with 3 replications, field conditions were according to the randomized blocks split-plot design, and greenhouse conditions were according to the design of the randomized plot. 10 corms were planted in each plot (1.1 m²) with 0.10 m rows, 0.10 m planting depth, and 10 corms in each plot, and plots were formed with a total weight of 120 g for large corms and 60 g for small corms. After planting, each parcel was irrigated for both the greenhouse and field environments. No other irrigation was carried out for the field conditions. To meet the nutrient needs of the plant in different soil cultures, Max Plus ZN zinc-containing liquid foliar fertilizer was applied at a dose of 75 cc/decare after the plant leaves exceeded 10 cm in height (December 28, 2018). Foliar fertilizer was applied once.

Experimental corms were started to be harvested in May 13, 2019. When they dried, corms were weighted and sized. The harvested corms were weighed and collected into three groups according to their weights including less than 5 g, between 5-10 g, and greater than 10 g. The number of corms in a parcel, the weights of the corms in the parcel and the number of parcel in the cores were separately evaluated according to this classification. Total corm weight (g parcel⁻¹), corm weight < 5 g (g parcel⁻¹), corm weight between 5-10 g (g parcel⁻¹), corm weight > 10 g (g parcel⁻¹), total number of corms (pieces parcel⁻¹), number of corms < 5 g (pieces parcel⁻¹), number of corms between 5-10 g (pieces parcel⁻¹), number of corms > 10 g (pieces parcel⁻¹), number of eyes in corms < 5 g (pieces parcel⁻¹), number of eyes in corms between 5-10 g (pieces parcel⁻¹), number of eyes in corms parcel > 10 g (pieces parcel⁻¹), the number of corm parcel < 5 g (pieces parcel⁻¹), the number of corm parcel between 5-10 g (pieces parcel⁻¹), the number of corm parcel > 10 g (pieces parcel⁻¹), harvested unit corm weight (g) daughter corm ratio (%) and unit corm increase ratio (%) traits were also investigated in this study.

Greenhouse and field conditions

The study was conducted at an altitude of 290 m, in a greenhouse (alan = 48 m², height = 3.5 m) of the Olive Research Institute in Hassa / Hatay, located at 39°42'

north latitude and 36° 30' east longitude, and the width of the table is 2.5 m. It is 1.15 m wide and 0.28 m deep. Greenhouse average temperature = 25.5 °C, maximum temperature = 33.5 °C, minimum temperature = 17.4 °C, average relative humidity = 31.6%, maximum relative humidity = 90.8% and minimum relative humidity = 64.9%. Greenhouse trays are heated from the bottom and have a misting irrigation unit. Field conditions were carried out in open field conditions at the end of the greenhouse. The total amount of precipitation in the region is 1120 mm for many years, and the total precipitation between September/2018 and May/2019 during the study period was 1626 mm. For many years, the average temperature in the region is 18.4 °C and the lowest temperature was 6.7 and the highest temperature was 26.4 °C during the growing period. The relative humidity during the experiment in autumn is a little low and moisture increases in the summer and winter months. Relative humidity range was 55-95%. Plant growth conditions and experimental area are shown in Figure 1.



Figure 1. Saffran plant and growth conditions where experiments were conducted

Experimental environment and meteorological conditions

The physical properties of the growing media used in the experiments are as follows:

Silt (fine stream sand): pH 7.75, salt-free, little lime, medium amount of organic matter, loamy soil, poor

nitrogen, very high useful phosphorus, and low useful potassium.

Cocopeat growing medium: weight per volume 0.13 g cm³, total porosity 91%, aeration capacity 35%, water holding capacity 62%.

Peat + perlite growing medium: weight per volume 15.28 g cm³, total porosity 79%, aeration capacity 43%, water holding capacity 52%.

Cocopeat + perlite growing medium: weight per volume 15.25 g cm³, total porosity 79%, aeration capacity 43%, water holding capacity 50%.

Data analysis

The variance analysis of the mean values of the characters obtained from the experiment was accomplished using MSTAT-C statistical package program and the differences between the averages were determined by the Duncan test.

RESULTS and DISCUSSION

In this study, the effects of growing environments and cultivation practices on the corm properties of saffron were investigated in field and greenhouse conditions. Field and greenhouse conditions were separately evaluated and Tables 1 and 2 summarize the results of the variance analysis and Duncan groups. The harvested corms were weighed and collected into three groups according to their weights including less than 5 g, between 5-10 g, and greater than 10 g. The number of corms in a parcel, the weights of the corms in the parcel and the number of parcel in the cores were separately evaluated according to this classification. The total number of parcels and total corm weights in a parcel were given in Table 1. The purpose of the classifications of the harvested corms into three groups is to guide the production planning for the next growing season. According to the literature and observations in our previous studies, after planting corms heavier than 10 g bloom after planting, but corms weighting between 5-10 g bloom next year. Therefore, the classification of corms is important for the production planning of saffron according to the harvested corm size.

Effects of different cultivation practices on the corm properties of saffron under field conditions

The obtained outcomes of the study for the effects of different habitats and corm heights under the field conditions with the variance analysis results are summarized in Table 1.

Total corm weight in a parcel

When the effect of different cultivation practices and corm sizes on total parcel corm weight (g) was examined, this effect was found to be 1% statistically significant. Corm weights for all studies were also found to be 1% statistically significant. According to the cultivation environment, the highest harvested corm weights were 373.55 g in the silt growing medium. The highest harvested corm weights for corms weighting less than 5 g was found to be 96.42 g in the silt growing medium. The highest harvested corm weights for corms weighting between 5-10 g was found to be 86.55 g in the silt growing medium. Corms weighting above 10 g resulted in 165.43 g of the highest harvested corm weights in the silt growing medium. When the total parcel corm weights are examined according to the size of the corm, the highest corm weight for the total parcel was 379.21 g for the large-sized corm planting. 93.64 g of it was for corm weighting less than 5 g, its 105.67 g for corm weighting between 5-10 g and 179.93 g for corm weighting above 10 g (Table 1).

Number of corms in harvested parcels

The effect of cultivation practices on the harvested number of corms (number of corms weighting less than 5 g, between 5-10 g and greater than 10 g) in each parcel was found to be statistically insignificant. According to the planted corm size evaluation, the effect of number of corms in each parcel corms weighting less than 5 g and 5-10 g was found to be statistically significant. Corms weighting greater than 10 g were also found to be statistically significant. When the growth environments are evaluated in terms of the number of corms, the highest average number of corms in parcels was found to be 55.00 obtained under silt culture medium. The highest average number of corms weighting less than 5 g of corms was 25.67. It was found to be 12.67 average number of the corms weighting between 5-10 g and 11.17 average number of the corms weighting above 10 g obtained under silt culture medium.

According to the planted corm sizes, the highest average number of corms in the parcel was 58.42. The highest average number of corms (weighting less than 5 g) was 30.99. It was found to be 15.04 average number of the corms weighting between 5-10 g and 12.38 average number of the corms weighting higher than 10 g (Table 1).

Table 1. Effects of different cultivation practices on the corm properties of saffron under field conditions

Measured characters	Planted corm dimensions	Cultivation practices				Average
		PP	S	CP	C	
Total corm weight (g parcel ⁻¹)	Large	299.87	464.67	389.80	362.50	379.21 A*
	Small	203.83	282.43	188.37	156.00	207.66 B*
	Average	251.85 B*	373.55 A*	289.08 AB*	259.25 B*	
Corm weight < 5 g (g parcel ⁻¹)	Large	72.70	117.93	93.33	90.60	93.64 A*
	Small	32.23	74.90	37.30	35.90	44.83 B*
	Average	51.97	96.42	65.32	63.25	
Corm weight between 5-10 g (g parcel ⁻¹)	Large	95.87	130.93	77.23	118.63	105.67 A*
	Small	31.80	42.17	54.17	44.47	43.15 B*
	Average	63.83	86.55	65.70	81.55	
Corm weight > 10 g (g parcel ⁻¹)	Large	131.30	215.87	219.27	153.30	179.93 A**
	Small	140.80	165.43	96.93	75.70	119.72 B**
	Average	136.05	190.65	158.10	114.50	
Total number of corms (pieces parcel ⁻¹)	Large	50.00	70.00	55.33	58.33	58.42 A*
	Small	21.90	40.00	26.00	24.67	28.14 B*
	Average	35.95	55.00	40.67	41.50	
Number of corms < 5 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	26.63	36.67	30.00	30.67	30.99 A*
	Small	8.47	25.67	11.67	12.90	14.68 B*
	Average	17.55	31.17	20.83	21.78	
Number of corms between 5-10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	13.33	19.00	11.00	16.83	15.04 A*
	Small	4.03	6.33	7.00	6.23	5.90 B*
	Average	8.68	12.67	9.00	11.53	
Number of corms > 10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	10.03	14.33	14.33	10.83	12.38 A**
	Small	9.40	8.00	7.33	5.57	7.58 B**
	Average	9.72	11.17	10.83	8.20	
Number of eyes in corms < 5 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	6.13	7.90	8.23	7.47	7.43
	Small	5.77	6.0	6.23	7.10	6.28
	Average	5.95	6.95	7.23	7.28	
Number of eyes in corms between 5-10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	6.77	9.57	10.87	11.67	9.72
	Small	8.23	9.80	11.33	10.67	10.01
	Average	7.5	9.68	11.10	11.17	
Number of eyes in corms parcel > 10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	12.10	15.90	16.90	12.20	14.28
	Small	14.15	14.87	13.0	13.23	
	Average	13.33 BC**	15.38 A**	14.95 AB**	12.72 C**	
The number of corm parcel < 5 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	6.13	7.90	8.23	7.47	7.43
	Small	5.77	6.00	6.23	7.10	6.28
	Average	5.95	6.95	7.23	7.28	
The number of corm parcel between 5-10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	6.77	9.57	10.87	11.67	9.72
	Small	8.23	9.80	11.33	10.67	10.01
	Average	7.50	9.68	11.10	11.17	
The number of corm parcel > 10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	12.10	15.90	16.90	12.20	14.28
	Small	14.57	14.87	13.00	13.23	13.92
	Average	13.33 BC**	15.38 A**	14.95 AB**	12.72 C**	
Harvested unit corm weight (g)	Large	6.40	6.67	7.13	6.70	6.73
	Small	9.97	7.20	7.48	6.57	7.80
	Average	8.18	6.93	7.30	6.63	
Daughter corm ratio (%)	Large	500.00	700.00	553.33	583.33	584.17 A*
	Small	219.03	400.00	260.00	246.67	281.43 B*
	Average	359.52	550.00	406.67	415.00	

