



CİLT / VOLUME :28

SAYI / ISSUE :3

e-ISSN: 2667-7733 (online)



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

MUSTAFA KEMAL UNIVERSITY

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi / An International Peer Reviewed Scientific Journal



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, uluslararası hakemli statüsünde yılda üç sayı olarak yayınlanmaktadır.

Dergi "CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, Biological Abstracts | BIOSIS Previews | Zoological Record, CABI (CAB Abstracts and 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), International Institute of Organized Research (I2OR), Index Copernicus, EuroPub, Index Medicine, OJOP ve Google Scholar" **uluslararası indeksler/veritabanları tarafından dizinlenmektedir**. Her makale 2 hakem tarafından incelenmektedir.

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences is published three times per year and abstracted/indexed in "CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Zoological Record, CABI (CAB Abstracts and 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), International Institute of Organized Research (I2OR), Index Copernicus, EuroPub, Index Medicine, OJOP and 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: 28, Sayı/Number: 3, 2023

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*
- Dr. Volkan ÇEVİK, *University of Bath, U.K.*
- Dr. Öğr. Üyesi Ahsen Eren ÖZDEN, *Iğdır University, Türkiye*
- Prof.Dr. Murat KAÇIRA, *The University 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*
- Doç. Dr. 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*
- Assist. Prof. Dr. In-Young CHOI, *Jeonbuk 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*
- Doç. Dr. 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 Başak ULAŞLI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Cenk Burak ŞAHİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Merve KARA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Cem Tufan AKÇALI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Pelin BAHADIRLI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇARPAR, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş. Gör. Mücahide KÖKSAL, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Yusuf Ziya AYGÜN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

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

- Arş.Gör. Derya KAZGÖZ CANDEMİR, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dr. Ahmet DURSUN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dr. Sercan DEDE, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dilek TÜRKMEN, *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*

Yabancı Dil Editörü / Language Editors

- Prof.Dr. Muharrem KESKİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Doç.Dr. Ahmet Duran ÇELİK, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ERTEKİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dr. Ahmet Emin YILDIRIM, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN

Araştırma Makalesi / Research Article

- Farmers' adaptation strategies to mitigate climate impacts on cocoa production: experience from Osun State, Nigeria**
Çiftçilerin kakao üretimi üzerindeki iklim etkilerini azaltmak için uyum stratejileri: Nijerya'daki Osun Eyaletinden deneyim 489-501
Michael FAMAİNWA, Kolawole Adelekan ADELOYE, Oluwatobi Olarewaju ONI
- Effect of different treatments to prevent fruit cracking in 'Sweetheart', 'Regina' and '0900 Ziraat' cherry cultivars**
'Sweetheart', 'Regina' ve '0900 Ziraat' Kiraz çeşitlerinde meyve çatlamasının önlenmesine yönelik farklı uygulamaların etkisi 502-512
Burhanettin İMRAK
- Determination of fruit quality and antioxidant properties of some blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars cultivated in soilless culture**
Topraksız kültürde yetiştirilen bazı maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinin meyve kalite ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi 513-521
Ayşe Vildan PEPE, Fatma YILDIRIM, Adnan Nurhan YILDIRIM, Civan ÇELİK
- Effects of silver nanoparticles (Ag-NPs) on physiological and biochemical properties of tomato plants under drought stress**
Gümüş nanopartiküllerin (Ag-NPs) kuraklık stresi altındaki domates bitkilerinin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkisi 522-535
Yelderem AKHOUNDNEJAD, Ozgur KARAKAS, H. Yıldız DASGAN, Nevzat SEVGİN, Gamze GUNDOĞDU, Baki TEMUR
- The effect of position on the slope, rootstock, and cluster thinning on the phytochemical properties of cv. Cabernet Franc**
Cabernet Franc üzüm çeşidinin fitokimyasal özelliklerine eğimdeki konumun, anacın ve salkım seyreltmenin etkisi 536-556
İlknur KORKUTAL, Elman BAHAR, Batuhan KOSKOSOĞLU
- Magnetopriming enhanced seed germination in six vegetable species: tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot**
Domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç türlerinde magnetopriming ile tohum çimlenmesinin iyileştirilmesi 557-567
Neslihan KADIOĞLU, Sıtkı ERMİS, Güleda OKTEM, İbrahim DEMİR
- Microbiological evaluation of milk obtained from clinically healthy dairy cattle**
Klinik olarak sağlıklı görünen süt sığırlarından alınan sütlerin mikrobiyolojik yönden incelenmesi 568-574
Ali KAYGISIZ, Ekrem KİREÇÇİ
- Determination of fish consumption habits and consumer preferences of Erzincan Binali Yıldırım University academician and staff**
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi personelinin balık tüketim alışkanlıklarının ve tüketicisi tercihlerinin belirlenmesi 575-592
Muharrem GÜNEŞ, Ersin KARAKAYA, Teoman Özgür SÖKMEN, Muammer KIRICI

Araştırma Makalesi / Research Article

- Bacterial diversity associated with the Hatay yellow strain silkworm (*Bombyx mori* L.): Isolation, identification and characterization**
Hatay sarısı ırkı ipekböceği (*Bombyx mori* L.) ile ilişkili bakteri çeşitliliği: İzolasyon, teşhis ve karakterizasyon 593-605
Donus GENCER, Hande BAYRAKTAR SALVARCI, Basak ULASLI, Feza CAN, İsmail DEMİR
- Determination of input usage level for wheat production and changes of input usage in recent years: A case of Hatay province**
Buğday üretiminde girdi kullanım düzeyinin ve son yıllarda girdi kullanımında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi: Hatay ili örneği 606-615
Ahmet Duran ÇELİK, Tuğçe SARIOĞLU
- Plant promoting bacteria: Effects on agricultural characteristics of some bean varieties**
Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler: Bazı fasulye çeşitlerinin tarımsal karakterleri üzerine etkileri 616-632
Barış YILDIRIM, Mesude Figen DÖNMEZ, Büşran SUNYAR, İrfan ÇORUH
- Changes in the weed flora of cotton fields in the Eastern Mediterranean region of Türkiye**
Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan pamuk tarlalarında yabancı ot florasındaki değişimler 633-648
Ahmet Tansel SERİM, Mine OZKIL, İlhan UREMİS, Ahmet ULUDAG
- Infestation rates of Mediterranean fruit fly [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] on common guava (*Psidium guajava* L.) fruits**
Guava (*Psidium guajava* L.) meyvelerinde Akdeniz meyve sineği [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)]'nin bulaşma oranları 649-657
Nihat DEMİREL
- Factors affecting individuals' vegetable oil and animal fat consumption in Hatay province**
Hatay ilinde bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketimini etkileyen faktörler 658-666
Aybüke KAYA, Veysi ACIBUCA, Merve ATEŞ
- Detection of bacterial stem rot disease in maize plants grown in Adana and Osmaniye provinces and investigation of biological control possibilities**
Adana ve Osmaniye illerinde yetiştirilen mısır bitkilerinde bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının saptanması ve biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması 667-682
Mizgin KESER, Raziye ÇETİNKAYA YILDIZ, Yeşim AYSAN
- Orthogonal polynomial comparisons in quantitative variables: Application in agricultural data and evaluation of results**
Kantitatif değişkenlerde ortogonal polinomiyal karşılaştırmalar: Tarımsal verilerde uygulanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi 683-693
Çiğdem TAKMA, Hatice HIZLI

Araştırma Makalesi / Research Article

- Effects of Fe, Zn and Fe+Zn fertiliser applications on the severity of yellow rust disease in some durum wheat varieties**
Bazı makarnalık buğday çeşitlerinde Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının sarı pas hastalığının şiddetine etkileri
Metin AYDOĞDU, Kadir AKAN 694-711
- Changes in quality characteristics of grafted some watermelon cultivars in cold storage**
Aşılı bazı karpuz çeşitlerinin soğukta muhafazasında kalite özelliklerindeki değişimler
Mustafa ÜNLÜ, Veysel ARAS, Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Rıdvan ARSLAN, Evren Çağlar EROĞLU 712-723
- The relations between post partum body condition and milk yield traits in Holstein Friesian cows**
Siyah Alaca ineklerde buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler
Şahin TÜFENK, İbrahim TAPKI 724-736
- Determination of rooting status of cuttings in local olive varieties of Hatay province**
Hatay ili yerel zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklenme durumlarının belirlenmesi
Nuri SARAÇOĞLU, Celil TOPLU 737-748

Farmers' adaptation strategies to mitigate climate impacts on cocoa production: experience from Osun State, Nigeria

Çiftçilerin kakao üretimi üzerindeki iklim etkilerini azaltmak için uyum stratejileri: Nijerya'daki Osun Eyaletinden deneyim

Michael FAMAİNWA¹, Kolawole Adelekan ADELOYE¹, Oluwatobi Olarewaju ONI¹

¹Obafemi Awolowo University, Department of Agricultural Extension and Rural Development, Ile-Ife, Nigeria.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 01.03.2023 Accepted / Kabul: 18.05.2023</p> <p>Keywords: Adaptation Awareness Cocoa Constraints Effects</p> <p>Anahtar Kelimeler: Adaptasyon Farkındalık Kakao Kısıtlamalar Etkiler</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Michael FAMAİNWA mfamakinwa@oauife.edu.ng</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>The study assessed cocoa farmers' adaptation strategies for mitigating impacts of climate change on cocoa production in Osun State, Nigeria. It profiled socio-demographic features of cocoa farmers, examined impacts of climate change; determined utilisation of adaptation strategies and examined the barriers to their usage. Data were drawn from 120 cocoa farmers across the state using interview schedule. Appropriate statistical tools were employed to analyse the primary data collected. The findings showed that most of the cocoa farmers (87.5%) were male with a mean age of 54.1± 10.8years. All (100%) cocoa farmers indicated high awareness of climate change. The findings showed that climate change retarded growth of cocoa seedlings and reduced cocoa yield. Key adaptation strategies utilized were planting of shade trees and frequent spraying of cocoa with pesticides. Majority of the cocoa farmers indicated high level of usage of different climate change adaptation strategies. High cost of inputs and unpredictable weather were the major barriers limiting the usage of adaptation strategies. Age ($r=-0.501$) and years of engagement in farming ($r=0.551$) were significantly related to the utilization of adaptation strategies. The research concluded that cocoa farmers utilized multiple adaptation strategies at high level to mitigate impacts of climate change to enhance sustainable and optimum cocoa production in Nigeria.</p> <p>ÖZET</p> <p>Çalışma, Nijerya'nın Osun Eyaletinde iklim değişikliğinin kakao üretimi üzerindeki etkilerini hafifletmek için kakao çiftçilerinin adaptasyon stratejilerini değerlendirdi. Kakao çiftçilerinin sosyo-demografik özelliklerinin profilini çıkardı, iklim değişikliğinin etkilerini inceledi; uyum stratejilerinin kullanımını belirlemiş ve kullanımlarının önündeki engelleri incelemiştir. Veriler, görüşme programı kullanılarak eyaletteki 120 kakao çiftçisinden elde edilmiştir. Toplanan birincil verileri analiz etmek için uygun istatistiksel araçlar kullanılmıştır. Bulgular, kakao çiftçilerinin çoğunun (%87.5) erkek olduğunu ve ortalama yaşlarının 54.1± 10.8 olduğunu gösterdi. Tüm (%100) kakao çiftçileri, iklim değişikliği konusunda yüksek farkındalığa sahiptir. Bulgular, iklim değişikliğinin kakao fidelerinin büyümesini geciktirdiğini ve kakao verimini azalttığını ifade etmiştir. Kullanılan temel adaptasyon stratejileri ise, gölge ağaçların dikilmesi ve kakaoya sık sık böcek ilacı püskürtülmesi uygulamalarıdır. Kakao çiftçilerinin çoğunluğu, farklı iklim değişikliği uyum stratejilerini yüksek düzeyde kullandıklarını belirtmişlerdir. Girdilerin yüksek maliyeti ve öngörülemez hava koşulları, uyum stratejilerinin kullanımını sınırlayan başlıca engellerdi. Yaş ($r=-0.501$) ve çiftçilikle uğraşma yılı ($r=0.551$) uyum stratejilerinin kullanılmasıyla anlamlı şekilde ilişkilidir. Araştırma, kakao çiftçilerinin Nijerya'da sürdürülebilir ve optimum kakao üretimini artırmada, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için yüksek düzeyde birden fazla uyum stratejisi kullandığı sonucuna varılmıştır.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Famakinwa, M., Adeloye, K.A., & Oni, O.O. (2023). Farmers' adapation strategies to mitigate climate impacts on cocoa production: experience from Osun State, Nigeria. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 489-501. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1256780</p>

INTRODUCTION

Cocoa is one of the key cash crops and leading export crop that contribute a lot to revenue to Nigerian government which accounted for about 50 percent of total export earnings between 1950s and 1960s before the discovery of oil (Agronews Nigeria, 2017). According to Shahbandeh (2023), Nigeria is one of the five leading cocoa producing countries in the world and fourth largest cocoa producer in West Africa with total production of 280 metric tons of cocoa beans in 2022. Cocoa is currently cultivated in eighteen states Nigeria on a total land area of 1,363.60 hectares (ha) scattered over all the country with an annual production of 280,000 metric tonnes of cocoa beans (FAOSTAT, 2022; Afolayan, 2020). Cocoa production in Nigeria is dominated by smallholder farmers scattered all over 18 cocoa producing states in Nigeria (Rainforest Alliance, 2017).