Table 1 (continued). Effects of different cultivation practices on the corm properties of saffron under field conditions

Unit corm increase ratio (%)	Large	245.10	372.83	304.77	287.73	302.61
	Small	339.67	470.73	313.90	260.03	346.08
	Average	292.38 B*	421.78 A*	309.33 B*	273.88 B*	

*, ** indicate significance at 0.01 and 0.05 levels, S: silt , C: cocopeat, PP: peat + perlite and CP: cocopeat + perlite should be added each table as footnote-

Unit corm weights

When the weights of the harvested unit corms were examined, the cultivation environments and corm sizes were found to be statistically insignificant. According to the growing medium, the highest unit corm weight with 8.18 g was obtained from a peat-perlite mixture. According to the planted corm sizes, the highest unit corm weight with 7.80 g was observed from small size planted corm (Table 1).

Unit corm increase ratio

The effect of the cultivation practices on the corm ratio was found to be statistically significant. In terms of cultivation mediums, the highest unit corm increase ratio with 421.78% was observed in the silt culture medium. Regarding to the planted corm sizes, the highest unit corm increase ratio with 346.08% was obtained from small size corm planting (Table 1).

Daughter corm ratio

When the effect of the average data in terms of daughter corm ratio was examined, the effect of planted corm sizes was found to be statistically significant.

According to the growing environment, the highest daughter corm ratio with 550.00% was found to be in silt culture medium. According to the planted corm

sizes, the highest daughter corm ratio with 584.17% was obtained from large size corm planting (Table 1).

Effects of different cultivation practices on the corm properties of saffron under greenhouse conditions

Total corm weight in the parcel

When the effect of different growing medium and corm sizes on total parcel corm weight (g) was examined, this effect was found to be 1% statistically significant. Corm weights for all studies were also found to be 1% statistically significant. According to the cultivation environment, the highest harvested corm weights were 202.32 g in the cocopeat growing medium. The highest harvested corm weights for corms weighting less than 5 g was found to be 49.50 g in the silt growing medium. The highest harvested corm weights for corms weighting between 5-10 g was found to be 83.62 g in the silt growing medium. Corms weighting above 10 g resulted in 79.57 g of the highest harvested corm weights in the cocopeat growing medium. When the total parcel corm weights are examined according to the size of the corm, the highest corm weight for the total parcel was 249.41 g for the large-sized corm planting. 56.58 g of it was for corm weighting less than 5 g, its 104.31 g for corm weighting between 5-10 g and 55.83 g for corm weighting above 10 g (Table 2).

Table 2. Effects of different cultivation practices on the corm properties of saffron under greenhouse conditions

Measured characters	Planted corm dimensions	Growth and development media				Average
		PP	S	CP	C	
Total corm weight (g parcel ⁻¹)	Large	199.67 b*	283.33 a*	223.03 b*	291.60 a*	249.41 A*
	Small	104.10 cc*	98.30 c*	110.53 c*	113.03 c*	106.49 B*
	Average	151.88	190.82	166.78	202.32	
Corm weight < 5 g (g parcel ⁻¹)	Large	45.33 c**	73.00 a**	49.67 bc**	58.33 b**	56.58 A*
	Small	24.00 d**	26.00 d**	21.00 d**	27.33 d**	24.58 B*
	Average	34.67	49.50	35.33	42.83	
Corm weight between 5-10 g (g parcel ⁻¹)	Large	69.90 c**	131.60 a**	97.27 bc**	118.47 ab**	104.31 A*
	Small	33.50 d**	35.63 d**	33.67 d**	40.67 d**	35.87 B*
	Average	51.70	83.62	65.47	79.57	
Corm weight > 10 g (g parcel ⁻¹)	Large	84.43	78.73	76.10	114.83	88.53 A*
	Small	46.63	36.67	55.87	45.00	46.04 B*
	Average	65.53	57.70	65.98	79.92	

Table 2 (continued). Effects of different cultivation practices on the corm properties of saffron under greenhouse conditions

Measured characters	Planted corm dimensions	Growth and development media				Average
		PP	S	CP	C	
Total number of corms (pieces parcel ⁻¹)	Large	45.33 c**	73.00 a**	49.67 bc**	58.33 b**	56.58 A*
	Small	24.00 d**	26.00 d**	21.00 d**	27.33 d**	24.58 B*
	Average	34.67 B**	49.5 A**	35.33 B**	42.83 AB**	
Number of corms < 5 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	29.67 bc**	56.00 a**	33.67 b**	39.00 b**	39.58 A*
	Small	15.33 d**	13.67 d**	12.00 d**	17.00 cd**	14.50 B*
	Average	22.50 B**	34.83 A**	22.83 B**	28.00 AB**	
Number of corms between 5-10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	11.67	11.33	11.00	16.00	12.50 A*
	Small	6.00	5.33	8.00	6.00	6.33 B*
	Average	8.83	8.33	9.50	11.00	
Number of corms > 10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	4.00	5.67	5.00	3.33	4.50
	Small	2.67	7.00	1.00	4.33	3.75
	Average	3.33 B**	6.33 A**	3.00 B**	3.83 B**	
Number of eyes in corms parcel < 5 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	8.10	6.33	6.20	8.53	7.29
	Small	6.23	4.90	6.13	6.13	5.85
	Average	7.17	5.62	6.17	7.33	
Number of eyes in corms parcel between 5-10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	14.0	12.33	13.90	13.00	13.31 A**
	Small	14.30	8.57	11.47	13.10	11.86 B**
	Average	14.15 A*	10.45 B*	12.68 AB*	13.05 A*	
Number of eyes in corms parcel > 10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	13.47	16.23	14.23	13.57	14.38 A**
	Small	8.53	13.57	4.00	14.10	10.05 B**
	Average	11.00 BC**	14.90 A**	9.12 C**	13.83 AB**	
The number of corm parcel < 5 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	8.10	6.33	6.20	8.53	7.29
	Small	6.23	4.90	6.13	6.13	5.85
	Average	7.17	5.62	6.17	7.33	
The number of corm parcel between 5-10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	14.00	12.33	13.90	13.00	13.31 A**
	Small	14.30	8.57	11.47	13.10	11.86 B**
	Average	14.15 A*	10.45 B*	12.68 AB*	13.05 A*	
The number of corm parcel > 10 g (pieces parcel ⁻¹)	Large	13.47	16.23	14.23	13.57	14.38 A**
	Small	8.53	13.57	4.00	14.10	10.05 B**
	Average	11.00 BC**	14.90 A**	9.12 C**	13.83 AB**	
Harvested unit corm weight (g)	Large	4.40	3.87	4.47	5.00	4.43
	Small	4.37	3.80	5.27	4.167	4.40
	Average	4.38	3.83	4.87	4.58	
Daughter corm ratio (%)	Large	453.33 c**	730.00 a**	496.67 bc**	583.33 b**	565.83 A*
	Small	240.00 d**	260.00 d**	210.00 d**	273.33 d**	245.83 B*
	Average	346.67 B**	495.00 A**	353.33 B**	428.33 AB**	
Unit corm increase ratio (%)	Large	159.07	224.87	178.97	233.17	199.02
	Small	173.50	163.83	184.20	188.37	177.48
	Average	166.28	194.35	181.58	210.77	

*, ** indicate significance at 0.01 and 0.05 levels, S: silt, C: cocopeat, PP: peat + perlite and CP: cocopeat + perlite should be added each table as footnote.

Number of corms in harvested parcels

The effect of growing media on the harvested number of corms in each parcel was found to be 5% statistically significant. The planted corm size was also found to be 1% statistically significant. According to the harvested corm size evaluation, the effect of the growing media

on the size of the planted corms weighting less than 5 g was found to be 5% statistically significant. The effect of the growing media on the size of the planted corms weighting between 5-10 g was found to be 1% statistically significant. When the growth environments are evaluated in terms of the number of corms, the

highest average number of corms in parcels was found to be 49.50 obtained under silt culture medium. The highest average number of corms weighting less than 5 g of corms was 34.83. It was found to be 11.00 average number of the corms weighting between 5-10 g under cocopeat medium and 6.33 average number of the corms weighting above 10 g obtained under silt culture medium. According to the planted corm sizes, the highest average number of corms in the parcel was 56.58. The highest average number of corms weighting less than 5 g of corms was 39.58. It was found to be 12.50 average number of the corms weighting between 5-10 g and 4.50 average number of the corms weighting higher than 10 g (Table 1).

Number of eyes in the corms

According to the number of eyes on the harvested corms, the effect of the cultivation environment on the number of eyes in the corms weighting between 5-10 g and higher than 10 g was respectively found to be 1% and 5% statistically significant. Evaluation of the number of eyes in the corm according to the planting environment showed that the highest average number of eyes was 7.33 for the corms weighting less than 5 g in the cocopeat culture medium and 14.15 for the corms weighting between 5-10 g in the peat+perlite culture medium. The highest average number of the parcel in corms weighting higher than 10 g was 14.90 in silt culture medium (Table 2).

Unit corm weights

When the weights of the harvested unit corms were examined, the cultivation environments and corm sizes were found to be statistically insignificant. According to the growing medium, the highest unit corm weight with 4.58 g was obtained from a cocopeat. According to the planted corm sizes, the highest unit corm weight with 4.43 g was observed from large size planted corm (Table 2).

Unit corm increase ratio

The effect of the cultivation mediums on the unit corm increase ratio was found to be statistically insignificant. In terms of cultivation mediums, the highest unit corm increase ratio with 210.77% was observed in the cocopeat culture medium. Regarding to the planted corm sizes, the highest unit corm increase ratio with 199.02% was obtained from small size corm planting (Table 2).

Daughter corm ratio

When the effect of the average data in terms of daughter corm ratio was examined, the effect of planted corm sizes was found to be 1% statistically significant. Growing medium and planted corm size interaction was found to be 5% statistically significant. According to the growing environment, the highest daughter corm ratio with 495.00% was found to be in silt culture medium. According to the planted corm sizes, the highest daughter corm ratio with 565.83% was obtained from large size corm planting. In the cultivation medium *, the highest rate of interaction of the planted corm size was 730.00% in the silt medium in large-size corm planting (Table 2).

When the field and greenhouse conditions were compared according to the weights of the harvested corms from the parcel, the total corm weight in the parcel from the large-sized corm planting was found to be 379.21 g in the field conditions. 373.55 g of corms were obtained from the silt growing environment. The total corm weight in the parcel from the large-sized corm planting was found to be 249.41 g under the greenhouse conditions. 202.32 g of corms were obtained from the cocopeat growing environment. According to the obtained outcomes, the highest weight of corms was obtained in field conditions. As the planted small-size corms grow during the growing period, an increase in the large-size corm ratio is expected. On the contrary, it is expected that the number of daughter corms should be increased and the average corm size should be decreased with planting large-sized corms (Yıldırım et al., 2017a). Yıldırım et al. (2017a) reported that the highest unit corm weight with 10,348 g was obtained from small size corms harvested every two years. The effect of the different soil mediums showed that the highest average unit corm weight with 1.89 g was obtained from peat application and the lowest average unit corm weight with 0.97 g was obtained from the silt application (Yıldırım and Hatipoğlu, 2020).

In a study conducted on different animal fertilizers, 3 g of corm was used in planting, and it was reported that the measured unit corm weights were obtained mostly from the control (without fertilizer), worm fertilizer, and cow fertilizer applied parcels (1.98; 1.92; 1.91 g, respectively) (Yıldırım et al., 2017c). In the study conducted on different harvesting periods and planting depth, the highest corm yield with 527.33 g / parcel was obtained from planting large size corms in two years and planted in 15 cm depth. The lowest yield with 84.33 g / parcel was obtained from small-size corms harvested every year and planted in 5 cm deep (Yıldırım

et al., 2017a). In a study conducted on different corm lengths and planting depth of saffron, they reported that parcel yields varied between 87.33-219.00 g (Yıldırım et al., 2017b).

In the study on different soil cultures, the highest corm yield with 41.51 g was obtained from peat application. The lowest average corm weight with 21.62 g was obtained from the silt environment (Yıldırım and Hatipoğlu, 2020). In the study conducted on different animal fertilizers; 3 g of corm was used in planting and the highest corm weight in terms of the harvested corm weights was obtained as 17.78 g / pot from the control (without fertilizer) application. The lowest yield with 1.73 g/pot was obtained from poultry fertilizer application (Yıldırım et al., 2017c). Compared to the previous studies, promising results were observed in this study in terms of the obtained unit corm weights although a one-year study carried out for the harvesting.

When the field and greenhouse conditions were compared according to the average number of corms harvested from the parcel, 58.42 pieces of corms were obtained from large-sized corm planting in field conditions and 55.00 pieces of corms were obtained from silt growing medium. In greenhouse conditions, 56.58 pieces of corms were obtained from large-sized corm planting and 49.5 pieces of corms were obtained from silt growing medium. According to both results, higher corm weights were obtained in field conditions. In the study conducted on different harvesting periods, the researchers found that the highest number of corms was obtained from the parcels (50.67 pieces/parcel) in the second year and planted in 5 cm deep. They reported that the lowest number of corms was obtained from parcels (14.44 pieces/parcel) harvested every year and planted in 5 cm deep (Yıldırım et al., 2017a). In a study conducted on different corm lengths and planting depths of saffron, an average of 6.67-21.67 pieces/plot of corm was obtained (Yıldırım et al., 2017b). In another study on different soil cultures, it was reported that the highest number of corms was obtained from the silt environment (22.92 pieces/parcel), followed by the peat environment (22.42 pieces/parcel) (Yıldırım and Hatipoğlu, 2020). This study shows good and promising results compared to the previous reports although it was a one-year study in both conditions.

In traditional cultivation in Turkey, saffron is harvested every three or four years. Sufficient corm cannot be reproduced. Therefore, corm prices are high and production areas cannot be increased (Asil, 2018). In our study, corm production was achieved in the only

first year of planting compared to the similar report achieved in the second in the second year of planting (Yıldırım et al. (2017a)). Therefore, these outcomes are considered to be economically great importance. As the corm length of the harvested corms increases, the number of parcel in the cores also increases. There is no literature study on cell counts in a corm. It has been revealed that the unit corm increase is better in the field conditions than greenhouse conditions, and the silt environment will be better as culture media.

In conclusion, one of the most important problems in saffron production is insufficient corm production. Therefore, the cost of corm is high. In addition to that, corms are removed from the field every three or four years in traditional saffron production. This limits the production of corm.

In this study, it has been revealed that corms can be harvested in one year for corm production in terms of its efficiency. For this purpose, it is recommended that large size corms in silt culture medium under field conditions should be planted for efficient corm production. In addition, higher number of parcel in the corms may be effective to obtain more flowers, stalks and daughter corms in the next production. Further research needs to be carried out to discover these effects and improve studies on the production of saffron corms.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, tarla ve sera koşullarında yetiştirilen safran bitkilerinde korm verimi ve verim özelliklerine farklı yetiştiricilik uygulamalarının etkilerini belirlemeyi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada üretim materyali olarak ortalama 12 g ve 6 g ağırlığındaki iki farklı korm materyal olarak kullanılmıştır. Safran kormlarının yetiştiriciliği kum, kokopit, torf+perlit ve kokopit+perlit olmak üzere 4 farklı uygulama yapılmış alanlarda gerçekleştirilmiştir. Tarla çalışmaları tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre ve sera çalışmaları ise tesadüf parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. En yüksek korm verimi, birim aranda korm artış oranı ve hasat edilen korm ağırlığı kum uygulamaların yapıldığı tarla koşullarında elde edilmiştir.

Genel Yorum: Tarla ve sera koşullarında kum uygulaması safranın korm özelliklerinin yanısıra kısa sürede tohumluk materyal olarak korm üretimi için en uygun yetiştiricilik uygulaması olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Korm üretimi için tarla koşullarının sera koşullarına göre ve kum uygulamasının