Cocoa production is one of the important source of income generation to farmers both on small or large scale and remains a critical source of livelihood to rural dwellers especially in fourteen cocoa producing states in Nigeria. Cocoa is very sensitive to climatic condition of the environment where it is planted right from the nursery to permanent site. Hours of sunshine, temperature, soil conditions and particularly amount of rainfall and other climatic factors to an extent have effects on cocoa production (Oyekale et al., 2015). Climate change phenomenon refers to long-term seasonal variations caused by the atmosphere's increasing concentration of greenhouse gases. While climate variability refers to the natural processes that affect the atmosphere and also results to climate change. Most parts of world have experienced global warming in terms of high temperatures, marked change in pattern of rainfall, warming of coastal waters and an increase in frequency and intensity of storm. Smallholder farmers in Nigeria are particularly vulnerable to climate change impacts because majority of their agricultural production depend on rainfall. The impact of climate change on cocoa production are very obvious, severe and devastating in Nigeria as its resulted into declining and fluctuation in cocoa production annually due to greater dependence on climatic factors which does not encourage commercialization of agriculture (Clements et al., 2011). According to Gateau-Rey et al. (2018) who reported that by 2050, there is possibility of less land suitable for growing cocoa this is based on a climate change model for West African cocoa production. Surprisingly, this decrease will be caused by increased temperatures. Since cocoa is highly sensitive to drought and thrives well with water availability, it also requires relative high temperature and rainfall that is evenly distributed throughout the year. Reducing vulnerability means using sustainable adaptive strategies incorporated with traditional and indigenous knowledge which can be technology transfer, policies formation and increasing the adaptive capacities of the small holder farmers who produce most of the food supply in the country. The level of farmers' vulnerability to the effect of climate change can be measured by impact of climate change (Obaniyi et al., 2019). In fact, Notre Dame Global Adaptation Index (ND-GAIN) (2021), ranked Nigeria 53rd among most venerable countries in the world. Since climate is changing, and mitigation measures to improve sinks or decrease sources of greenhouse gases is very important to safeguard subsistence farmers from to the negative effects of climate change on their production, this necessitates the need to adopt suitable mitigation and adaptation strategies to cushion the effects of climate variability on cocoa production. Alemu & Desta, (2021) observed that cocoa farmers have been forced to develop adaptive strategies to mitigate these effects. Some of these strategies adopted are use of fertilizers, pruning of older cocoa tree, changing cropping pattern, use of pesticide and herbicide among others.

Extant literature on climate change such as Okeniyi et al. (2021), Obaniyi et al. (2019) and Falola & Fakayode (2014) revealed that cocoa farmers exhibited high level of awareness of climate change on their crops; observed that annual fluctuations in the yield was as a result of rainfall; and that most of the cocoa farmers adopted spraying of agrochemicals like pesticides and fungicides, diversifying into other livelihood activities, mixed cropping and planting of improved varieties and among others. Despite the fact that Osun State ranked second among cocoa producing states in Nigeria with about 70,000 tonnes production capacity in 2020 (Nigeria Informer, 2023); and had been experiencing the incidence of climate change and its attendance impact on cocoa; there is still an inadequate

empirical data on cocoa climate change adaptation strategies in Osun State, Nigeria. Hence, the need for this study. In view of this, this research was conceived to profile the socio-demographic features of cocoa farmers; examine the climate change impact on cocoa; determine the adaptation strategies utilized and examine the barrier to their utilization. Two hypotheses set for this study were: there is no significant relationship between socio-demographic features and utilization of adaptation strategies, and there is no significant relationship between impact of climate change and utilization of adaptation strategies.

MATERIALS and METHODS

Study area

The study was executed in Osun State, Nigeria between March 2021 and September 2021. The State was made up of thirty Local Government Areas (LGAs). Residents of Osun state are predominantly of the Yoruba ethnic group with some Igbo, Hausa and few Fulani ethnic groups. The study was carried out in the three ADP Agro-ecological zones namely: Oshogbo, Iwo and Ife/Ijesha.

Sampling technique

Sample selection was done through multistage sampling procedure. Six LGAs were purposively picked from the three ADP zones based on high prevalence of cocoa production in the two LGAs from each zone at the first stage. The chosen LGAs were Ede South and Boripe LGAs in Oshogbo zone; Aiyedaade and Ayedire LGAs in Iwo zone; while Ife East and Obokun LGAs were picked from Ife/Ijesha zone. At the second stage, two communities were randomly chosen from each LGA, making a total of twelve communities. The final stage involves random selection of 10% of cocoa farmers in all the selected communities which translated into Iyanfoworogi (13), Yekemi (12), Ilahun (11), Ipetu-Ile (10), Sekona (11), Akoda (9), Ada (9), Orooruwo (12), Oogi (10), Orile-Owu (8), Kuta (7) and Onigangan (8) farmers, making a total of 120 cocoa farmers. A structured interviews schedule was used to gather relevant data from smallholder cocoa farmers to achieve the research objectives. Data collected were analysed through percentages, means, chi-square and correlation analyses.

Measurement of variables

Utilisation of adaptation strategies was the dependent variable for this study. This was determined by asking cocoa farmers to indicate the extent of using adaptation strategies to cushion the impact of climate change on a four-point scale from always utilized (3) to not utilized (0) as used by Adisa et al. (2022) and Adeyemo et al. (2017). The bench mark of 1.5 was derived as adopted by Alabi et al. (2020). This was used to determine the climate change adaptation strategies mostly utilised. Adaptation strategy mean score of at least 1.5 based on the responses of the respondents was regarded as strategies mostly utilized strategies while those with adaptation strategy mean score of less than 1.5 were regarded as less utilized strategies. The equal interval method was used to categorize respondents to high and low levels of utilization from respondents' utilization score generated. The perceived impact of climate change on cocoa was determined by asking the respondents to respond to nine statements. Their responses were rated on a five-point Likert scale from Strongly Agree (5 points) to Strongly Disagree (1point) and reverse for negative statement. The total impact score was calculated and benchmark of 3 was obtained. This was used to determine major or minor perceived impacts of climate change on cocoa production. Perceived impacts of climate change with mean score of at least 3 were regarded as major perceived impacts while those with mean score less than 3 were regarded as minor perceived effect.

RESULTS and DISCUSSIONS

Socio-demographic features

Evidence in Table 1 show that the mean age of cocoa farmers was 54.1 ± 10.8 years, suggesting that cocoa farmers were ageing and expected to aware change in climate based on their age, as age is one of the parameters for measuring experience. This could assist them in adopting adaptation strategies that could help in mitigating against climate change. However, this could have a negative implications on cocoa production since majority of them of were getting old, there is need for succession plan for young people to replace them This supports to the findings of Oyekale & Oladele (2012) and Oyekale (2020) which established that the average age of cocoa farmers in Southwestern Nigeria and Ghana are 55.01 and 51.7 years respectively. Majority (87.5%) of the respondents were males. This implies male domination of cocoa farming and this is expected because agricultural activities require a lot of energy and hazards which only male can cope with. This result is in line with Kosoe & Ahmed (2022) and Okeniyi et al. (2021) who reported that majority of cocoa farmers were predominantly males. The mean family size of the respondents was 6 ± 3 persons, indicating that cocoa farmers had a moderate family size, this could somehow influence and ease adoption of climate strategies because family members especially children are expected to provide labour for agricultural work. This supports to reports of Oyekale & Oladele (2012) that cocoa farmers in Southwestern Nigeria had an average family size of 7 persons. Further analysis in Table 1 show that majority (86.7%) of cocoa farmers had formal education where larger proportion (44%) of them attended more than primary schools. This implies that cocoa farmers had moderate level of education. This could assist them in making better decision in adopting appropriate adaptation strategies to mitigate the impact of climate change. This is concurs with findings of Gbigbi & Ndubuokwu (2022) who reported that high proportion farmers were reasonably educated which could influence their decision to use adaptation strategies. Majority (88.3%) practised farming as their primary occupation, 8.3% in trading and 3.3% engaged in other occupations aside farming. This implies that although cocoa farmers engaged in farming as their main source of livelihood, they still engaged in other sources of livelihood to augment their income. The mean of engaging in cocoa production was 29.3 ± 15.3 years, indicating that most of the respondents had greater experience in cocoa farming activities which could assist them to have better knowledge of cocoa farming and this could influence their adaptive capacity to cushion impacts of climate change on cocoa production. This supports Oyekale (2020), Elisha et al. (2017) and Agbongiarhuoyi et al. (2013) who reported that majority of cocoa farmers have enough years of experience in their occupation. Larger percentage (59.2%) of the respondents acquired their land through inheritance from the family while 34.2% obtained their cocoa land through leasehold or rent. The result implies that the majority of cocoa framers acquired their land through inheritance. This confirms the result of Famakinwa et al., (2017) who submitted that majority of smallholder farmers in Osun State acquired land through inheritance. The result reveals that cocoa farmers had farm size of 2.8 hectares. This reveals that most of the cocoa farmers in Osun State were subsistence farmers. This is agrees with submission of Agbongiarhuoyi et al. (2013) who reported that cocoa farmers had a mean farm size of 2.59 hectares but contrary to Oyekale & Oladele (2012) which reported a mean farm size of 7.9 hectares. All (100%) the respondents claimed that they were aware of climate change based on their past experiences and observations. This concurs to Kosoe & Ahmed (2022), Okeniyi et al. (2021) and Obaniyi et al. (2019) who established that cocoa farmers were aware of climate change occurrence based their past experience. This high awareness level of climate change issue would likely help them in knowing types of adaptation strategies to utilize to mitigate the effects of climate change on cocoa (Bayel & Salau, 2018). Further results show that cocoa farmers mostly heard about on climate change from co-farmers (99.2%), friends (97.5%), radio (95.8%), television, (52.5%), extension agents (51.7%) while the few farmers obtained information on farmer's association (40.8%), newspaper (35.8%) and metrological stations (30%). The results show that respondents had multiple means of accessing information on climate change, However, extension agents and metrological stations are the most reliable sources where

farmers can get detailed information that would assist them in planning and implementing measures to mitigate climate change effects on their farms. This is similar to the findings of Kosoe & Ahmed (2022) and Okeniyi et al. (2021) that majority of cocoa farmers obtained climate change information from Radio and few of them sourced information from extension agents. It is evident from this result that interpersonal communication (co-farmers and friends) and radio were the main sources of information where cocoa farmers got their information on climate change (Ogunjimi & Ifekuse, 2021).

Table 1. Respondents' socio-demographic features

Tablo 1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Variables	Frequency	Percentage	Mean	Std. Dev
Age				
≤35	5	4.20		
36-65	101	84.20		
66≥	14	11.70	54.13	10.28
Sex				
Male	105	87.50		
Female	15	12.50		
Marital Status				
Single	2	1.70		
Married	103	85.8		
Widowed	10	8.30		
Separated	5	8.30		
Family size				
≤4	16	13.30		
5-7	92	76.70	6	3
8≥	12	10.00		
Educational level				
No formal education	16	13.30		
Primary education	51	42.50		
Secondary education	33	27.50		
Tertiary education	20	16.70		
Major Occupation				
Farming	106	88.30		
Trading	10	8.30		
Others	4	3.30		
Years of Farming Experience				
≤25	57	47.50		
26-55	55	45.80	29.33	15.24
56≥	8	6.70		
Methods of Land acquisition				
Inheritance	71	59.20		
Purchased	8	6.70		
Leased	41	34.20		
Farm Size (Hectares)				
≤4	95	79.20		
5-8	19	15.80		
9≥	6	5.00	2.80	1.27
5-8	19	15.80		
Awareness of climate change				
Aware	120	100		
Not aware	0	0		

Table 1 (continued). Respondents' socio-demographic features

Tablo 1 (devamı). Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

*Climate information sources		
Co-farmers	119	99.20
Friends/Neighbours	117	97.50
Radio	115	95.80
Television	63	52.50
Extension agent	62	51.70
Farmers' organization	49	40.80
Newspaper	43	35.80
Metrological stations	36	30.00

* Multiple responses

Climate change impact on cocoa production

Information presented in Table 2 show the physical manifestation of climate change on cocoa as ranked by the respondents; and based on the benchmark of 3, the result shows that majority of the cocoa farmers indicated that climate change had major effects in retarding growth of cocoa seedling due prolong drought (mean=3.86), reducing yield of cocoa due to prolong drought (mean=3.80), increasing susceptibility of cocoa to black pod disease due to excessive rainfall, and low temperature and high relative humidity (mean=3.78) among others. This agrees with the reports of Osei (2017) and Adeniyi et al. (2017) who submitted that climate change had the following effects on cocoa production: low yield, wilting of new cocoa trees, delay in maturity of the cocoa beans and increased in strange pests and diseases. This implies that cocoa farmers perceived that climate change had negative effects on cocoa production as drought, low rainfall and high temperature retard growth of cocoa seedlings, reduce yield, causes withering and dying off of new cocoa trees or seedlings and delay in flowering and poor fruiting of cocoa. Besides, excessive rainfall with very low temperature or no sunshine for a long period increases susceptibility of cocoa to black pod diseases of cocoa which account for larger percentage of yield loss in cocoa production (Okeniyi et al., 2021; Cilas and Bastide, 2020). This is due to the fact that these effects have negative influence on the quantity and quality of cocoa production. This result is in line with Oyekale and Oladele (2012) who stated that cocoa tree is sensitive to climatic condition of the environment it is planted right from the nursery to permanent site. Hours of sunshine, temperature, soil conditions and particularly amount of rainfall and among others to some extent have effects on cocoa production. The results is also due to the fact that farmers depend on rainfall for agriculture.