ise kullanılan diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kokopit, korm verimi, yavru korm oranı, korm sayısı, birim korm ağırlığı.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Abdullaev FL (2002) Cancer chemopreventive and tumoricidal properties of saffron (*Crocus sativus* L.). *Exp. Biol. Med.* 227(1): 20-25.
- Aghavani SM, Rezvani MP, Koocheki A, Fallahi HR, Taherpour KR (2015) Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Saffron Agronomy and Technology* 2: 311-322.
- Asil H, Ayanoglu F (2018) The Effects of different gibberellic acid doses and corm cutting methods on Saffron (*Crocus sativus* L.) yield components in Turkey. *Fresenius Environ. Bull.* 27(12 A): 9222-9229.
- Asil H (2018) Safran (*Crocus sativus* L.) yetiştiriciliğinde yaşanan sorunlar, 1. International Mediterranean Symposium, November 01-03, Mersin, Turkey. Pp 273-280
- Çavuşoğlu A, Erkel Eİ, Sülüoğlu M (2009) Saffron (*Crocus sativus* L.) studies with two mother corm dimensions on yield and harvest period under greenhouse condition. *Am. -Eurasian J. Sustain. Agric.* 3(2): 126-129.
- Çavuşoğlu A (2010) The effects of cold storage of saffron (*Crocus sativus* L.) corms on morphology, stigma and corm yield. *Afr. J. Agric. Res.* 5(14): 1812-1820.
- Çinar AS, Önder A (2019) Anadolu'nun kültürel mirası: *Crocus sativus* L. (Safran). *Fabad J. Pharm. Sci.* 44(1): 79-88.
- Erden K, Özel A (2016) Influence of delayed harvest on yield and some quality parameters of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Agric. Biol. Sci.* 11: 313-316.
- Kırıcı S, Sevindik B, Yalçın Mendi Y (2018) Production of saffron in Turkey. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Culinary Herbs and 1287: pp. 403-410.
- Koç H (2012) Farklı ekolojik şartların safranının (*Crocus sativus* L.) bazı bitkisel özelliklerine etkileri, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 13-15 Eylül 2012, Tokat.
- Koocheki A, Seyyedi SM (2015) Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. *Ind. Crops Prod.* 71: 128-137.
- Iqbal AM, Samad SS, Nehvi FA, John AA, Arshid A, Lone AA, Sethi J (2012) Demography of saffron villages of Kashmir. *Med. Plants - Int. J. Phytomed. Relat. Ind.* 4(4): 183-188.
- İpek A, Arslan N, Sarihan EO (2009) Farklı dikim derinliklerinin ve soğan boylarının safranının (*Crocus sativus* L.) verim ve verim kriterlerine etkisi. *Tarım Bilim. Derg.* 15(1): 38-46.
- Maggio A, Raimondi G, Martino A, De Pascale S (2006) Soilless cultivation of saffron in mediterranean environment. In III International Symposium on Models for Plant Growth, Environmental Control and Farm Management in Protected Cultivation, 718: pp. 515-522.
- Molina RV, Valero M, Navarro Y, Guardiola JL, Garcia-Luis A (2005) Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). *Sci. Hortic.* 103(3): 361-379.
- Mollafilabi A, Shoorideh H (2009) The new methods of saffron production. 4th. National Festival of Saffron, Khorasan-Razavi, Iran.
- Mollafilabi A, Koocheki A, Moeinerad H, Kooshki L (2012) Effect of plant density and weight of corm on yield and yield components of saffron under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. In International symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM. 997: pp. 51-58.
- Negbi M (1999) Saffron cultivation: past, present and future prospects. In saffron CRC Press. pp. 14-28.
- Nemati Z, Mardi M, Majidan P, Zeinalabedini M, Pirseyedi SM, Baharodi M (2014) Saffron (*Crocus sativus* L.), a monomorphic or polymorphic species? *Span. J. Agric. Res.* (3): 753-762.
- Omidbaigi R (2005) Effect of corms weight on quality of Saffron (*Crocus sativus* Linn.). *Nat. Prod. Radiance* 4: 193-194.
- Sarıhan EO, Asil H (2013) Hatay yöresinin bazı geofit türleri ve bunların karşı karşıya olduğu tehditler. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 18(1): 41-56.
- Sevindik B, Kırıcı S, Yalçın Mendi Y (2018) In vitro regeneration of saffron in the world. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Culinary Herbs and 1287: pp. 463-470.

- Shajari MA, Moghaddam PR, Ghorbani R, Koocheki A (2020) The possibility of improving saffron (*Crocus sativus* L.) flower and corm yield through the irrigation and soil texture managements. *Sci. Hortic.* 271: 109485.
- Tekeli Y, Danahaliloğlu H, Yakar Y, Bucak S, Sarihan E O (2014) Yayladağı ve Safranbolu'da yetişen safran bitkisinin (*Crocus sativus* L.) antioksidan özellikleri. *MKÜ. Ziraat Fak. Derg.* 19(1): 11-18.
- Winterhalter P, Straubinger M (2000) Saffron-renewed interest in an ancient spice. *Food Rev. Int.* 16(1): 39-59.
- Yıldırım MU, Asil H, Sarihan EO (2017a) Farklı söküm süresi ve dikim derinliğinin safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinin gelişimine ve bazı tarımsal özelliklerinin üzerine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi.* 26: 142-148.
- Yıldırım MU, Asil H, Hajyzadeh M, Sarihan EO, Khawar KM (2017b) Effect of changes in planting depths of saffron (*Crocus sativus* L.) corms and determining their agronomic characteristics under warm and temperate (Csa) climatic conditions of Turkish province of Hatay. *Acta Hortic.* 1184: 47-54.
- Yıldırım MU, Hajyzadeh M, Küçük G, Sarihan EO (2017c) Farklı Hayvansal Gübrelerinin Safran (*Crocus sativus* L.) Bitkisinin Gelişimine ve Bazı Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi. *Tar. Doga Derg.* 20: 327.
- Yıldırım MU, Hatipoğlu H (2020) Farklı büyüme ortamı ve hümik asit uygulamalarının safran (*Crocus sativus* L.) kormlarının gelişimine etkisi. *Ziraat Fak. Derg. Özel Sayı,* 143-151.



Michele Palieri (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde yaprak alma ve uç alma uygulamalarının omca verimi ve sürgün özelliklerine etkileri

The effects of leaf removal and topping on the vine yield and shoot characteristics in Michele Palieri grapevine (*Vitis vinifera* L.)

İlknur KORKUTAL¹, Elman BAHAR¹, Arzu ZİNNİ²

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye.

²TÜRAM Tarım Lisesi, Silivri-İstanbul, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1041124](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1041124)

Geliş tarihi /Received:23.12.2021

Kabul tarihi/Accepted:22.03.2022

Keywords:

cv. Michele Palieri, leaf removal, topping, shoot characteristics, table grape.

Corresponding author: İlknur KORKUTAL

✉: ikorkutal@nku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of the research was to determine the effects of topping and leaf removal at different times of growing period on shoot characteristics and yield in Michele Palieri grapevines.

Methods and Results: This research was conducted in Tekirdağ-Karaevli. Michele Palieri/110R grafting combination was used as plant material in a vineyard. The research was conducted in 2018-2019 and 2019-2020 vegetation periods. There were 3 different application periods (Berry Set, Bunch Closure, Veraison) and 4 different summer pruning applications (Control, No Leaf Removal-Topping, Leaf Removal-No Topping, Leaf Removal-Topping) in the study.

Conclusions: Leaf Removal-No Topping applications in Bunch Closure phenological period positively effected shoot characteristics and yield. As a result, to improve the yield and shoot characteristics of Michele Palieri grape variety in Tekirdağ by ensuring the balanced shoot development, thus obtaining high quality table grapes, Leaf Removal-No Topping application in the Bunch Closure period can be proposed.

Significance and Impact of the Study: With this research, the effects of different leaf removal and topping applications and the periods of these applications on shoot characteristics of the Michele Palieri grape variety grown in Tekirdağ conditions were determined. In addition, the effect level of efficiency from these applications was determined. In this way, suggestions were made to table grape growers.

Atıf / Citation: Korkutal İ, Bahar E, Zinni A (2022) Michele Palieri (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde yaprak alma ve uç alma uygulamalarının sürgün özelliklerine etkileri. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 185-194. DOI: 10.37908/mkutbd.1041124

GİRİŞ

Budamanın amacı vejetatif gelişme ile generatif gelişmenin dengelenmesidir (Santos ve ark., 2013). Yaz budaması; gelişme mevsiminde yetiştiricilik amacına göre asma tacının ve asma boyutunun sınırlanması, asmanın gücü ve ürün yükünün azaltılması gibi işlemlerle; biyotik ve abiyotik streslere karşı duyarlılığın azaltılmasını temel olarak amaçlayan bir dizi uygulamayı içeren oldukça geniş bir kavramdır. Ayrıca asmalarda

büyüme ve gelişmeyi, bir yaşındaki dallar üzerinde yoğunlaştırarak daha sağlıklı ve kuvvetli gelişmeyi sağlamaktadır (Pallioti ve Poni, 2011). Bu şekilde boyuna büyüme kontrol altına alınır, rüzgara maruz kalan yüzey azaltılır, sıcak ekolojide, koltuk sürgünlerinin gelişmesi teşvik edilerek salkımların güneşten korunması ve nemli ekolojilerde salkımların ışık ve havadan daha çok faydalanması sağlanır (Çelik ve ark., 1998;). Yaz budaması işlemlerinden filiz, obur, yaprak ve koltuk alma ile salkım seyreltme seçilerek elle yapılır; uç alma,

tepe alma işlemleri ise makine ile yapılabilme olanağına sahiptir (Intrieri ve Poni, 1995). Uç alma; sürgün ucunun 7-15cm'lik kısmının alınmasıdır ve rüzgar zararını azaltmak ve tane tutumunu artırmak için uygulanmaktadır. Yaprak alma ise; fotosentez yeteneğini kaybetmiş, gölge yaparak havalanmayı engelleyen yaprakların toplanması işlemidir. Pratik bağcılık uygulamalarında yaprak alma yapıldığında salkım bölgesi mikrokliması gelişir ve biyosentez artar (Bubola ve ark., 2019). Sofralık üzüm çeşitlerinde yaprak alma ile salkımların daha iyi renklenmeleri sağlanır (Çelik ve ark., 1998; Dardeniz ve ark., 2008; Yüksel ve Ateş, 2020). Yaz budaması tekniklerinin standartlaştırılması çok zordur; çeşit (Senthilkumar ve ark., 2015), bir yıllık dal ağırlığı (Smart, 1985; Smart ve Robinson, 2006), bağın bulunduğu konum ve çevre koşulları etkilidir (Di Lorenzo ve ark., 2011). Yapılacak olan budama şekli ve şiddetine dikkat edilmelidir; bu etki omcada kalan karbonhidrat rezervleri ve gelecek yılın göz verimliliği açısından önem taşımaktadır (Feitosa ve ark., 2018). Ben düşme döneminden sonra yapılan uç alma ile omcada üretim merkezi-tüketim merkezi dengesi sağlanır ve fotoasimilatlar salkımlara yönlendirilir (Vanderlinde ve ark., 2017).

Syrah üzüm çeşidinde korumalı toprak işleme ile geleneksel toprak işleme uygulamalarının yaprak alanını azalttığı; ana yapraklar ile koltuk yapraklarının alınmadığı uygulamanın sürgün ve yaprak özellikleri üzerine olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir (Korkutal ve ark., 2018a). Merlot üzüm çeşidinde çiçeklenme başlangıcında yapılan dip sürgünü alma+ilk salkımın altındaki yaprağı alma+tepe almanın üzüm kalitesine olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır (Miele ve ark., 2009). Karasakız üzüm çeşidinde son salkımın 1 göz üzerinden yapılan uç alma ile verim ve kalitede düşme yaşanmıştır. Son salkımın 5 göz üzerinden yapılan uç alma ile ise verim ve kalitede artış sağlanmıştır (Dardeniz ve ark., 2008). Cabernet-Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde tam çiçeklenme döneminde yapılan uç alma her iki çeşit için de bitki başına salkım sayısını, salkım ağırlığını ve verimi artırdığı görülmüştür (Kotseridis ve ark., 2012).

Michele Palieri üzüm çeşidinde yapılan yaprak alma ve uç alma ile bu uygulamaların yapılma zamanlarının; verim ve sürgün özelliklerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma Marmara Bölgesi Trakya kesiminde, Tekirdağ Karaevli Mahallesi'nde, 10 yaşlı, 110R anacına aşılantmış

Michele Palieri üzüm çeşidi omcalarında 2018-2019 ve 2019-2020 yıllarında yürütülmüştür. Omcalar 170 cm gövde yüksekliğine sahip, T şeklinde, 2.5 x 1.5 m sıra arası ve sıra üzeri aralık ve mesafede dikilidir. Denemede kullanılan Michele Palieri çeşidi; Alphonse Lavallée x Red Malaga melezi olarak 1958 yılında İtalya'da elde edilmiştir. Taneleri mavi-siyah renkli olup, yuvarlak şekilli, çok iri ve 1-3 çekirdekli. Verimi yüksek olan bir çeşittir (VIVC, 2021). 110R anacı ise; Berlandieri Resseguier No. 2 x *Vitis rupestris* cv. Martin melezidir. Kirece karşı orta derecede dayanıklı olup kurağa yüksek adaptasyona sahip olup, neme çok hassastır (PlantGrape, 2020).

Yöntem

Denemede; Tane Tutumu (TT), İri Koruk (İK) ve Ben Düşme (BD) olmak üzere üç farklı dönemde (Lorenz ve ark., 1995; Dokoozlian ve ark., 2000) uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Tane Tutumu (TT=EL 27): %50 tane tutumu döneminde 06.06.2018 ve 15.06.2019 tarihlerinde, İri Koruk (İK=EL 31): %50 iri koruk döneminde 26.06.2018 ve 05.07.2019 tarihlerinde,

Ben Düşme (BD=EL 35): %50 ben düşme döneminde 25.07.2018 ve 03.08.2019 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca bu dönemlerde farklı yaprak ve uç alma işlemleri (Çelik ve ark., 1998) gerçekleştirilmiştir.

U1 (Kontrol): Bu gruba uç alma ve yaprak alma uygulaması yapılmamıştır.

U2 (=Uç Alma): Son salkımdan 8-10 yaprak sonra her üç dönemde uç alınmış, ayrıca koltuklarda 3 yaprak bırakılmıştır.

U3 (=Yaprak Alma): Her üç dönemde ilk 4 yaprak alınmış ve uç alınmamıştır.

U4 (=Yaprak+Uç Alma): Üç dönemde ilk 4 yaprak alınmış ve son salkımdan 8-10 yaprak sonra uçlar alınmış; koltuklarda da 3 yaprak bırakılmıştır.

Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Deseninde, uygulama zamanı (3) ve yaprak alma uç alma uygulaması (4), her blokta dört omca ve iki tekerrür şeklinde toplam 72 omca ile deneme kurulmuştur.

Araştırmada incelenen kriterler

Denemenin yürütüldüğü yıllardaki iklim verileri Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü'nden (2018-2019) alınmıştır. Verim (kg/omca); omcadan alınan tüm salkımların tartılmasıyla elde edilmiştir. Sürgün uzunluğu; her asmadan bir sürgün seçilerek Mayıs ayı itibarı ile uç alma işlemine kadar her hafta sürgün boyu ölçülmüş ve cm olarak kaydedilmiştir (Bahar ve ark., 2008). Toplam

budama odunu ağırlığı; budanan dalların terazi ile tartımı sonucu kaydedilerek belirlenmiştir (Güner, 2005). Vejetatif gelişme durumunu belirlemek için budama odunu ağırlığı, asma başına verime bölünerek (kg omca^{-1}) ifade edilmiştir (Carbonneau ve ark., 2007; Güner, 2005).

Bir yıllık dal ağırlığını belirlemek için toplam budama odunu ağırlığı, toplam dal sayısına oranlanmıştır (g) (Carbonneau, 1998; Carbonneau ve ark., 2007). $\text{Güç} = [(\text{Budama odunu ağırlığı (kg omca}^{-1}) \times (0,5) + (\text{Verim (kg omca}^{-1}) \times (0,2))]$ (Carbonneau ve ark., 1998). Ravaz indeksi= Verim (kg) / Budama odunu ağırlığı (kg) eşitliğinden hesaplanmıştır (Ravaz, 1903; Smart, 1990; Kurtural ve ark., 2013; Demirköser ve Kamiloğlu, 2020).

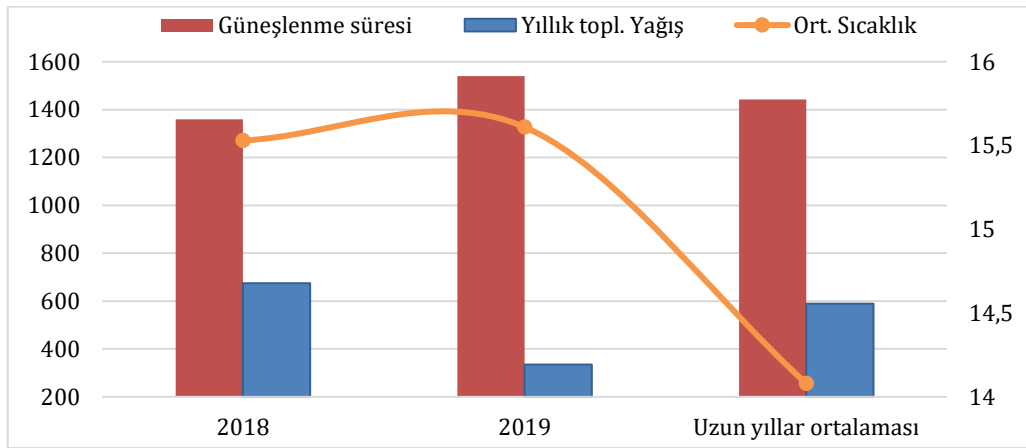
İstatistiksel analizler

Sonuçların istatistiksel analizinde MSTAT-C ve JUMP istatistik paket programları kullanılmıştır. LSD testi ile istatistiksel farklar belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tekirdağ ili iklim verileri

Araştırma süresince deneme alanındaki (2018-2019 dönemi) bazı iklim verileri Tekirdağ Süleymanpaşa Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilmiştir. Sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasından $\sim 1.5^\circ\text{C}$ yüksek olduğu görülmüştür. Deneme yıllarındaki en sıcak ay Ağustos ayı ve ortalama oransal nem %76.26 (2018) ve %70.49 (2019) olarak kaydedilmiştir. Yağış açısından yıllar; uzun yıllar ortalaması ile karşılaştırıldığında 2018 yılının 85.90 mm fazla, 2019 yılının 340.4 mm düşük yağış değerine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Tekirdağ ili bazı iklim verileri (MGM, 2019)

Figure 1. Some climatological data of Tekirdag (MGM, 2019)

Verim (kg omca^{-1})

Asma başına verim üzerine YAE (Yıl Ana Etkisi) istatistiksel olarak LSD %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi) ve UAE x DAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi) etkilerinin ise istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).

YAE incelendiğinde; farklı dönemlerde yapılan yaprak ve uç alma uygulamaları sonucunda 2018 yılı birinci önem grubunda ($17.31 \text{ kg omca}^{-1}$) yer almış ve 2019 yılının ise ($9.70 \text{ kg omca}^{-1}$) son önem grubunda yer aldığı görülmüştür. UAE bakımından rakamsal olarak U4 ($14.90 \text{ kg omca}^{-1}$) uygulamasının yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. DAE incelendiğinde İK döneminin ($14.37 \text{ kg omca}^{-1}$) verimi olumlu etkilediği görülmüştür. UAE x DAE etkisi için yüksek değer U4 x İK ($16.15 \text{ kg omca}^{-1}$)

kombinasyonunda saptanmıştır. Merlot üzüm çeşidinde uygulanan uç alma verimi azalmada etkili bulunmuştur (Korkutal ve ark., 2018b).