Table 2. Climate change impact on cocoa

Tablo 2. İklim değişikliğinin kakao üzerindeki etkisi

Variables	Ranked mean
Retard growth of cocoa seedling due drought	3.86
Low yield of cocoa due to drought	3.80
Increase in diseases due excessive rainfall and low temperature	3.78
Delay in flowering and poor fruiting of cocoa shortage of rainfall	3.68
Withering/dying of cocoa seedlings due to drought/high temperature	3.57
Increase in pests due prolong shortage rain	3.49
Delay in maturity of cocoa beans due shortage of rainfall	3.10
Resistance of pests and diseases to pesticides	2.20
Occurrence of unfamiliar diseases and pest	1.24
Loss of soil fertility due to excessive rainfall	1.18

Benchmark =3.00

Utilization of adaptation strategies

Table 3 shows that cocoa farmers utilized multiple adaptation strategies to reduce the effects of climate on cocoa farm because no single strategies that can cushion devastating impacts of climate change on cocoa. The findings show that agroforestry or planting of shade plants/trees (mean = 2.77) was ranked first among the strategies utilized by cocoa farmers. This implies that planting shade plants or trees especially plantain was considered as the best adaptation strategy utilized to mitigate effects climate change because it serves as a protective cover for cocoa seedlings and new cocoa tree from the high intensity of direct sunlight during drought; serve as wind break and source of food and support family income to the farmer until cocoa trees begin to fruits (Osei, 2017). Frequent spraying of cocoa farm with agrochemicals especially fungicides to prevent spread of black pod disease during the months of excessive rainfall, high humidity with little or no sunshine (mean = 2.72) ranked 2nd. This not surprising because the farmers acknowledged that frequent spraying of fungicides prevent poor yield and high post-harvest losses. This agrees with the submission of Obaniyi et al. (2019), Ehiakpor et al. (2016), Jiri et al., (2015) and Osei (2017) which established that cocoa farmers adopted agrochemicals such as pesticides to reduce the impact of climate change. Planting of improved varieties of cocoa seedlings (mean = 2.70) ranked next, because of the short period of maturity of improved cocoa seeds which is between three to four years and its high yielding capacity which made cocoa farmers considered it as a vital adaptation strategy to mitigate climate change and boost production. This is in tandem with the finding of Ehiakpor et al. (2016) and Osei (2017). Mixed cropping with other crops (mean = 2.69) ranked 4th, this may be connected to the fact that when cocoa are intercropped with any of the following economic crops plantain, banana, cocoyam and cassava at early stage of cocoa, it will provide shade to the young cocoa trees and improve moisture content of the soil; also, these crops also have short gestation period and which can be cushion the effects change through steady supply of foods. This is line with the reports of Osei (2017) and Addaney et al. (2021) who found out that larger percentage of the smallholder farmers adopted in mixed cropping activities to reduce the vulnerability and overcome livelihood challenges of climate change. Praying for the rain (mean=2.68) next to mixed cropping, this is not surprising because cocoa farmers believed that God was responsible for change in weather and only God that can give good weather and good yield. This confirms the submission of Obaniyi et al. (2019) who revealed that cocoa farmers in Southwestern Nigeria depended on prayers for rainfall and good weather. Changing time of planting of new seeds and seedlings, weeding and harvesting (mean=2.48) ranked 6th. This is to ensure full establishment of seedlings on the field before onset of dry season to prevent dying off of cocoa seedlings. The use of fire tracing or fire belt (mean = 2.30) ranked 7th, this practice is done by clearing bush surrounding the cocoa farm at least 10 meters away from the cocoa farm to prevent fire outbreak in cocoa farm of harsh weather conditions especially during harmattan period. This substantiates the findings of Osei (2017) who reported that cocoa farmers in Ghana created fire belt around their cocoa farms to curb bushfire. Use of fertilizer (mean=2.23), planting of drought resistant varieties (mean=1.83) and use of organic manure (mean = 1.54) ranked 8th, 9th and 10th respectively. Based on the benchmark of 1.5, the above adaptation strategies were major strategies utilized by cocoa farmers. Others strategies such as crop diversification (mean=1.38), use of pest and disease resistant varieties (mean = 0.31), switching to non-farm activities (mean = 0.17) and switch to livestock farming (mean = 0.09) were the minor adaptations strategies utilised. It could be inferred from this study that the cocoa farmers are using different proactive strategies to cushion devastating climate change impacts on cocoa so as to enhance optimum and sustainable cocoa production. This agrees with the reports of Kosoe & Ahmed (2022) and Okeniyi et al. (2021) that cocoa farmers employed different key adaptation strategies to cushion the impact of climate change.

Table 3. Adaptation strategies utilized by cocoa farmers

Tablo 3. Kakao üreticileri tarafından kullanılan adaptasyon stratejileri

Variables	Ranked mean
Agroforestry (planting of shade tree)	2.77
Frequent spraying of cocoa farm with pesticides	2.72
Planting of improved varieties	2.70
Mixed cropping with other crops	2.68
Praying for the rain	2.48
Changing the time of planting, weeding and harvesting	2.36
Fire tracing/belt around cocoa farm	2.30
Use of Fertilizer	2.23
Planting of drought resistant varieties	1.83
Use of organic manure	1.54
Crop diversification	1.36
Use of pest and disease resistant varieties	0.31
Diversification to non-farming activities	0.17
Switch to livestock farming	0.09

Benchmark=1.5

Level of utilization of adaptation strategies

Evidence in Figure 1 shows that 85.8 percent of cocoa farmers utilised adaptation strategies at high level to cushion climate change impacts on cocoa while few (14.2%) of respondents utilised adaptation strategies at low level to reduce climate change impacts on cocoa. The high level of utilisation by cocoa farmers was not unconnected to high awareness of cocoa farmers to perceived deleterious effects of climate change on cocoa production which force them to take some proactive measures to mitigate its effects since awareness is precursor to the adoption of any practice. This is similar to the reports of Okeniyi et al. (2013) and Agbongiarhuoyi et al. (2013) who reported high level of utilization of different adaptation strategies by cocoa farmers to reduce the negative influence of climate change on cocoa. However, the findings contradicts the findings of Obaniyi et al. (2019) who reported low usage despite high level of awareness of its negative impacts on cocoa.



Figure 1. Level of utilisation of adaptation strategies

Şekil 1. Uyum stratejilerinden yararlanma düzeyi

Barriers to the usage of adaptation strategies

Evidence presented in Table 4 show that high cost of inputs like fertilizers (mean = 2.83) was considered as the most serious barrier to the utilization of adaptation strategies as it hinders cocoa farmers from using farm inputs to reduce the effects of climate change (Acquah, 2011). This agrees with the report of Osei (2017) who submitted that expensive inputs as the most serious constraint to adaptation strategies. Unpredictable weather (mean = 2.79) ranked 2nd, which was serious barrier because it makes it difficult for farmers to strategies in advance or practise

suitable adaptation strategies to reduce the impacts of climatic change (Fagariba et al., 2018). Inadequate weather information (mean = 2.77) ranked next because accessing weather information is an important tool to strategies ahead against any unforeseen consequence on their farms so as to reduce shock effects. Others include inadequate access to credit facilities or loans (mean = 2.73), inadequate access to irrigation facilities (mean = 2.72), inadequate extension agents (mean = 2.68), inadequate labour (mean = 2.61) and lack of government supports to the farmers (mean = 2.61). Based on the benchmark of 1.5, the results reveal that cocoa farmers indicated that all the constraints constituted major barriers to the utilization of adaptation strategies to climate change. This gives credence to the submission of Obaniyi et al. (2019), Fagariba et al. (2018), Osei (2017) and Ndamani & Watanabe (2015) who reported that high cost of farm input, unpredictability of weather, lack of access to credit facilities, inadequate extension workers and poor weather information were some of the barriers limiting the adoption of adaptation strategies to cushion the impacts of climate change.

Table 4. Barriers to use of adaptation strategies

Tablo 4. Uyum stratejilerinin kullanılmasının önündeki engeller

Variables	Ranked mean
High cost of inputs	2.83
Unpredictable weather	2.79
Inadequate weather information	2.79
Inadequate access to credit facilities	2.72
Inadequate access to irrigation facilities	2.70
Inadequate extension agents	2.68
Inadequate farm labour	2.61
Inadequate government support for farmers	2.60

Results of analysis between socio-demographic features and adaptation strategies

Results in Table 5 show that sources of information on awareness of climate change ($\chi^2= 25.887$) and main occupation of the respondents ($\chi^2= 8.580$) were significantly associated with the level of utilization of the adaptation strategies at 0.05 level of significance. This means that sources of information and main occupation of farmers could determine the utilization of adaptation strategies. Also, age ($r=-0.501$) had negative and significant relationship with the utilization of adaptation strategies while years of engaging in cocoa production ($r=0.551$) were positively correlated with utilization of adaptation strategies to climate change as shown in Table 6. The inverse relationship between age and utilization of adaptation strategies suggests that cocoa farmers who are younger utilise adaptation strategies more than the older folks. This implies that young farmers are more innovative, willing and ready to utilise adaptation strategies. This corroborates the report of Dembele et al. (2019) who found that age of the farmers had inverse relationship with the practice of adaptation strategies among Malian farmers. Also, the higher the years of engagement in cocoa production, the higher the utilization of adaptation strategies by cocoa farmers and vice versa. This is similar to the findings to the Ogunjimi & Ikefusi (2021) who reported that years of experience and usage of adaptation strategies were positively correlated.

Table 5. Association between selected socio-demographic features and adaptation strategies utilized by cocoa farmers

Tablo 5. Seçilen sosyo-demografik özellikler ile kakao çiftçilerinin kullandığı adaptasyon stratejileri arasındaki ilişki

Socio-economic variables	χ^2	D. F	P
Sex	0.486	2	0.784
Marital status	8.172	6	0.226
Religious affiliation	1.729	2	0.421
Ethnicity	7.061	4	0.133
Major occupation	8.580*	4	0.037
Educational level	4.050	8	0.53
Climate information sources	25.887*	12	0.011

Table 6. Correlation analysis between selected socio-demographic features and adaptation strategies utilized by cocoa farmers

Tablo 6. Seçilen sosyo-demografik özellikler ile kakao çiftçilerinin kullandığı adaptasyon stratejileri arasındaki korelasyon analizi

Variables	Correlation coefficient (r)	P-value
Age	-0.501*	0.040
Family size	0.001	0.994
Years of residence	0.112	0.225
Years of engagement in cocoa production	0.551**	0.010
Farm size	-0.083	0.366

Correlation analysis between impacts of climate change and adaptation strategies

Evidence in Table 7 shows that the impact of climate change on cocoa ($r = 0.421$; $p \geq 0.05$) and utilization of the adaptation strategies by cocoa farmers were not significantly related. This implies that how the farmers perceived the climate change impacts on the cocoa production does not affect their utilization of adaptation strategies. This is contrary to the submission of Ehiakpor et al. (2016) and Jiri et al. (2015) which affirmed that perception on climate change was positively related to the practice of adaptation strategies among the cocoa farmers.

Table 7. Correlation analysis between the adaptation strategies utilized and perceived impacts

Tablo 7. Kullanılan uyum stratejileri ile algılanan etkiler arasındaki korelasyon analizi

Variables	Correlation coefficient (r)	P-value
Perceived impacts of climate change	0.421	0.712

In conclusion, all the respondents were aware and also experienced the negative impacts of climate change on cocoa. Majority of the farmers heard about on climate change from their co-farmers and friends. The study showed that effects of climate change on cocoa were retarded growth of cocoa seedlings, low yield of cocoa and increase in susceptibility of cocoa to diseases. Key adaptation strategies utilised to mitigate the effects of climate change on cocoa were planting of shade trees, frequent spraying of cocoa farms with pesticides and practice of mixed cropping. High cost of fertilizer, unpredictable weather and inadequate technical know-how were the prime barriers to the utilization of adaptation strategies to reduce climate change impact on cocoa. The study revealed that cocoa farmers used multiple strategies to cushion climate change impacts on cocoa. It is recommended that government need to develop sustainable cocoa programme in order to address to possible problems of climate change because most of the strategies presently adopted by farmers need improvement to ensure appropriate agronomic and adaptation strategies. Government should employed more extension agents to provide training and technical information to the farmers on how to reduce the climate change impacts on cocoa. Cocoa research institutes of

Nigeria (CRIN) should develop and promote different drought-tolerant, high yielding, pest and disease resistant varieties of cocoa that would adapt to climate variability. Extension services in collaboration with CRIN should collect, process and spread timely weather information on sound adaptation strategies that would boost cocoa production. Relevant government agencies and research institutes need to develop irrigation facilities to enhance water availability especially during drought. Metrological stations should provide timely weather information to the farmers so as to effectively plan and implement strategies. Finally, government and Non government organisations should provide for adequate loans to farmers to meet their financial demands on the use of adaptation strategies for sustainable cocoa production in Nigeria.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author(s) declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

Famakinwa contributed 50%, Adeloye contributed 30% while Oni contributed 20% to this research.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not applicable, because this article does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- Acquah, H.D. (2011). Farmers' perception and adaptation to climate change: A willingness to pay analysis. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 13, 150-161 <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.120241>
- Addaney, M., Sarpong, G.E., & Akudugu, J.A. (2021). Climate change adaptation in Akropong, Ghana: Experiences of female smallholder farmers. *Journal of Land and Rural Studies*, 9 (2), 344-367. <https://doi.org/10.1177/23210249211008537>
- Adeyemo, R.A., Oladoja, M.A., Famakinwa, M., & Alabi, D.L. (2017). Assessment of utilisation of soil management practices among arable crop farmers in Ogun State: Implication for sustainable agriculture in Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 17 (3), 37-45.
- Adisa, B.O., Famakinwa, M., Adeloye, K.A., & Adigun, A.O. (2022). Crop farmers' coping strategies for mitigating conflicts with cattle herders: Evidence from Osun State, Nigeria. *Agricultura Tropica Et Subtropica*, 55 OV, 191-201. <https://doi.org/10.2478/ats-2022-0020>
- Afolayan, O.S. (2020). Cocoa production pattern in Nigeria: The missing link in regional agro-economic development. *Analele Universităţii din Oradea, Seria Geografie*, 30 (1), 88-96. <https://doi.org/10.30892/auog.301110-815>
- Agbeniyi, S.O., Adeniyi, D.O., & Ba, O. (2017). Impact of climate change on timing and frequency of fungicide application for the control of phytophthora pod rot of cacao in Nigeria. *International Symposium on Cocoa Research (ISCR)*, Lima, Peru, November 2017.
- Agbongiarhuoyi, A.E., Abdulkarim, I.F., Fawole O.P., Obatolu, B.O., Famuyiwa, B.S., & Oloyede, A.A. (2013). Analysis of farmers' adaptation strategies to climate change in cocoa production in Kwara State. *Journal Agricultural Extension*, 17 (1), 10-22 <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.287164>
- Agro news Nigeria (2017). Cocoa Production in Nigeria. Retrieved from <http://www.agronewsng.com/cocoa-production-nigeria-investment-data-statistics/>
- Alabi, D.L., Alao, O.T., Famakinwa, M., & Ogunleke, T.R. (2020). Gender assessment of coping strategies adopted by rural households during economic recession: A case of Osun State, Nigeria. *Contemporary Agriculture*, 69 (3-4), 81-89.

- Alemu, M., & Desta, Y. (2021). Determinants' of farmers' perception of climate variability and change and its effect on non-farm income diversification. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 12 (11), 45-59.
- Bayel, J.D., & Salau, E.S. (2018). Crop farmer's adaptive strategies for mitigating climate change effects in Sango Kataf Local Government Area, Kaduna, Nigeria, enhancing capabilities of farmers and farm communities through agricultural extension. *Proceeding of the 23rd Annual National Conference of the Agricultural Society of Nigeria*, 119-128.
- Cilas, C., & Bastide, P. (2020). Challenges to cocoa production in the face of climate change and the spread of pests and diseases. *Agronomy*, 10 (9), 1232. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091232>
- Clements, R., Hagggar, J., Quezada, A., & Torres, J. (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 218 p.
- Dembele, Y.M., Akinbile, L.A., & Aminu, O.O. (2019). Adaptation strategies to climate change among cereal crop farmers in Kita, Kayes Region of Mali. *Journal Agricultural Extension*, 23 (3), 107-116. <http://doi.org/10.4314/jae.v23i3.9>
- Ehiakpor, D.S., Danso-Abbeam, G., & Baah, J.E. (2016). Cocoa farmer's perception on climate variability and its effects on adaptation strategies in the Suaman District of Western Region, Ghana. *Cogent Food and Agriculture*, 2 (1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1210557>
- Elisha, K.D., Elvis, D.O., Derick, T.A., & Ohene, A.B. (2017). What are the drivers of cocoa farmers' choice of climate change adaptation strategies in Ghana? *Cogent Food and Agriculture*, 3, 1334296. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1334296>
- Fagariba, C.J., Song, S., & Soule-Baoro, S.K.G. (2018). Climate change adaptation strategies and constraints in Northern Ghana: Evidence of farmers in Sissala West District. *Sustainability*, 10, 1-18. <http://doi.org/10.3390/su10051484>
- Falola, A., & Fakayode, S.B. (2014). Awareness and effects of climate change on cocoa production in Ondo State, Nigeria. *International Journal of Applied Agricultural and Agricultural Research*, 10 (1&2), 91-97.
- Famakinwa, M., Agboola, A.F., & Alabi, D.L. (2017). Assessment of communal influence on land accessibility among rural land-users in Osun State, Nigeria. *FUW Trends in science and Technology Journal*, 2 (1), 423-427.
- FAOSTAT (2022). Food and Agriculture Organization Statistics, Rome, Italy. Available online at <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Gateau-Rey, L., Tanner, E.V.J., Rapidel, B., Marelli, J.P., & Royaert., S. (2018). Climate change could threaten cocoa production: Effects of 2015-16 El Niño-related drought on cocoa agroforests in Bahia, Brazil. *PLoS ONE*, 13 (7), e0200454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200454>
- Gbigbi, T.M., & Ndubuokwu, G.O. (2022). Determinants of agricultural insurance patronage among crop farmers in Delta North Agricultural Zone, Delta State, Nigeria. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59 (2), 235-248. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.883004>
- Jiri, O., Mafongoya, P., & Chivenge, P. (2015). Smallholder farmer perceptions on climate change and variability: A predisposition for their subsequent adaptation strategies. *Journal of Earth Science and Climate Change*, 6 (277), 1-7 <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000277>
- Kosoe, E.A., & Ahmed, A. (2022). Climate change adaptation strategies of cocoa farmer in the Wassa East District: Implications for climate services in Ghana. *Climate Services*, 26, 100289. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2022.100289>
- Ndamani, F., & Watanabe, T. (2015). Farmers' perceptions about adaptation practices to climate change and barriers to adaptation: A micro-level study in Ghana. *Water (Switzerland)*, 7 (9), 4593-4604. <https://doi.org/10.3390/w7094593>
- Nigerian Informer (2023). Top 5 largest cocoa producing states in Nigeria. <https://nigerianinformer.com/top-largest-cocoa-producing-states-in-nigeria/>

- Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN) (2021). ND-GAIN Country Index. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>
- Obaniyi, K.S., Kolawole, E.A., Ajala, A.O., & Owolabi, A.O. (2019). Indigenous and modern adaptation strategies to climate change among cocoa farmers in Southwest Nigeria. *Proceedings of the 24th Annual Conference of the Agricultural Extension Society of Nigeria*, Abuja 7-10 April 2019.
- Ogunjimi, S., & Ikefusi, N. (2021). Strategies adopted by yam farmers in combating climate change in Kogi State Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21 (3), 594-599.
- Okeniyi, M.O., Okeniyi, T.S., & Mustopha, F.B. (2021). Effects of climate change on pests and diseases, its awareness and adaptation strategies among Cocoa farmers in Abia State. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 10 (03), 61-68. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.10.3.0227>.
- Osei, E.M. (2017). Climate variability and cocoa production: The implications of micro-adaptation measures on cocoa farmers' income. Published M.Phil. Thesis University of Ghana. Legon. Available online at <http://ugspace.ug.edu.gh>
- Oyekale, A.S., & Oladele, O.I. (2012). Determinants of climate change adaptation among cocoa farmers in Southwest Nigeria. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2, 154-168.
- Oyekale, A.S. (2015). Climate change induced occupational stress and reported morbidity among cocoa farmers in South-Western Nigeria. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 22 (2), 357-361. <https://doi.org/10.5604/12321966.1152095>
- Oyekale, A.S. (2019). Dataset on cocoa farmers' agrochemical handling practices and safety compliance in Ahafo Ano North District, Ashanti region, Ghana. *Data in Brief*, 27, 104767. <http://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104767>
- Oyekale, A.S. (2020). Dataset on cocoa production and climate change adaptation strategies in Ahafo Ano North District, Ghana. *Data in Brief*, 29, 1055275. <http://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105275>
- Rainforest Alliance (2017). Preparing Cocoa Farmers for Climate Change. Retrieved from <https://www.rainforest-alliance.org/article/preparing-cocoa-farmers-for-climate-change>
- Shahbandeh, M. (2023). Cocoa bean production worldwide 2020/2021-2022/2023, by country. Statista. <https://www.statista.com/statistics/263855/cocoa-bean-production-worldwide-by-region/>

'Sweetheart', 'Regina' ve '0900 Ziraat' Kiraz çeşitlerinde meyve çatlamasının önlenmesine yönelik farklı uygulamaların etkisi

Effect of different treatments to prevent fruit cracking in 'Sweetheart', 'Regina' and '0900 Ziraat' cherry cultivars

Burhanettin İMRAK¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 10.04.2023 Accepted / Kabul: 30.05.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kiraz Çatlama Biostimulant Hormon Meyve kalitesi</p> <p>Keywords: Cherry Cracking Biostimulant Hormone Fruit quality</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Burhanettin İMRAK bimrak@cu.edu.tr</p>	<p>Kiraz yetiştiriciliğinde derim zamanına denk gelen uzun süren yağışlar meyvede çatlamaya neden olmaktadır. Bu durum ürün kaybına ve meyve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada, farklı uygulamaların Maxma14 anacı üzerine aşılı 7 yaşındaki "Sweetheart" 'Regina' ve '0900 Ziraat' kiraz çeşitlerinde ben düşme döneminde yapılan Biostimulant (Green Stim, Green Miracle), Bitki Büyüme Düzenleyici (GA₃), Kalsiyum Klorit (CaCl₂) ve kombinasyonu (CaCl₂+GA₃) uygulamalarının meyve çatlamasını önlenmesi üzerine etkilerinin araştırılmıştır. Çalışma, 2020-2021 döneminde 1100 m rakımlı Adana ilinin Pozantı ilçesinde bulunan kiraz bahçesinde yürütülmüştür. Araştırmada, derim zamanı, meyve kalite kriterleri (Meyve ağırlığı, SÇKM, meyve eti sertliği, pH, kabuk rengi) ve çatlama indexi saptanmıştır. Sonuç olarak uygulamaların kontrolle kıyaslandığında, özellikle sertlik buna bağlı olarak da çatlama indexi değerlerinde büyük farklılıklar saptanmıştır. Çatlamaya en dayanıklı çeşitte %14 ile Regina ve bunu %19.04 ile 0900 Ziraat çeşidi izlemiştir. En hassas çeşit ise %31.20 ile Sweetheart çeşidi olmuştur. Green Stim en etkili uygulama olmuştur. Green Stim uygulaması Regina çeşidinde çatlamayı %85 oranında azaltarak %2 ye düşürmüştür. Benzer şekilde aynı uygulama Sweetheart çeşidinde %85, 0900 Ziraat çeşidinde ise %84 oranında çatlamayı önlediği saptanmıştır. Sonuçlara göre Green Stim uygulaması çatlamayı önleme üzerinde en etkili uygulama olmuştur. Üretici tarafından en çok kullanılan CaCl₂ uygulaması ise özellikle çatlamaya daha hassas olan Sweetheart çeşidinde %57 oranında çatlamayı önlemiştir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In cherry growing, heavy rains that coincide with the harvest time cause in fruit cracking. This causes product loss. In this study, Biostimulant (Green Stim, Green Miracle), Plant Growth Regulator (GA₃), Calcium Chlorit (CaCl₂) and Combination (CaCl₂+GA₃) was aimed to effects of treatments on the prevention of fruit cracking. The study was carried out in the cherry orchard located in Pozantı, at an altitude of 1100m, in the period of 2020-2021. Harvest time, fruit quality criteria (fruit weight, SÇKM, firmness, pH, peel color) and cracking index were determined. The treatments compared to the control for all varieties, while there are great differences in the results of the cracking index, especially related with hardness. The most resistant in terms of fruit cracking cultivar was detected Regina with 14%, followed by 0900 Ziraat cultivar with 19.04%. The most sensitive cultivar was Sweetheart with 31.20%. Green Stim has detected the most effective application. It reduced cracking by 85% to 2% in Regina cultivar. Similarly, it was determined that it prevented cracking 85% in Sweetheart cultivar and 84% in 0900 Ziraat cultivar. Green Stim application was the most effective application on preventing cracking. The most widely used CaCl₂ application by the producer prevented cracking by 57%, especially in Sweetheart cultivar, which is more sensitive to cracking.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>İmrak, B. (2023). 'Sweetheart', 'Regina' ve '0900 Ziraat' Kiraz çeşitlerinde meyve çatlamasının önlenmesine yönelik farklı uygulamalar. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 502-512. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1280017</p>

GİRİŞ

Kiraz (*Prunus avium* L.), Türkiye'de ve dünyada önemli bir ılıman iklim meyvesidir. Anavatanı Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Kuzeydoğu Anadolu'dur. Kiraz ve vişnelerin Akdeniz iklimi ve ılıman iklimde en iyi gelişmeyi gösterdiği belirtilmektedir (Özbek, 1978; Webster ve ark., 1996; Kaşka, 2001; Özçağırın ve ark., 2003; Vursavuş ve ark., 2006). Ülkemizin önemli kiraz üretim merkezleri olarak; Konya (Akşehir, Hadim), İzmir (Kemalpaşa, Ödemiş), Bursa (İnegöl, Keles), Manisa (Salihli, Sancaklı Bozköy, Demirci, Şehzadeler) Amasya (Merkez), Afyon (Sultandağı, Deresine) Isparta (Senirkent, Uluborlu), Niğde (Ulukışla, Darboğaz, Aktoprak) Denizli (Honaz) ve Çanakkale'dir (Lapseki, Bayramiç) bölgeleri büyük önem taşımaktadır. Bu bölgelerde kiraz bahçeleri İzmir (Kemalpaşa'da 100 metre rakımdan başlamakta, Manisa'da 100-400 metre, Denizli Honaz 600 metre, Afyon Sultandağı 1000 metre, Konya Akşehir 900-1000 metre, Niğde Ulukışla 1800-1900 metre ve Konya Hadim'de 1800-1950 metre yükseltilerde devam etmektedir. Türkiye kiraz dışsatımı Mayıs ortasında İzmir'de başlamakta ve Denizli Honaz, Afyon Sultandağı, Konya Akşehir'de devam etmekte son olarak Temmuz sonu Ağustos başında Konya Hadim ve Niğde Ulukışla-Aktoprak'ta 3-5 ay süreyle devam etmektedir (İmrak ve ark., 2014).