Sauvignon Blanc üzüm çeşidinde taneler saçma iriliği ve bezelye büyüklüğündeyken gerçekleştirilen yaprak alma uygulamasının verimi artırdığı ortaya konmuştur (Würz ve ark., 2018). Bu çalışmada yaprak alma ile uç alma uygulamalarının birlikte yapılması istatistiksel olarak önemsiz bulunan verim artışı yaratmıştır. Bu bulgu Hunter ve ark. (1995) ile paraleldir.

Sürgün uzunluğu (cm)

Sürgün uzunluğu değerlerine YAE, UAE, DAE ve bunların etkisi olan UAE x DAE'nin istatistiksel olarak önemli etkide bulunmadığı kaydedilmiştir (Çizelge 2).

Sürgün uzunluğunu UAE bakımından U3 (189.00 cm)

uygulaması ve DAE bakımından da İK döneminin (179.00 cm) artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir.

Çizelge 1. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin omca verimine etkileri

Table 1. Effects of applications and phenological stages on yield

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler	
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE
TT	2018	16.01	16.14	13.99	17.70	12.05	
	2019	6.11	11.17	6.19	9.09		
	Yıl Ort.	11.06	13.66	10.09	13.40		
İK	2018	21.39	14.58	16.59	19.42	14.37	17.31 A (2018)
	2019	9.06	9.10	11.96	12.88		
	Yıl Ort.	15.23	11.84	14.28	16.15		
BD	2018	18.91	17.77	14.44	20.79	14.09	
	2019	10.28	10.50	10.54	9.52		
	Yıl Ort.	14.60	14.14	12.49	15.16		
UAE		13.63	13.21	12.29	14.90		

YAE LSD %5=2.030

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

UAE x DAE interaksyonu açısından ise sürgün uzunluğuna en yüksek etkiyi U3 x İK interaksyonunun (199.00 cm) yaptığı tespit edilmiştir. Bu 2 yıllık çalışmada sürgün uzunluklarının birbirine yakın olduğu ve omcalar arası gelişme farklılığı olmadığı bulunmuştur. Candar

(2018) ile benzer şekilde sürgün uzunluklarının değer olarak birbirine yakın olduğu tespit edilmiş ve denemenin yürütüldüğü asmalarda gelişme farklılığının olmadığı ve buradan hareketle homojen bir çalışma yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 2. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin sürgün uzunluğuna etkileri

Table 2. Effects of applications and phenological stages on shoot length

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler	
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE
TT	2018	172.00	184.00	218.00	172.00	161.88	
	2019	113.00	134.00	114.00	158.00		
	Yıl Ort.	142.50	159.00	166.00	165.00		
İK	2018	194.00	196.00	219.00	166.00	179.00	190.08 (2018)
	2019	123.00	152.00	179.00	203.00		
	Yıl Ort.	158.50	174.00	199.00	184.50		
BD	2018	164.00	203.00	205.00	188.00	173.25	
	2019	129.00	142.00	169.00	186.00		
	Yıl Ort.	146.50	172.50	187.00	187.00		
UAE		149.17	168.50	189.00	178.83		

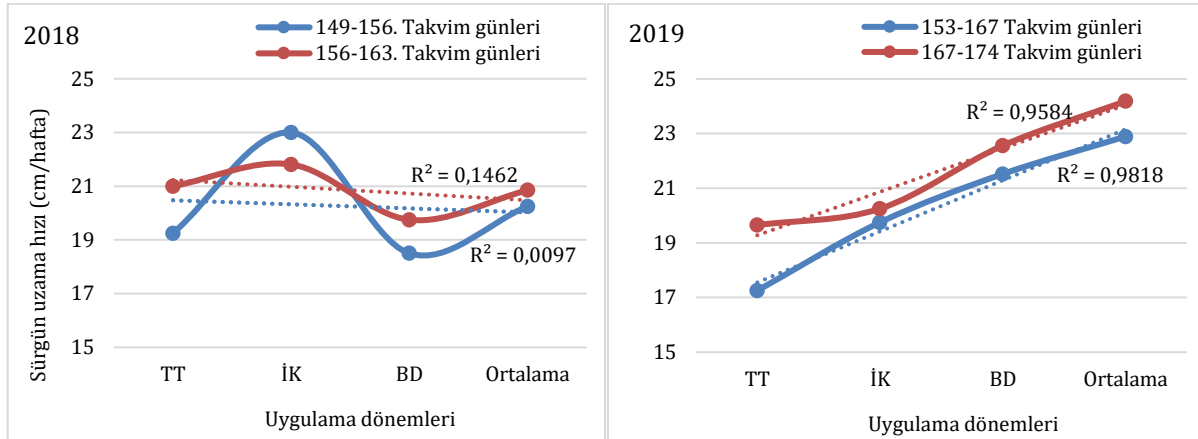
[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

Çizelge 3. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin sürgün uzama hızına etkileri

Table 3. Effects of applications and phenological stages on shoot growth rate

Uygulama Dönemleri	2018	2019	2018	2019
	149-156. Takvim günleri	153-167 Takvim günleri	156-163. Takvim günleri	167-174 Takvim günleri
TT	19.25	17.25	21.00	19.65
İK	23.00	19.75	21.81	20.25
BD	18.50	21.52	19.75	22.56
Ortalama	20.25	22.89	20.85	24.18

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme)].



Şekil 2. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin sürgün uzama hızı üzerine etkileri
Figure 2. Effects of applications and phenological stages on shoot growth rate

Sürgün uzama hızı (cm hafta⁻¹)

Sürgün uzama hızı verileri Çizelge 3 ve Şekil 2’de verilmiştir. Ölçüm yapılan sürgünlerde 2018 yılındaki uzama hızlarının; beklendiği üzere haftalık olarak düzenli bir şekilde arttığı görülmüştür. Sürgün uzama hızlarının 18-23 cm hafta⁻¹ aralığında olduğu tespit edilmiş olup; Tane Tutumu döneminde sürgün uzamasının daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Ben Düşme ve İri Koruk dönemleri izlemiştir. 149.-156. günler ile 156.-163. günlerindeki sürgün uzama hızları karşılaştırıldığında tüm dönemler arasında çok az bir farkla artış yaşandığı kaydedilmiştir.

Haftalık olarak yapılan 2019 yılı sürgün ölçümlerinin incelenmesi ile sürgün uzunluklarının yine düzenli bir şekilde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Sürgün uzama hızları 17-23 cm hafta⁻¹ aralığındadır. Sürgün uzama hızının en yüksek olduğu dönem Tane Tutumu dönemidir. Bunu sırasıyla Ben Düşme ve İri Koruk dönemleri izlemiştir.

Vejetatif gelişme durumu (kg omca⁻¹)

Vejetatif gelişme durumu açısından Yıl Ana Etkisi istatistiki olarak LSD %5 seviyesinde önemlidir. Ancak UAE, DAE ve UAE x DAE etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4).

YAE için farklı dönemlerde yapılan yaprak ve uç alma uygulamaları sonucunda 2018 yılı vejetatif gelişme bakımından ilk önem grubunda (19.24 kg omca⁻¹) ve 2019 yılı ise son önem grubunda (10.99 kg omca⁻¹) yer almıştır. UAE incelendiğinde rakamsal olarak U4 (16.59 kg omca⁻¹) uygulamasının yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. DAE açısından İK dönemi (16.00 kg omca⁻¹) yüksek bulunmuştur. UAE x DAE etkisinde U4 x İK (17.79 kg omca⁻¹) kombinasyonu yüksek rakamsal değeri almıştır. Vejetatif gelişme durumu üzerine yapılan uygulama etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür. Ancak rakamsal olarak U4 uygulamasının İK döneminde yapılmasıyla vejetatif gelişmenin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin vejetatif gelişme durumuna etkileri

Table 4. Effects of applications and phenological stages on vegetative growth

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler				
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE			
TT	2018	17.83	17.94	15.66	19.68	13.58				
	2019	7.28	12.48	7.32	10.47					
	Yıl Ort.	12.56	15.21	11.49	15.08					
İK	2018	23.73	16.23	18.45	21.55	16.00	19.24 A (2018)	10.99 B (2019)		
	2019	10.56	10.38	13.08	14.03					
	Yıl Ort.	17.15	13.31	15.77	17.79					
BD	2018	21.00	19.72	16.07	23.07	15.77				
	2019	11.75	11.86	11.95	10.76					
	Yıl Ort.	16.38	15.79	14.01	16.92					
UAE		15.36	14.76	13.75	16.59					

YAE LSD %5=2.17

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

Çizelge 5. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin bir yıllık dal ağırlığına (vigor) etkileri

Table 5. Effects of applications and phenological stages on vine vigor

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler				
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE			
TT	2018	80.78	67.31	130.38	86.41	75.22 a				
	2019	58.01	61.26	59.04	58,63					
	Yıl Ort.	69.40bc	64.29 c	94.71 a	72,52 b					
İK	2018	66.35	74.63	75.20	62,29	60.97 b	77.92 A (2018)	57.56 B (2019)		
	2019	59.55	58.50	44.34	46,91					
	Yıl Ort.	62.95 c	66.57bc	59.77 cd	54,60 d					
BD	2018	75.54	62.08	85.45	68,62	67.02 ab				
	2019	67.34	59.31	61.46	56,38					
	Yıl Ort.	71.44 b	60.70 c	73.46 b	62,50 c					
UAE		67,92 AB	63.84 B	75.97 A	63.20 B					

YAE LSD %5=6.70 (Büyük harf ve italik yazılmıştır), DAE LSD %5=8.25 (Küçük harf ve italik yazılmıştır), UAE LSD %5=8.91 (Büyük harfle yazılmıştır), UAExDAE LSD %5=15.439 (Küçük harfle yazılmıştır)

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

Bir yıllık dal ağırlığı (Vigor) (g)

Bir yıllık dal ağırlığı açısından YAE, UAE, DAE ve UAE x DAE interaksiyonlarının LSD %5 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5). UAE'ne göre birinci önem grubunda U3 (75.97 g) uygulamasının olduğu ortaya çıkmıştır. DAE bakımından TT dönemi (75.22 g) birinci önem grubunda yer almıştır. UAE x DAE interaksiyonları için; birinci önem grubunda U3 x TT (94.71 g) kombinasyonunun bulunduğu tespit edilmiştir. YAE için birinci önem grubunda 2018 yılının (77.92 g) ve son önem grubunda ise 2019 yılının (57.56 g) yer aldığı belirlenmiştir.