Dünyada önemli kiraz üreticisi ülkelerin 2021 yılı üretim miktarları incelendiğinde, Türkiye 689.834 tonla dünya kiraz üretimi içerisinde ilk sırayı almıştır. Bunu 343 190 tonla A.B.D. ve 325 048 tonla Şili izlemiştir (FAO, 2023). Aynı yılın ihracat ve gelir değerleri incelendiğinde, Şili 335 516ton ihracat ve 1 678 048 dolar ile ilk sırada yer almıştır. Türkiye 70 462 ton ile ihracatta üçüncü sırada yer almasına rağmen 183 453 dolar gelir elde etmiştir. A.B.D ise 73 975 ton ihracat yapmış ve 458 319 dolar gelir elde etmiştir. Kiraz ihracatında ülkemizin kg satış fiyatı 2.60 dolar iken, Şili'nin kg satış fiyatı 5.00 dolar, ABD'nin satış fiyatı ise 6. 19 dolar olmuştur. Türkiye'nin gerek ihracat miktarı gerekse kiraz ihracatından elde ettiği kazanç bakımından hak ettiği yerde bulunmamaktadır. Bu durum üretim zamanının kısa dönemde olması, meyve kalitesi ve pazarlamada yaşanan sorunlardan kaynaklanmaktadır. Kalite kayıplarında özellikle düşük meyve ağırlığı ve meyvede çatlama önemli bir yer almaktadır (İmrak ve ark., 2018). Derim zamanını uzatacak alternatif olabilecek ihracata uygun erkenci ve geçici çeşitlerin üretime alınması büyük önem taşımaktadır (İmrak ve ark., 2018).

İklim değişikliği tahminlerine göre (IPCC, 2015), mevsim dışı, artan sıklıkta ve uzun süreli yağışların olacağı belirtilmiştir. Son yıllarda kiraz üretiminde derim zamanına denk gelen uzun süreli yağışlar çatlama oranını arttırarak önemli ekonomik kayıplara neden olmuştur. İhracat kalitesinde meyve iriliği sağlanmasına rağmen derim zamanına denk gelen yağışlar meyvede çatlamalara neden olarak ihracatı olumsuz etkilemektedir.

Kiraz yetiştiriciliğinde özellikle meyvelerin olgunlaştığı dönemde meydana gelen yağışların neden olduğu meyvede çatlama sorunu yetiştiricilik yapan bir çok ülkede temel sorunlardan biri haline gelmiş olup birçok araştırmacı tarafından araştırılmaktadır (Borve ve ark., 2003; Koumanov, 2015; Khadivi-Khub, 2015). Ancak çatlama ile ilgili mekanizmalar net olarak ortaya konulamamıştır (Rehman ve ark, 2015; Knoche & Winkler., 2017). Kiraz meyvelerinin çatlamasına neden olan mekanizmanın araştırılması konusunda yapılan temel çalışmalarda, meyvelerinin olgunlaşma tarihinden yaklaşık 2-3 hafta öncesinde kısmen çatlamaya hassas hale geldiği belirtilmiştir (Christensen, 2014). Kiraz meyvesinde oluşan çatlamanın meyve kabuğunun yağmur suyunun osmotik basıncına karşı koyamaması sonucunda suyun içeri girmesi ile meyve içinde meydana gelen hacimsel büyümenin meyve kabuğu tarafından tolere edilememesi sonucunda meydana geldiği belirtilmektedir (Glenn & Poovaiah, 1989; Knoche & Winkler, 2017). Son yıllarda meyve kalite özelliklerinin arttırılmasına yönelik yapılan ıslah çalışmalarında çatlamaya dayanıklılık büyük önem taşımaktadır (Greco ve ark., 2008; Knoche & Winkler, 2017).

0900 Ziraat kiraz çeşidi ihracatta kullanılan çatlamaya karşı dayanıklı bir çeşittir (Demirsoy & Bilgener, 2000; Kaşka, 2001). Ancak yağış sıklığı ve süresi çeşidin çatlamasına neden olmaktadır. 0900 Ziraat çeşidinin çatlamaya dayanıklılığını arttıracak bir çok uygulama (Bitki büyüme düzenleyiciler, kalsiyum klorit, biositulantlar, yüzey gerilim azaltıcılar, organik bazlı ozmotik basınç düzenleyiciler gibi) yapılmış ve bazılarında yüksek başarı sağlanmıştır

(İmrak ve ark., 2018). İhracatımızı arttırmak için derim zamanını uzatacak çatlamaya dayanıklı erkenci ve geççi çeşitler üretime girmiştir. Geç olgunlaşan çeşitlerin en önemlileri Sweet Heart (kendine verimli ve çatlamaya orta düzeyde dayanıklı), ve çatlamaya en dayanıklı çeşit olan Regina çeşitleridir (Cristian ve ark., 2013). Araştırmada önceki yıllarda 0900 Ziraat çeşidinde çatlamanın önlenmesi veya azaltılması amacıyla denenilen ve başarı elde edilen uygulamaların Sweetheart ve Regina çeşitleri üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Konu ile yapılan çalışmalar incelendiğinde Kirazlarda meyve çatlamasını önlemek amacıyla yüksek osmotik potansiyele sahip kimyasal uygulamalar yapılmaktadır. Dünyada ve ülkemizde en çok bilinen kalsiyum uygulamasıdır (Christensen, 1996; Eroğlu, 2014; Pawel & Pawel, 2014).

0900 Ziraat çeşidinde yapılan çalışmada 20ppm GA₃ uygulamasının meyve çatlamasını %77.78 oranında azalttığı ve meyve iriliğini ve kalitesini arttırdığı belirtilmiştir (Yıldırım & Koyuncu, 2010).

Bir çok araştırmacı tarafından önerilen bir başka uygulama ise çok yağış alan bölgelerde kimyasal uygulamaların önleyemediği durumlarda kullanılan örtü sistemleridir (Wermund ve ark., 2005; Blanke & Balmer, 2008; Borve ve ark., 2008).

Usenik ve ark. (2009)'nın Hedelfinger kiraz çeşidinde yaptıkları örtü uygulamasının meyvede oluşan çatlamayı büyük oranda önlediğini, meyve verim ve kalitesinde olumsuz bir etki yapmadığını belirtmişlerdir. Ancak örtü sistemlerinin çok pahalı olması kullanımını kısıtlamıştır. Daha çok sprey şeklindeki uygulamalar ön plana çıkmıştır.

Ülkemizde kiraz üretiminin Haziran ve Temmuz aylarında yoğunlaştığı görülmektedir. En büyük rakibimiz olan ABD de aynı dönemlerde üretim yapmaktadır. Daha geç dönemlerde (Ağustos-Eylül) yetiştiricilik yapılabilecek yüksek rakımlı bölgelerde yapılacak kiraz üretimi gerek iç gerekse dış pazarda daha yüksek fiyattan satılma imkanı bulacaktır. Bu dönemlerde yağışların neden olacağı meyvede çatlamaların artmasına sebep olması nedeniyle önleyici uygulamaların yapılması büyük önem taşımaktadır.

0900 Ziraat, Sweetheart ve Regina kiraz çeşitlerinde yürütülen araştırmada yapılan uygulamaların meyve kabuk yapısının su girişine karşı direncini artırarak çatlamanın önlenmesi veya azaltılması üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Çukurova Üniversitesi Pozantı Tarımsal Araştırma Merkezi'nin Pozantı'da bulunan ve denizden yüksekliği 1100 m olan deneme alanında yürütülmüştür. Araştırma 2020-2021 döneminde, 4 x 3 mesafe ile dikilmiş Maxma 14 anacına aşıllı, 7 yaşında merkezi lider sisteminde budanmış, ihracatta önemli kiraz çeşidimiz olan 0900 Ziraat (çatlamaya dayanıklı), Sweetheart (Geççi, kendine verimli, çatlamaya orta düzeyde dayanıklı), ve Regina (çatlamaya dayanıklı) çeşitlerinde yürütülmüştür. Araştırmada çatlamanın önlenmesine yönelik olarak uygulamaların tamamı derimden 3- 4 hafta öncesinde (ben düşme dönemi olan, meyvelerin sarıdan pembeye dönmeye başladığı zaman) uygulanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 ağaç olacak şekilde yürütülmüştür. Araştırmada yapılan uygulamalar;

a-Biositulant Uygulaması

Green Miracle (300 cc/100 Lt su); saydam, antitransparant, stomaları kapatmayan, içerisine biyolojik uyarıcılar ile bitkisel temelli yağ alkol gurubu (C8-C18) eklenmiş amino asit, peptit ve düşük molekül ağırlıklı oligopeptitlerin dengeli birleşiminden oluşan bir bitki aktivatörü olarak değerlendirilmektedir (Correia ve ark., 2015).

Green Stim (300g/100 Lt su) uygulaması: İçeriğinde glycine, betaine, gibi organik basınç düzenleyici organik maddeler bulunmaktadır (İmrak ve ark., 2018)

b-Kalsiyum Klorit [%0.5 CaCl₂] uygulaması (Eroğlu, 2014; Pawel & Pawel, 2014).

c- GA₃ (20 ppm) uygulaması (Yıldırım ve Koyuncu, 2010).

d-Kalsiyum Klorit + [%0.5 CaCl₂] GA₃ (20ppm) uygulaması (İmrak ve ark., 2018)

e-Kontrol bitkilere su uygulaması yapılmıştır. Uygulamaların özellikle meyvede çatlamanın önlenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca meyve kalite kriterleri üzerine etkisinin saptanması amacıyla pomolojik analizler yapılmıştır. Pomolojik analizler; her tekerrürden 3 yinelemeli ve her yinelemede 10 adet meyvede gerçekleştirilmiştir (Özkaya & DüNDAR, 2006; İmrak ve ark., 2010, 2014, 2018). Ortalama meyve ağırlığı (g) (elde edilen meyveler 0.01g'a duyarlı hassas teraziyle tartılarak ve toplam ağırlığın meyve sayısına bölünmesi ile belirlenmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM (%)) (refraktometre ile meyve suyunda), pH (meyve suyunda pH metre ile) ve toplam asitlik (%)(sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Meyve eti sertliği shormetre ile ölçülmüştür. Ağaç başına verim değerleri (kg/ağaç) alınmıştır. Renk ölçümleri Minolta Chromometer renk ölçüm cihazıyla 3 yinelemeli, her yinelemede 10 meyve olacak şekilde meyvenin iki yüzünde L*a*b* yapılmış olup, değerlendirme Excel'de $(= (180/3,141592654) * ATAN (b^*/a^*))$ formül kullanılarak hesaplanan Hue (ho) açısı değeri dikkate alınarak yapılmıştır. Rengin kırmızı, yeşillik ve mavilikte bulunduğu noktaya göre hue değeri yani rengin açısı değişmektedir. Hue açısı değeri sıfır (0) ise renk kırmızı, 90 ise sarı, 180 ise yeşil, 270 ise mavidir. Hue (ho) açısı değeri küçüldükçe meyvenin kırmızı rengi artmaktadır (McGuire, R.G. 1992; İmrak ve ark., 2018).

Uygulamalarının çatlamanın önlenmesine yönelik etkilerini saptamak amacıyla Bilginer ve ark., (1999) ile İmrak ve ark., 2018'nin kullandıkları çatlama indexi kullanılmıştır. Bu yöntemde ağaçların dışı bakan bölgesinde, yerden 1.5 m yükseklikte renklenme ve irilik bakımından derim olgunluğuna gelen kirazlar sabah saatlerinde (0900-1100) toplanmış ve tesadüfen seçilen 50 meyve soğuk zincirde analiz için laboratuvara getirilmiştir. Her uygulama ve kontrolden tesadüfen seçilen 50 adet meyve 20°C deki saf su ile dolu 2 Lt'lik cam kavanozlar içerisine konulmuş 2, 4 ve 6 saat süreyle bekletilmiştir. 2 saat aralıklarla meyveler sudan çıkarılarak çatlaman meyveler sayılmış, sağlam meyveler suya tekrar konulmuştur. 4 saat sonra ve 6 saat sonra aynı işlemler yapılmıştır. Sayım değerleri Bilginer ve ark. (1999) ile İmrak ve ark., (2018)'nin kirazlarda kullandığı ve aşağıda açıklanan çatlama indexi formülüne göre hesaplanarak çatlama index sonucu bulunmuştur.

$$\text{Çatlama index} = (5a + 3b + c) \times 100/250$$

a: 2 saat sonra çatlaman meyve sayısı

b: 4 saat sonra çatlaman meyve sayısı

c: 6 saat sonra çatlaman meyve sayısı

Deneme deseni ve istatistik analiz

Çalışmada yer alan uygulamaların meyve çatlamanın önlenmesine etkisi, verim ve meyve kalite özelliklerine ait değerler JUMP paket programında (8.0.1) T-testi ile karşılaştırılmıştır. Ağaçlarda ilaçlama, gübreleme ve sulama gibi tüm bakım işlemleri standart olarak yapılmıştır. Pomolojik ve diğer analizler Ç.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fenolojik gözlemler

Meyve çatlamanın önlenmesine yönelik uygulamaların 'Regina', 'Sweetheart' ve '0900 Ziraat' kiraz çeşitlerinde derim zamanı üzerine etkisi belirlenmiştir. Uygulamaların çeşitlerin derim zamanları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Çeşitlere ait derim zamanları Çizelge 1'de verilmiştir. Uygulamaların çeşitlerin derim zamanları üzerindeki etkisi önemsiz sayılabilecek düzeyde olup kontrole göre ortalama 1-2 günlük bir farkın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Çeşitler arasında ise en erken olgunlaşan 0900 Ziraat kiraz çeşidi (19.06.2021) olup Regina ve Sweetheart çeşitleri ise daha geç (26-28.06.2021) derime gelmişlerdir (Çizelge 1).

Uygulamaların yapıldığı meyvelerde ben düşme tarihleri ilk olarak 0900 Ziraat çeşidinde 22.05.2021 tarihinde saptanırken bunu Regina çeşidi (28.05.2021) ve Sweetheart çeşidi (30.05.2021) izlemiştir.

Çizelge 1. Uygulamaların 'Regina', 'Sweetheart' ve '0900 Ziraat' kiraz çeşitlerinde derim zamanına etkisi (2021)

Table 1. The effect of treatments on harvesting date of 'Regina', 'Sweetheart' and '0900 Ziraat' cherry cultivars (2021)

Çeşitler	Green Stim	Green Miracle	CaCl ₂ +GA ₃	CaCl ₂	GA ₃	Kontrol
Regina	25.06	26.06	28.06	27.06	28.6	26.06
Sweetheart	27.06	28.06	29.06	27.06	29.06	28.06
0900 Ziraat	18.06	19.06	21.06	20.06	21.06	19.06

Verim değerleri ve meyve kalite özellikleri

Uygulamaların ağaç başı verim değeri bakımından kontrole karşılaştırıldığında aradaki farkın istatistiki açıdan önemli bulunmaması nedeniyle değerler verilmemiştir. Ancak verim değerleri bakımından çeşitler arasında farklılıklar görülmüştür. En yüksek verim değeri Sweetheart çeşidinde 5.8 kg/ağaç olarak elde edilirken bunu 4.7 kg/ağaç ile 0900 Ziraat çeşidi izlemiştir. En düşük verim değeri ise 4.2 kg/ ağaç ile Regina çeşidinden elde edilmiştir. Araştırmada uygulamaların meyve kalitesi üzerine etkilerine ait sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur. Meyve kalite ölçüm değerleri arasındaki farklar istatistiki bakımdan olarak önemli bulunmuştur. Kiraz çeşitlerinde en yüksek meyve ağırlığı değeri 'Regina' çeşidinde GA₃ uygulamasında 12.52 g olarak saptanmıştır. 'Sweetheart' çeşidinde Green Miracle uygulamasından, 11.04 g, '0900 Ziraat' çeşidinde ise Green Stim uygulamasında 10.07 g olarak belirlenmiştir. Çeşitler ortalama meyve ağırlıkları bakımından karşılaştırıldığında en yüksek meyve ağırlığı Regina çeşidinde 11.47 g, Sweetheart çeşidinde 9.6 g, 0900 Ziraat çeşidinde ise 8.94 g olduğu saptanmıştır. Yapılan tüm uygulamaların her üç çeşit içinde meyve ağırlığında kontrole göre artış sağladığı etkisi incelendiğinde tüm uygulamaların meyve ağırlık değerlerinin kontrole göre istatistiki açıdan daha iyi olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara benzer olarak, İmraç ve ark. (2018), 0900 Ziraat kiraz çeşidinde meyve çatlamasının önlenmesine yönelik olarak yaptıkları çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. Correia ve ark., (2017)'nin kirazlarda meyve kalitesi ve çatlama konusunda derleme olarak yaptıkları makalede meyve yüzeyini kaplayan biostimulant, hormon ve yağ içerikli besin maddesi uygulamalarının çeşitlere göre değişmekle birlikte kalite ve sertliğin artması üzerine olumlu etki yaptığını belirtmişlerdir.

Uygulama yapılan meyvelerin asitlik değerleri 5.31-5.01 arasında değişiklik göstermiş olup istatistiki açıdan kontrole göre fark olmadığı saptanmıştır. Tüm uygulamaların denemede yer alan her üç çeşidin meyve eti sertlik değerlerini kontrole göre arttırdığı saptanmıştır. Uygulamalar içinde Green Stim uygulamasının çeşitlerin meyve eti sertliklerini üst seviyeye çıkardığı saptanmıştır. Sonuçlara göre meyve eti en sert çeşit 82.10 shore ile 'Regina' olmuştur. Bunu Sweetheart (78.37 shor) ve 0900 Ziraat (72.81 shor) çeşitleri takip etmiştir. En düşük sertlik değerleri ise çeşitlerin kontrol meyvelerinde sırasıyla 69.96, 65.22 ve 64.25 shor olarak saptanmıştır. Literatürlere paralel olarak Regina çeşidi çatlamaya en dayanıklı çeşit olarak saptanmıştır. Benzer şekilde, Measham ve ark., (2009)'nin yaptıkları çalışmada Regina çeşidinin çatlamaya dayanıklılığının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. İmraç ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada deneme sonuçlarına paralel olarak 0900 Ziraat çeşidinde Green Stim uygulamasının meyve eti sertliğini en çok arttıran uygulama olduğu belirtilmiştir. Meyve eti sertliği bakımından denemede yer alan Sweetheart ve Regina çeşitlerinde de aynı etki görülmüştür. Diğer uygulamalarda kontrole göre çatlamayı azaltmıştır. Biçok araştırmacı tarafından (Cline ve ark. (2007); Mesham ve ark. (2009); Yıldırım ve Koyuncu (2010); Eroglu (2014)) 25 ppm lik GA₃ uygulaması, 5-6 Lt/ha kalsiyum uygulamasının çeşitlere göre değişmekle birlikte etkili olduğunu belirtmişlerdir. Uygulamalar içerisinde farklılıklar olmakla birlikte en yüksek SÇKM içeriği 'Regina' çeşidinde CaCl₂ uygulamasından (%23.76) elde edilirken, 'Sweetheart' çeşidinde en yüksek SÇKM içeriği GA₃ uygulamasından (%20.83) elde edilmiştir. '0900 Ziraat' çeşidinde ise en yüksek SÇKM CaCl₂+GA₃ uygulaması sonucunda %20.22 olarak saptanmıştır. İmraç ve ark. (2018), Eroglu (2014), kiraz çeşitlerinde çatlamayı önleyici uygulamaların çeşide bağlı olarak meyvelerin SÇKM içeriğini etkilediğini ifade etmişlerdir. Ancak SÇKM içeriği Eroglu'nun (2014), 0900

Ziraat kiraz çeşidinde yaptığı uygulamalarda SÇKM içeriğinde bir artış olmamış ve en yüksek değer kontrolde %15 olarak saptanmıştır. pH değeri bakımından incelendiğinde değerlerin en düşük değer 0900 Ziraat çeşidinde $\text{CaCl}_2+\text{GA}_3$ uygulaması sonucunda 3.89 olarak saptanırken, en yüksek değer yine 0900 Ziraat çeşidinde Green Stim uygulamasından 4.32 olarak elde edilmiştir (Çizelge 2). Uygulamaların çeşitlerin meyve suyu pH içeriğine etki ettiği saptanmış olup sonuçların İmrak ve ark. (2018), Eroğlu (2014) ve Correia ve ark. (2018)'nin kirazlarda meyve çatlamasının önlenmesine yönelik olarak yaptıkları çalışmalardan elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Birçok meyve türünde olduğu gibi kirazda meyve kabuk rengi özellikleri meyve olgunluğu ve hasat zamanının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Renk ölçümlerinde Hue (h°) değerinin küçük olması kırmızı rengin daha yoğun olduğunu göstermektedir. İstatistiksel bakımdan uygulamalar içerisinde Green Stim uygulaması tüm çeşitlerde renklenme üzerine en iyi etkiyi yaptığı saptanmıştır (3.95). Çeşitler bazında en iyi renklenme sırasıyla Sweetheart (3.72), 0900 Ziraat (3.88) ve Regina çeşidinde (4.25) olarak ölçülmüştür. En düşük renklenme ise 5.34 ile kontrolde ölçülmüştür (Çizelge 3). Yapılan renk ölçüm sonuçları İmrak ve ark. (2018) ve Eroğlu (2014)'ün yaptıkları çalışma sonuçları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Meyve eti sertliği ve çatlama indeksi

Meyvede çatlamının önlenmesine yönelik yapılan uygulamaların başarı oranlarını (%) en net ortaya koyacak olan bu analiz sonucunda kontrol meyvelerinde çatlamaya en dayanıklı çeşidin %14 ile Regina çeşidi olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Bunu %19.04 ile 0900 Ziraat çeşidi izlemiştir. En hassas çeşit ise %31.20 ile Sweetheart çeşidi olmuştur. Uygulamalar içerisinde Green Stim en etkili uygulama olmuştur. Regina çeşidinde saptanan çatlama oranı %2 olmuştur. Uygulama meyvede çatlamayı %85 oranında azaltmıştır. Benzer şekilde Sweetheart çeşidinde %85, 0900 Ziraat kiraz çeşidinde ise %84 oranında çatlamayı önlediği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre Green Stim Uygulamasının çatlamayı önleme üzerinde etkisi başarılı bulunmuştur. Bu uygulamayı Green Miracle izlemiştir. Üretici tarafından en çok kullanılan CaCl_2 uygulaması Sonuçları örtü sistemleri kullanılan uygulamalarla aynı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Yıldırım & Koyuncu (2010) ile Eroğlu (2014)'nin 0900 Ziraat çeşidin de çatlama indeksi değerleri bulgularımıza paralel şekilde 5-6 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Meyve eti sertliğinin artması sonucunda su girişini önlediği buna bağlı olarak da çatlamının azaldığı belirlenmiştir. Green Stim sonuçların İmrak ve ark. (2018) bulguları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Correia ve ark, (2018), Sweetheart ve Skena kiraz çeşitlerinde GA_3 , Kalsiyum, Salisilik asit ve kombinasyonlarını denemişler ve çalışma sonuçlarımıza benzer şekilde Sweetheart çeşidinde GA_3 ve kalsiyum uygulamasının birlikte kullanımının meyve eti sertliğini daha iyi arttırdığını belirtmişlerdir (Kappel. F., MacDonald, R.A, 2007).

Çizelge 2. 'Regina', 'Sweetheart' ve '0900 Ziraat' kiraz çeşitlerinde meyvede çatlamanın önlenmesine yönelik uygulamaların meyve kalite özelliklerine etkisi. Seçilen havzaların akım gözlem istasyonu (AGİ) numaraları ve özellikleri

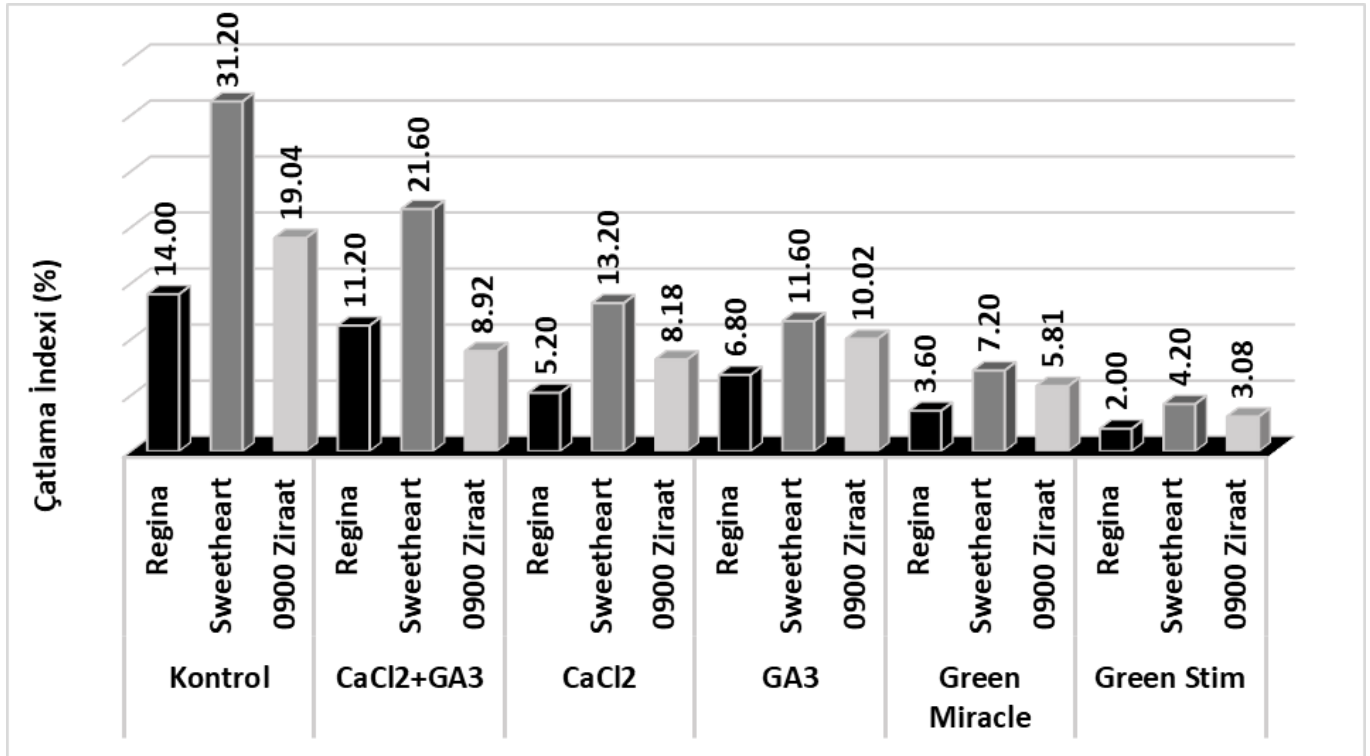
Table 2. The effect of treatments for the prevention of fruit cracking on fruit quality characteristics on 'Regina' 'Sweetheart' and '0900 Ziraat' cherry cultivars