Bir yıllık dal ağırlığı değerleri; asmada budama sonrasında elde edilen toplam budama odunu ağırlığının toplam dal sayısına oranı ile bulunduğu; bir yıllık dal

ağırlığı 10 g'dan küçükse çok zayıf, 10-20g zayıf, 40-60 g kuvvetli ve 60 g'dan fazlaysa çok kuvvetli olarak değerlendirilmektedir (Carbonneau, 1998; Carbonneau vd., 2007). Bağda bir yıllık dal ağırlığı sonuçlarına bakıldığında sofralık çeşitler için uygun olan 40-60 g aralığında ve hatta 60 g üstünde olan sonuçlarla bağın kuvvetli olduğu görülmüştür.

Güç

Güç değerleri incelendiğinde; YAE istatistiki olarak LSD %5 seviyesinde önemlidir. Ancak UAE, DAE ve UAE x DAE interaksiyonları istatistiki olarak önemsizdir (Çizelge 6). YAE incelendiğinde farklı dönemlerde yapılan yaprak ve uç alma uygulamaları sonucunda 2018 yılı (4.46) birinci önem grubunda; 2019 yılı (2.58) ise son önem grubunda

yer almıştır.

UAE incelendiğinde rakamsal olarak U4 (3.78) uygulamasının yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. DAE'nin her iki yılın birleştirilmiş verilerine göre rakamlarının birbirine çok yakın olduğu ve İK döneminin (3.67) en yüksek değerde olduğu bulunmuştur. UAE x DAE interaksiyonuna göre U4 x İK (3.97) interaksiyonunun en yüksek etkide olduğu görülmüştür. Yıl ortalamaları bakımından; 2018 yılında verimin fazla olması nedeniyle değerler daha yüksek ve 2019 yılında ise düşük verim olmasından kaynaklanan düşük güç değerleri elde edilmiştir. Ancak sofralık çeşitler için uygun aralıklarda güç değerleri alındığı görülmüştür (Carbonneau, 1998; Carbonneau ve ark., 2007).

Ravaz indeksi (Ri)

Ravaz İndeksi için DAE istatistiki olarak LSD %5

seviyesinde önemli bulunmuştur. Ancak UAE, YAE ve UAE x DAE interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 7). DAE bakımından İK dönemi (9.02) birinci önem grubunda, BD dönemi (8.53) ikinci önem grubunda ve TT döneminin (6.92) ise son önem grubunda yer aldığı bulunmuştur. YAE incelendiğinde 8.76 ile 2018 yılı değeri yüksek ve 2019 yılı 7.56 değeri ile düşük olduğu ortaya çıkmıştır. UAE'ne göre rakamsal olarak U4 (9.24) uygulamasının yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Rakamsal olarak UAE x DAE interaksiyonunu incelediğimizde U4 x İK (11.00) kombinasyonunun yüksek değeri aldığı saptanmıştır.

Yapılan çalışmada Ravaz İndeksi değerleri bakımından; 2018 (8.76) ve 2019 (7.56) yılları değerlerine bakıldığında; 5-10 arasında oldukları için; vejetatif ve generatif gelişmenin dengeli olduğu görülmektedir (Ravaz, 1903; Smart, 1990).

Çizelge 6. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin güç üzerine etkileri

Table 6. Effects of applications and phenological stages on puissance

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler	
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE
TT	2018	4.30	4.18	4.12	4,58	3.27	
	2019	1.81	2.89	1.80	2,51		
	Yıl Ort.	3.06	3.54	2.96	3,55		
İK	2018	5.29	3.88	4.32	4,78	3.67	4.46 A (2018)
	2019	2.56	2.46	2.95	3,15		
	Yıl Ort.	3.93	3.17	3.64	3,97		
BD	2018	4.75	4.42	3.83	5,15	3.63	
	2019	2.79	2.78	2.81	2,52		
	Yıl Ort.	3.77	3.60	3.32	2,52		
UAE		3,58	3.43	3.30	3.78		

YAE LSD %5=0.394

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

Çizelge 7. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin Ravaz İndeksi'ne etkileri

Table 7. Effects of applications and phenological stages on Index Ravaz

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler		
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE	
TT	2018	7.20	8.46	5.36	8.57	6.92 b	8.76 (2018)	7.56 (2019)
	2019	5.20	8.53	5.48	6.61			
	Yıl Ort.	6.20	8.50	5.42	7,59			
İK	2018	10.64	7.47	8.30	10,79	9.02 a	8.76 (2018)	7.56 (2019)
	2019	6.08	7.07	10.66	11,21			
	Yıl Ort.	8.36	7.27	9.48	11,00			
BD	2018	9.85	10.26	7.66	10,58	8.53 ab		
	2019	6.98	7.75	7.49	7,71			
	Yıl Ort.	8.42	9.01	7.58	9,15			
UAE		7,65	8.25	7.49	9.24			

DAE LSD %5=1.649

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

Çizelge 8. Uygulamaların ve uygulama dönemlerinin toplam budama odunu ağırlığına etkileri

Table 8. Effects of applications and phenological stages on total pruning weight

Dönemler	Yıllar	Uygulamalar				Ana Etkiler		
		U1	U2	U3	U4	DAE	YAE	
TT	2018	1.82	1.80	1.66	1.98	1.53	1.93 A (2018)	1.29 B (2019)
	2019	1.17	1.31	1.13	1.38			
	Yıl Ort.	1.50	1.56	1.40	1.68			
İK	2018	2.34	1.65	1.86	2.12	1.63	1.93 A (2018)	1.29 B (2019)
	2019	1.50	1.29	1.12	1.15			
	Yıl Ort.	1.92	1.47	1.49	1.64			
BD	2018	2.08	1.95	1.63	2.28	1.67		
	2019	1.47	1.36	1.41	1,24			
	Yıl Ort.	1.78	1.66	1.52	1,76			
UAE		1,73	1.56	1.47	1.69			

YAE LSD %5=0.168

[TT (Tane Tutumu), İK (İri Koruk), BD (Ben Düşme), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem Ana Etkisi), UAExDAE (Uygulama Ana Etkisi x Dönem Ana Etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)].

Toplam budama odunu ağırlığı (kg)

Toplam budama odunu ağırlığı bakımından YAE istatistiki olarak LSD %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ancak UAE, DAE ve UAE x DAE interaksiyonlarının istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 8).

YAE'ne göre birinci önem grubunda 1.93 kg değeri ile 2018 yılı ve son önem grubunda ise 1.29 kg değeri ile 2019 yılının yer aldığı belirlenmiştir. UAE bakımından toplam budama odunu ağırlığının rakamsal olarak U1 (1.73 kg) uygulamasında yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. DAE açısından ise BD döneminin (1.67 kg) yüksek etkiye sahip olduğu bulunmuştur. UAE x DAE için U1 x İK interaksiyonu (1.92 kg) yüksek değerdedir. Korkutal ve ark. (2018a), çalışmalarında U1 uygulamasının en yüksek değerde budama odunu ağırlığı değerini aldığı bulgusuyla paralel sonuç alınmıştır. Ayrıca Bassiony (2020), Flame Seedless üzüm çeşidinde

budama odunu ağırlığına göz yükü (20 ve 30 göz) ve uç alma+tepe alma uygulamalarının etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığını belirttiği bulgusuyla araştırma benzerlik içindedir.

Sonuç olarak, Michele Palieri üzüm çeşidinde vejetasyon periyodu boyunca Tane Tutumu, İri Koruk ve Ben Düşme dönemlerinde Yaprak Alma ile Uç Alma uygulamaları gerçekleştirilmiş ve bu uygulamaların incelenen çeşidin sürgün özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

Sürgün özelliklerine yaprak alma ve uç alma uygulamalarının etkileri incelendiğinde; sürgün uzunluğu, vejetatif gelişme durumu, güç, Ravaz İndeksi, toplam budama odun ağırlığı kriterlerine etkisinin istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüş olup; yalnızca bir yıllık dal ağırlığının istatistiki olarak önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulama dönemleri açısından incelendiğinde ise; İK döneminin hemen hemen tüm

kriterler açısından istenilen değer aralıklarında olduğu görülmüştür. İstatistiki olarak değerlendirilen sonuçlar arasındaki farklılıkların beklendiği üzere yıllar ortalamalarında ortaya çıktığı görülmüştür.

Sonuç olarak; Tekirdağ ilinde, yüksek kollu T şeklindeki Michele Palieri üzüm çeşidinde, istenilen verim ve kaliteye erişmek için gereken dengeli sürgün gelişimi açısından Yaprak Alma+Uç Alma (U4) uygulamalarının ve İri Koruk döneminde yapılması önerilebilir.

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı; Michele Palieri sofralık üzüm çeşidinde farklı yaprak alma ve uç alma uygulamaları ile bu uygulamaların zamanlarının sürgün özellikleri ve verim üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

Yöntem ve Bulgular: Bu araştırma Tekirdağ-Karaevli Mahalle'sinde yürütülmüş olup, bağda yetiştiriciliği yapılan Michele Palieri/110R aşı kombinasyonu omcaları kullanılmıştır. Deneme 2018-2019 ve 2019-2020 vejetasyon periyotlarında gerçekleştirilmiştir. Denemede 3 farklı uygulama zamanı (Tane Tutumu, İri Koruk, Ben Düşme) ve 4 farklı yaz budaması uygulaması (Kontrol, Uç Alma, Yaprak Alma ve Yaprak Alma+Uç Alma) yapılmıştır.

Genel Yorum: İri Koruk döneminde yapılan Yaprak Alma+Uç Alma uygulaması sürgün özellikleri ve verimi olumlu yönde etkilemiştir. Sonuç olarak Tekirdağ ilinde Michele Palieri üzüm çeşidinde verim ve sürgün özelliklerini iyileştirerek dengeli sürgün gelişimi sağlanacağından; kaliteli üzüm elde edebilmek için İri Koruk döneminde Yaprak Alma+Uç Alma uygulaması önerilebilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu araştırma ile Tekirdağ koşullarında yetiştirilen Michele Palieri üzüm çeşidinde farklı yaprak alma ve uç alma uygulamalarının ve bu uygulamaların yapılış zamanlarının sürgün özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca bu uygulamaların verime etkileri de saptanmıştır. Bu araştırma sonuçlarına dayanarak sofralık üzüm yetiştiricilerine önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Michele Palieri, yaprak alma, uç alma, sürgün özellikleri, sofralık üzüm.

TEŞEKKÜR

Bu yayın 3. yazar Arzu Zinni'nin Lisansüstü tezinin bir kısmından üretilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Bahar E, Korkutal İ, Kök D (2008) Hidroponik kültür ve fidanlık koşullarında yetiştirilen aşılı asma fidanlarının karbonhidrat ve azot içerikleri ile bağdaki tutma performansları üzerine araştırmalar. Akdeniz Ün. Zir. Fak. Derg. 21(21): 15-26.
- Bassiony SS (2020) Effect of bud load levels and summer pruning on vine vigor and productivity of Flame Seedless (*Vitis vinifera* L.) grapevines. J. of Plant Prod. 11(4): 301-310.
- Bubola M, Lukic I, Radeka S, Sivilotti P, Grozic K, Vanzo A, Lisjak K (2019) Enhancement of Istrian Malvasia wine aroma and hydroxycinnamate composition by hand and mechanical leaf removal. J. Sci. Food Agric. 99(2): 904-914.
- Candar S (2018) Farklı taç mikroklimalarının Merlot üzüm çeşidine ait asmalarda fizyolojik faaliyetler ve kalite üzerine etkileri. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri ABD, 454 s.
- Carbonneau A (1998) Aspects qualitatifs. 258-276. In: Tiercelin, JR(Ed.), Traite d'irrigation. Tec. & Doc. Lavosier Ed., Paris, pp 1011.
- Carbonneau A, Deloire A, Jaillard B (2007) La vigne physiologie, terroir, culture. Dunod, Paris, pp 464.
- Çelik H, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu G (1998) Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1. Fersa Mat. San. Tic. Ltd. Şti. Kızılay/Ankara. 253 s.
- Dardeniz A, Yıldırım I, Gökbayrak Z, Akçal A (2008) Influence of shoot topping on yield and quality of *Vitis vinifera* L. AJB 7(20): 3625-3628.
- Demirkeser OK, Kamiloglu O (2020) Identification of phenological periods and yield, quality and vegetative characteristics of some wine grapes rown in the eastern Mediterranean region of Turkey. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus 19(6): 47-57.
- Di Lorenzo R, Gambino C, Scadifi P (2011) Summer pruning in table grape. Adv. Hort. Sci. 25(3): 143-150.
- Dokoozlian N, Peacock B, Luvisi D, Vasquez S (2000) Cultural practices for Crimson Seedless table grapes. Pub. TB 16-00, University of California, USA. pp 4.
- Feitosa CAM, Mesquita AC, Pavesi A, Ferreira KM, Feitosa CVM (2018) Bud load management on table grape yield and quality – cv. Sugrathirteen (Midnight Beauty®). Bragantia 77(4): 577-589.
- Güner N (2005) Sofralık ve şaraplık üzüm çeşitlerinde sürme performansının anaç ve terbiye-budama şekli

- ile ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri ABD, 58 s.
- Hunter JJ, Ruffner HP, Volschenk CG, Le Roux DJ (1995) Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter. Effect on root growth, canopy efficiency, grape composition, and wine quality. *Amer. J. Enol. Vitic.* 46: 306-314.
- Intrieri C, Poni S (1995) Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape quality and vintage quality of mechanized Italian vineyards. *Amer. J. Enol. Vitic.* 46: 116-127.
- Kurtural SK, Dervishian G, Wample RL (2012) Mechanical canopy management reduces labor costs and maintains fruit composition in 'Cabernet Sauvignon' grape production. *HortTech.* 22(4): 509-516.
- Korkutal İ, Bahar E, Bayram S (2018a) Farklı toprak işleme ve yaprak alma uygulamalarının Syrah üzüm çeşidinde, sürgün ve yaprak özellikleri ile su stresi üzerine etkileri. *JOTAF* 15(1): 1-13.
- Korkutal İ, Bahar E, Kaygusuz G (2018b) Bazı gelişme özellikleri üzerine uç alma dönemleri ve farklı dozlarda azot uygulamalarının Merlot çeşidinde (*Vitis vinifera* L.) etkileri. International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018), November 22-23, Ankara, Turkey. pp 1761-1771.
- Kotseridis Y, Georgiadou A, Tikos P, Kallithraka S, Koundouras S (2012) Effects of severity of post-flowering leaf removal on berry growth and composition of three red *Vitis vinifera* L. cultivars grown under semiarid conditions. *J. Agric. Food Chem.* 60(23): 6000-6010.
- Lorenz DH, Eichhorn KW, Bleiholder H, Klose R, Meier U, Weber E (1995) Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Aust. J. Grape Wine Res.* 1: 100-110.
- Miele A, Rizzon LA, Mandelli F (2009) Grapevine canopy management effects on Merlot wine composition. *Pesq. Agropec. Bras.* 44(5): 463-470.
- Palliotti A, Poni S (2011) Traditional and innovative summer pruning techniques for vineyard management. *Adv. Hort. Sci.* 25(3): 151-163.
- PlantGrape (2020) Catalogue of Vines Grown in France. Retrieved December 23, 2021, from <http://plantgrape.plantnet-project.org/en/portegrefre/110%20Richter>
- Ravaz L (1903) Sur la brunissure de la vigne. *Les Comptes Rendus del' Acad. Sci.* 136: 1276-1278.
- Senthilkumar S, Vijayakumar RM, Soorianathasundaram K, Devi DD (2015) Effect of pruning severity on vegetative, physiological, yield and quality attributes in grape (*Vitis vinifera* L.) - A Review. *Curr. Agri. Res.* 3(1): 42-54.
- Smart RE (1985) Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A Review. *AJEV* 36(3): 230-239.
- Smart RE, Dick JK, Gravett IM, Fisher BM (1990) Canopy management to improve grape yield and wine quality - principles and practice. *SASEV* 11(1): 3-17.
- Smart RE, Robinson M (2006) Sunlight Into Wine; A Handbook for Winegrape Canopy Management. Winetitles Publisher, pp 88.
- Santos CMG, Moreira MM, Rodrigues JD (2013) Metabolism of 'Syrah' grapevine in the Brazilian semiarid northeast under three irrigation strategies. *Semina: Ciênc. Agrár.* 34(6): 3611-3624.
- Vanderlinde G, Brighenti AF, Malinovski LI, Cipriani R, Simon S, Sander GF, Allebrandt R, Silva AL (2017) Influence of the timing of shoot topping on yield and grape quality in 'Cabernet Sauvignon' and 'Merlot' cultivars. *Acta Hort.* 1157: 407-412.
- VIVC (2021) Michele Palieri çeşit özellikleri. Retrieved December 23, 2021, from <http://www.vivc.de/index.php?r=passport%2Fview&id=7704>.
- Würz DA, Allebrandt R, Marcon Filho JL, Bem BPd, Brighenti AF, Rufato L, Kretschmar AA (2018) Leaf removal timing and its influence on wine grape performance 'Sauvignon Blanc' in high altitude region. *Rev. de Ciênc. Agro.* 17(1): 91-99.
- Yüksel, İ. ve Ateş, F. (2020). Bağcılıkta budama ve terbiye sistemleri. [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisabagcilik/Belgeler/genelbagcilik/BAGLARDA%20BUDAMA%20VE%20TERBIYE%20SISTEMLERI%20ISMAIL%20YUKSEL\(1\).pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisabagcilik/Belgeler/genelbagcilik/BAGLARDA%20BUDAMA%20VE%20TERBIYE%20SISTEMLERI%20ISMAIL%20YUKSEL(1).pdf) (Erişim Tarihi: 23 Aralık 2021).