Çeşitler	Uygulama	Meyve Ağırlığı (g)	SÇKM (%)	pH	Sertlik (shore)
Regina	Green Stim	11.44abc	21.26abc	4.26ab	82.10a
	Green Miracle	11.31abc	21.23abc	4.15cd	77.68b
	CaCl ₂ +GA ₃	11.77ab	19.43cde	4.27ab	74.48bc
	CaCl ₂	11.26abc	23.76a	4.21bc	73.88de
	GA ₃	12.52a	21.23abc	4.27ab	71.86def
	Kontrol	10.50b-e	23.00ab	4.28ab	69.96fg
Sweetheart	Green Stim	8.84f	19.93cde	4.09de	78.37b
	Green Miracle	11.04bcd	18.06def	3.94f	76.96bc
	CaCl ₂ +GA ₃	9.30ef	18.76c-f	4.05e	73.76de
	CaCl ₂	9.48ef	19.53cde	4.20bc	72.62def
	GA ₃	9.74def	20.83bc	4.03e	71.00efg
	Kontrol	9.22ef	21.03bc	4.10de	65.22h
0900 Ziraat	Green Stim	10.07c-f	18.71c-f	4.32a	72.81def
	Green Miracle	8.90f	19.23c-f	4.24b	72.31def
	CaCl ₂ +GA ₃	9.38ef	20.22cd	3.89f	70.18fg
	CaCl ₂	8.70f	20.13cde	4.04e	68.59g
	GA ₃	9.63def	16.76f	4.22bc	68.21g
	Kontrol	6.97g	17.59ef	4.15cd	64.25h
Lsd_{5%}		1.46	2.58	0.06	2.88

Çizelge 3. 'Regina', 'Sweetheart' ve '0900 Ziraat' kiraz çeşitlerinde meyvede çatlamanın önlenmesine yönelik uygulamaların meyve kabuğu renklenmesi üzerine etkisi

Table 3. The effect of treatments for the prevention of fruit cracking on fruit peel coloration on 'Regina', 'Sweetheart' and '0900 Ziraat' cherry cultivars

Uygulama x Çeşit Hue (h°)	Regina	Sweetheart	0900 Ziraat	Uygulama Ortalama
Green Stim	4.25c	3.72c	3.88c	3.95c
Green Miracle	6.08ab	3.85c	5.03abc	4.99ab
CaCl ₂	5.34abc	3.92c	4.31bc	4.52b
CaCl ₂ +GA ₃	4.90abc	4.94abc	3.78c	4.54b
GA ₃	5.50abc	4.32bc	4.40bc	4.74b
Kontrol	6.47a	4.94abc	4.61bc	5.34a
Lsd _{5%}		1.80		0.56



Şekil 1. 'Regina', 'Sweetheart' ve '0900 Ziraat' kiraz çeşitlerinde Meyvede Çatlamanın önlenmesine yönelik yapılan uygulamaların etkinliğinin saptanması (çatlama indexi)

Figure 1. Determination of the effectiveness of treatments for the prevention of fruit cracking in 'Regina', 'Sweetheart' and '0900 Ziraat' cherry cultivars (cracking index)

Sonuç olarak, son yıllarda kiraz yetiştiriciliğinde derim zamanına denk gelen yağmurlar meyvede çatlama neden olmaktadır. Bu durum ihracatımıza doğrudan olumsuz etki yapmaktadır. Verim ve kalitede yaşanan kayıpların azaltacak veya önleyecek pratik uygulamalar gerekmektedir. Ucuz ve etkili uygulamaların yapılması büyük önem taşımaktadır. En çok yapılan uygulamalar içerisinde kalsiyum bulunmaktadır. Ancak bu uygulama yağışın uzaması durumunda etkisi azalmaktadır. 0900 Ziraat çeşidinde yapılan ve başarı elde edilen çalışmanın yine ihracatlık özelliği

olan Sweetheart ve Regina çeşitlerinde de yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Araştırma sonucunda Green Stim Uygulamasının denemede yer alan bu üç çeşit de %85 oranında çatlamayı azalttığı saptanmıştır. Bu uygulamayı Green Miracle izlemiştir. Üretici tarafından en çok kullanılan CaCl₂ uygulaması ise özellikle çatlamaya daha hassas olan Sweetheart çeşidinde %57 oranında önlemiştir. Bazı çalışmalarda çatlamanın önlenmesi için plastik film örtü kullanmışlar ve başarılı sonuçlar elde etmişler. Ancak Plastik film kullanım maliyetinin yüksek olması ekonomik ve etkili kullanımlara yönelim olduğunu bildirmişlerdir (Brove ve ark., 2008; Thomas ve ark., 2014). Araştırma sonucunda tüm uygulamaların meyve kalite parametreleri üzerine olumsuz bir etkisine rastlanmamış olup meyve ağırlığı ve renklenme üzerine olumlu etkileri görülmüştür

Yapılan bu çalışmada Türkiye yağış rejimi bölgeleri için ortaya çıkarılan havza sediment tahmin modellerinin, CBS ile hızlı ve doğru bir şekilde belirlenebilen havza özelliklerinden faydalanılarak, birinci ve altıncı bölgeler hariç diğer bölgelerde karar vericilere ön fikir vermesi açısından sediment ölçümü yapılmamış havzalar için kullanılabileceği düşünülmektedir. Birinci ve altıncı bölgeler için yeni akım ve sediment gözlem istasyonlarının kurularak sayılarının artırılması ve bu bölgeler için yeni sediment verimi tahmin denklemlerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazar çalışmaya tam katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Bilgener, Ş., Demirsoy, L., & Demirsoy, H. (1999). Bazı kimyasal uygulamalarının Türkoğlu kirazında meyve çatlaması ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Eylül, Ankara, pp. 14-17.
- Blanke, M., & Balmer, M. (2008). Cultivation of sweet cherry under cover. *Acta Horticulturae*, 795, 479. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.795.72>
- Borve, J., Skaar, E., Sekse, L., Meland, M., & Vangdal, E. (2003). Rain protection covered sweet cherry trees – effects of different covering methods on fruit quality and microclimate. *Horttechnology*, 13, 143-148.
- Borve, J., Meland, M., Sekse, L., & Stensvand, A. (2008). Plastic covering to reduce sweet cherry fruit cracking affects fungal fruit decay. *Acta Horticulturae*, 795, 485-488.
- Christensen, J.V. (1996). 'Rain-Induced Cracking of Sweet Cherries: Its Causes and Prevention,'. *In Cherries: Physiology, Production, and Uses*. Webster, A.D., And Looney, N.E., Eds. Wallingford, Uk: Cab International, 297-327.
- Christensen, J.V. (2014). Cracking in cherries: IV. Physiological studies of the mechanism of cracking. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 22, 153-165.
- Cline, J.A., & Trought, M. (2007). Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of bing and sam sweet cherries. *Canadian Journal of Plant Science*, 87 (3), 545-550.
- Correia, S., Oliveiraab. İ., Queirósab. F., Ribeiroa. C., Ferreiraac. L., Luzioab. A., Paula, A., Silvaab. P., & Berta Gonçalvesab. B. (2015). Preharvest application of seaweed based biostimulant reduced cherry (*Prunus avium* L.) cracking. *Environmental Science*, 29, 251-259.

- Correia, S., Schouten, R., Silva, A.P., & Gonçalves, B. (2017). Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02166>
- Correia, S., Queirós, F., Ribeiro, C., Vilela, A., Aires, A., Barros, A.I., Schouten, R., Silva, A.P., & Gonçalves, B. (2018). Effects of calcium and growth regulators on sweet cherry (*Prunus avium* L.) quality and sensory attributes at harvest. *Scientia Horticulturae*, 248, 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.024>
- Cristián, B., Héctor Ayala, H., Bastías, R.M., Gerardo Tapia, M., Ellena, M., Torres, C., Yuri, J.A., García, J.C., Ríos, J.C., & Silva, H. (2013). Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular and genomic perspective. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73 (1), 66-72.
- Demirsoy, L., & Bilgener, Ş. (2000). Meyve çatlamasına hassasiyet bakımından bazı kiraz çeşitlerinin kütikular ve epidermal özellikleri üzerine kimyasal uygulamaların etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 541-550.
- Eroğlu, D. (2014). Effect of preharvest calcium treatments on sweet cherry fruit quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42 (1), 150-153.
- FAO (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022). <http://faostat.fao.org>
- Glenn, G.M., & Poovaiah, B.W. (1989). Cuticular properties and postharvest calcium treatments influence cracking of sweet cherries. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 114, 781-788.
- Greco, P., Palasciano, M., Mariani, R., Pacifico, A., & Godini, A. (2008). Susceptibility to cracking of thirty sweet cherry cultivars. *Acta Horticulturae*, 795, 379-382.
- IPCC (2015). Climate Change 2015: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. The Physical Science Basis EXit EPA Disclaimer.
- İmrak, B. (2010). Bazı kiraz çeşitlerinin subtropik iklim koşullarındaki performansları ve çoklu dişi organ oluşumu sorununun çözümüne ilişkin araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, 193 s.
- İmrak, B., Sarier, A., Kuden, A., Kuden, A.B., Comlekcioglu, S., & Tutuncu, M. (2014). Studies on shading system in sweet cherries (*Prunus avium* L.) to prevent double fruit formation under subtropical climatic conditions. *Acta Horticulture*, 1059, 171-176. <http://10.17660/Actahortic.2014.1059.21>
- İmrak, B., Kuden, A., & Sarier, A. (2018). Researches on 0900 Ziraat cherry cultivar prevent from fruit cracking. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences (IJANS)*, 1 (2), 142-145.
- Kafkaletou, M., Christopoulos, M.V., Ktistaki, M.E., Sotiropoulos, T., & Tsantili, E. (2015). Influence of rain cover on respiration, quality attributes and storage of cherries (*Prunus avium* L.). *Journal of Applied Botany And Food Quality*, 88, 87-96. <http://10.5073/Jabfq.2015.088.012>
- Kappel, F., & MacDonald, R.A. (2007). Early gibberellic acid sprays increase firmness and fruit size of 'Sweetheart' sweet cherry. *Journal- American Pomological Society*, 61 (1), 38-43.
- Kaşka, N. (2001). Türkiye'nin sert çekirdekli meyvelerde üretim hedefleri üzerine öneriler. *I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu*, Yalova, pp. 1-16.
- Khadivi-Khub, A. (2014). Regression association analysis of fruit traits with molecular markers in cherries. *Plant Systematics and Evolution*, 300, 1163-1173.
- Knoche, M., & Winkler, A. (2017). Chapter 7: Rain-induced Cracking of Sweet Cherries. In: Quero-García, J., Iezzoni, A., Puławska, J., Lang, G. (Eds.), *Cherries: Botany, Production and Uses*. CABI, pp. 140-65.
- Koumanov, S. (2015). On the mechanisms of the sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit cracking: Swelling or shrinking. *Scientia Horticulturae*, 184, 169-170.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective colour measurement. *Hortscience*, 27, 1254-1255.
- Measham, P.F., Bound, A., Gracie, J., & Wilson, S.J. (2009). Incidence and type of cracking in sweet cherry (*Prunus avium* L.) are affected by genotype and season. *Crop and Pasture Science*, 60, 1002-1008.

- Özbek, S. (1978). *Özel Meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları: 128 Ders Kitabı: 11 Adana 255 s.
- Özçağiran, R., Ünal, A., Özeke, E., & İsfendiyoğlu, M. (2003). *Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Çekirdekli Meyveler*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. *Cilt-I*. ISBN: 975-483-580-2. İzmir. 553: P. 229.
- Özkaya, O., Dündar, Ö., & Küden, A. (2006). Effect of preharvest gibberellic acid treatment on postharvest quality of sweet cherry. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 4 (1), 189-191.
- Pawel, W., & Pawel, W. (2014). Effect of preharvest sprays of calcium on cracking and 'Schattenmorelle' sour cherry fruit quality harvested mechanically. *Journal of Plant Nutrition*, 37 (9), 1487-1497. <http://10.1080/01904167.2014.881875>
- Rehman, M.Ur., Rather, Gh.H., Dar, N.A., Mir, M.M., Iqbal, U., Mir, M.R., Fayaz, S., & Hakeem, K.R. (2015). Causes and Prevention of Cherry Cracking: a Review. In: Hakeem, K.R. (Ed.), *Crop Prod. Global Environ*. Springer International Publishing Switzerland Issues, 543-552.
- Thomas, S., Petridis, A., Koukourikou-Petridou, M., Koundouras, S., Therios, I., Koutinas, N., Kazantzis, N., & Pappa, M. (2014). Efficacy of using rain protective plastic films against cracking of four sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars in Greece. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 2 (6), 2319-1473.
- Usenik, V., Zadavec, P., & Stampar, F. (2009). Influence of rain protective tree covering on sweet cherry fruit quality. *European Journal of Horticultural Science*, 74, 49-53.
- Vursavuş, K., Kelebek, H., & Selli, S. (2006). A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 74, 568-575.
- Webster, A.D., & Looney, N.E. (1996). Principles and Practise of Plant Bioregulator Usage in Cherry Production. In *Cherries (Crop Physiology, Production and Uses)*. Cambridge: University Press, pp. 279-298.
- Wermund, U., Holland, A., & Reardon, S. (2005). Cracking susceptibility of sweet cherries in the United Kingdom in relation to calcium application and covering systems. *Acta Horticulturae*, 667, 475-482.
- Yıldırım, A.N., & Koyuncu, F. (2010). The effect of gibberellic acid treatments on the cracking rate and fruit quality in the '0900 Ziraat' sweet cherry cultivar. *African Journal of Biotechnology*, 9 (38), 6307-6311.

Topraksız kültürde yetiştirilen bazı maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinin meyve kalite ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi

Determination of fruit quality and antioxidant properties of some blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars cultivated in soilless culture

Ayşe Vildan PEPE¹, Fatma YILDIRIM¹, Adnan Nurhan YILDIRIM¹, Civan ÇELİK²

¹İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye.

²İsparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 10.04.2023 Accepted / Kabul: 30.05.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yüksek boylu maviyemiş Toplam fenolik Toplam flavonoid Antioksidan Pomolojik özellikler</p> <p>Keywords: High blueberry Total phenolic Total flavonoid Antioxidant Pomological features</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ayşe Vildan PEPE aysepepe@isparta.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Maviyemiş, yüksek antioksidan kapasiteleri ve diğer biyoaktif bileşiklerinden dolayı insan sağlığı bakımından yararlı olan meyve türlerinden birisidir. Çalışmada, Serik/Antalya bölgesinde saksıda ve topraksız tarım tekniği ile açıkta yetiştirilmiş 'Camellia', 'Venture' ve 'Suzie Blue' güney orjinli yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinin meyve kalite ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda hasat döneminde alınan meyve örneklerinde meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, meyve kabuk rengi (L*, a*, b*), suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), pH, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Çeşitlerin meyve ağırlığı 2.52-3.28 g, meyve boyu 16.65-19.45 mm, meyve eni 13.33-14.34 mm, L* değeri 25.67-29.95, a* değeri 0.57-1.73, b* değeri -2.86 -1.86, SÇKM %9.60-10.23, TEA % 0.88-1.17, pH 3.58-3.70, toplam fenolik miktarı 205.50-273 mg GAE/100g, toplam flavonoid miktarı 169.80-215.40 mg catechin/100g ve toplam antioksidan kapasitesi ise %28.79-61,05 arasında saptanmıştır. Bu çalışmada, 'Camellia' çeşidinin en iri, parlak ve koyu renkli meyvelere ve en yüksek SÇKM, TEA ve pH, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasiteye (% 61.05) sahip olduğu görülmüştür.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Blueberry is one of the fruit species that is beneficial for human health due to its high antioxidant capacity and other bioactive compounds. In this study, it was aimed to determine the fruit quality and antioxidant properties of 'Camellia', 'Venture' and 'Suzie Blue' southern origin high-tall blueberry cultivars grown in pots and open-air using soilless farming technique in Serik/Antalya region. For this purpose, fruit weight, fruit length, fruit width, fruit skin color (L*, a*, b*), total soluble solids content (TSS), titratable acidity (TA), pH, total phenolic content, total flavonoid and total antioxidant capacity were measured in fruit samples taken during the harvest period. Measurements taken varied depending on cultivars as follows; fruit weight 2.52-3.28 g, fruit length 16.65-19.45 mm, fruit width 13.33-14.34 mm, L* value 25.67-29.95, a* value 0.57-1.73, b* value -2.86 -1.86, TSS 9.60-10.23%, TA 0.88-1.17%, pH 3.58-3.70, total phenolic content 205.50-273 mg GAE/100 g, total flavonoid content 169.80-215.40 mg catechin/100 g, and total antioxidant capacity 28.79-61.05%. In this study, it was observed that the cultivar 'Camellia' had the largest, bright and dark colored fruits and the highest TSS, TA and pH, total phenolic and total flavonoid contents and total antioxidant capacity (%61.05).</p>
Cite/Atıf	Pepe, A.V., Yıldırım, F., Yıldırım, A.N., & Çelik, C. (2023). Topraksız kültürde yetiştirilen bazı maviyemiş (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) çeşitlerinin meyve kalite ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 513-521. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1280524

GİRİŞ

Maviyemiş, Fundagiller (Ericaceae) familyasına ait olup *Vaccinium* cinsine dahildir. İlman iklim kuşağına adapte olmuş, çok yıllık çalı formunda bir meyve türü olup, botanik olarak gerçek üzümler gurubunda yer almaktadır. Meyveleri küçük (0.7 ile 1.5 cm çapında) yumuşak, tatlı, aromalı ve koyu mavi renklidir. Asitli topraklarda (pH 4.2-5.5) yetişirler. Çok sayıdaki maviyemiş türü Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Afrika'ya doğal olarak yayılmıştır (Ağaoğlu, 2006; Çelik, 2008; Sarııldız, 2008). Bazı maviyemiş (*Vaccinium spp.*) türlerinin anavatanı Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesidir (Çelik, 2008; 2012).

Kültürü yapılan maviyemişler Kuzey Amerika kökenlidir. Günümüzde ticari olarak yetiştirilen maviyemiş çeşitleri 1906 yılından itibaren ABD başlatılan seleksiyon ve melezleme çalışmalarıyla elde edilmiştir. 1920 yılında ABD'de yeni çeşitlerle ilk ticari bahçeler kurulmuştur (Gough, 1996). Ülkemize ise 2000'li yıllarda Rize'de başlamıştır.

Maviyemiş Dünya'da başta ABD ve Kanada olmak üzere Şili, Meksika, Hollanda, Peru, Polonya, Portekiz, İspanya gibi ülkelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir (FAO, 2021). Ülkemizde ise maviyemiş üretimi konusunda giderek artan bir ilgi mevcut olup, ülkemiz maviyemiş üretim alanlarının 2018 yılında 990 da alanda 375 ton, 2019 yılında 1055 da alanda 443 ton, 2020 yılında 2128 da alanda 1287 ton, 2021 yılında 4197 da alanda 2496 ton ve 2022 yılında 6613 da alanda 4305 ton üretim gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Böylelikle son beş yılda üretim alanları 6.7 katı, üretim miktarı ise 11.5 katı artmıştır.

Dünyada ticari olarak yetiştirilen yüksek boylu, alçak boylu ve tavşan gözü (rabbiteye) maviyemiş türleri olmasına rağmen en yaygın olan çeşitler yüksek boylu maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) türü içinde yer almaktadır. Yüksek boylu maviyemiş son yıllarda Avrupa ve Türkiye'de ticari bir ürün haline gelmiştir. Yüksek pazarlanabilir fiyatları nedeniyle dikim alanları genişlemektedir.

Maviyemiş meyveleri taze meyve olarak, meyve suyu sanayisinde, ilaç sanayisinde, süt ve süt ürünleri teknolojisinde, kuru meyve teknolojisinde, meyveli ekmek, çörek, kek, puding ve pastalarda, meyve salatalarında, reçel, marmelat, jel ve konserve sanayisinde, çay ile şarap üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca süs bitkisi olarak kullanılabilen, yaprakları, kökleri, çiçek ve meyveleri ilaç ve kozmetik sanayisinde değerlendirilmektedir (Gough, 1996; Morazzoni & Magistretti, 1986).

Maviyemiş meyveleri yüksek antioksidan aktiviteye sahip vitaminler, antosiyaninler ve flavonoller, klorojenik asit ve prosiyanidinler gibi diğer fenolik bileşikler açısından zengindir (Kalt ve ark., 2020). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Maviyemişin insanlar için en sağlıklı beş gıdadan biri olduğunu onaylamıştır (Li ve ark., 2018). Maviyemiş toplam polifenol içeriğinin yarısından fazlası antosiyaninlerdir (Kuntz ve ark., 2017). Maviyemiş mavi renk oluşumundan sorumlu olan bulunan antosiyaninlerden delphinidin, malvidin, petunidin ve peonidin içermektedir (Pertuzatti ve ark., 2016).

Maviyemiş meyveleri antikanser, antioksidan, anti-enflamasyon, anti-obezite ve anti-diyabetik aktiviteleri içermektedir (Jiao ve ark., 2019). Örneğin meme, rahim ağzı, kolon ve prostat kanseri dahil olmak üzere çeşitli insan kanseri hücrelerinin büyümesinin engellenmesinde kullanıldığı bildirilmektedir (Morazzoni ve ark., 1986; Çelik, 2005; Kalt ve ark., 2007; Howell, 2009; Folmer ve ark., 2014).

Maviyemiş meyvenin iç ve dış kalitesini belirleyen parametrelerden tane ağırlığı, meyve şekil indeksi ve biyokimyasalların konsantrasyonu kalite standart göstergeleri olarak görülmektedir. Özellikle sağlık yararları sağlayan fenolik bileşikler ve yüksek antioksidan aktivite maviyemiş fonksiyonel bir gıda unvanını kazandırmaktadır (Milivojević ve ark., 2016).

Meyvelerinin tatlı, aromalı, çekici renk özelliğinin olması yanı sıra insan sağlığı üzerine olan yararlı etkileri tüketicilerin dikkatini çekmiş ve bu türe olan talebi artırmıştır (Laveffe ve ark., 2020; Petzold ve ark., 2016). Nitekim son yıllarda toprak pH'sının uygun olmadığı Akdeniz Bölgesinde, maviyemişin saksılar içerisinde standart topraksız tarım kültürü (pH ayarlı) şeklinde yetiştiriciliği popülerlik kazanmaya başlamıştır. Bu çalışmada, Serik/Antalya bölgesinde saksıda ve topraksız tarım tekniği ile açıkta yetiştirilmiş üç maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.)

çeşidinin ('Camellia', 'Venture' ve 'Suzie Blue') meyve kalite ve antioksidan özellikleri incelenerek karşılaştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2022 yılında, ISUBÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Özel bir firma tarafından Akdeniz Bölgesi'nde Antalya ili Serik ilçesinde topraksız tarım kültürü ile yetiştirilen ve sekiz yaşını tamamlamış 'Camellia', 'Venture' ve 'Suzie Blue' yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinin meyveleri materyal olarak kullanılmıştır.

Ölçüm ve analizler

Çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 meyve olacak şekilde yürütülmüştür. Meyveler ticari hasat zamanında her çeşit için bitkinin farklı bölgelerinden hasat edilip, meyve ağırlığı hassas terazi (0.01 g'a duyarlı) yardımıyla g olarak belirlenmiştir. Meyve boyu, meyve eni 0.01 mm hassasiyete sahip dijital kumpas yardımı ile mm olarak ölçülmüştür. Meyve kabuk rengi, MİNOLTA CR-400 renk ölçer cihazı ile meyvelerin her iki tarafından ölçülüp, L*, a* ve b* cinsinden değerlendirilmiştir (Öztürk, 2012).

Hasat edilen meyveler temizlendikten sonra kabukları soyulmuş ve meyve suları filtre edilmiştir. Daha sonra meyve sularında dijital refraktometre yardımı ile SÇKM ve dijital pH metre yardımıyla meyve suyu pH'sı belirlenmiştir. Meyve suyundaki TEA miktarının belirlenmesi ise filtre edilen 10 ml meyve suyunun üzerine 100 ml'ye tamamlanincaya kadar saf su ilave edilmiş ve pH'sı 8.1 oluncaya kadar 0.1N NaOH ile titre edilmiştir. TEA % olarak tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır (Öztürk ve ark., 2012; Çakır ve ark., 2021).

Toplam fenolik miktarı Singleton & Rossi'nin (1965) yöntemine göre Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak saptanmıştır. Spektrofotometrede okumalar 750 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Toplam flavonoid içeriği Zhishen ve ark. (1999)'nin belirttiği yöntemle gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometrede okumalar 510 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Toplam antioksidan kapasitesi (DPPH) (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) Kumaran & Karunakaran (2006)'nin metoduna göre belirlenmiştir. Spektrofotometrede okumalar 517 nm dalga boyunda metanole karşı yapılmıştır (Çakır ve ark., 2021).

İstatistik analizler

Araştırma elde edilen veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak Varyans analizine tabi tutulmuştur. Genotipler arasındaki önemli farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Verimliliğin ana bileşenlerinden biri olarak ele alınan ve önemli kalite parametrelerinden biri olan meyve iriliği pazarlanabilirliği artırdığı gibi elle hasat etkinliğini de sağlamaktadır (Milivojević ve ark., 2016). Çalışmada, incelenen çeşitlerin meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyuna ait elde edilen değerleri ve istatistik sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Buna göre incelenen maviyemiş çeşitleri arasında meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eni bakımından istatistik anlamda önemli farklar belirlenmiştir ($p < 0.05$). Elde edilen verilere göre en yüksek meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eni 'Camellia' çeşidinde (sırasıyla 3.28 g, 19.45 mm ve 14.34 mm), en düşük değerleri ise 'Suzie' çeşidinde (sırasıyla 2.52 g, 16.65 mm ve 13.33 mm) belirlenmiştir. Akbulut ve ark. (2013), on adet maviyemiş çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, meyve ağırlığını 0.948-1.846 g, meyve boyunu 8.76-11.58 mm ve meyve enini ise 10.13-15.56 mm arasında saptamışlardır. Gündüz ve ark. (2015) Amerika Birleşik Devletleri'nde 24 çeşit ile yürüttükleri çalışmada çeşit ve yıllara göre meyve ağırlığını 0.8-3.3 g arasında değişim gösterdiklerini bildirmişlerdir. Aslan (2019) ise yapmış olduğu tez çalışmasında, dokuz adet maviyemiş çeşidinin meyve ağırlıklarını

ortalama 1.19-3.09 g, meyve boyunu 9.82-13.18 mm ve meyve enini 12.58-18.53 arasında belirlemiştir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da bulunmuştur (Akbulut ve ark., 2013; Eke, 2017; Bozdağ, 2019). Buna göre çalışmadan elde edilen değerlerimiz yukarıdaki araştırmacıların değerlerinden yüksek veya yakın gerçekleşmiştir. Bu durumun genotip farklılığından ileri geldiği kuvvetle muhtemeldir. Nitekim maviyemişte yapılan bir çalışmada meyve ağırlığı (g), meyve çapı (mm), meyve boyu (mm) değişkenleri için "tür" ve "meyve iriliği" faktörleri arasında pozitif bir iki yönlü etkileşim olduğu bildirilmiştir (Radunz ve ark., 2017). Yine Aliman ve ark. (2020), maviyemiş çeşitlerinde yaptıkları çalışmada türler içerisindeki genotiplerin meyve ağırlıklarındaki farklılıkların büyüme mevsimleri arasındaki farklılıklardan daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar meyve iriliğinin araştırma yıllarındaki hava koşullarından etkilenebildiğini ve bu durumun çeşitlere göre değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Milivojević ve ark. (2016) ise hasat zamanının meyve fiziksel özellikleri üzerine etki ettiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 1. Maviyemiş çeşitlerine ait farklı çeşitlerin meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eni değerleri

Table 1. Fruit weight, fruit length, and fruit width values of different blueberry cultivars

Çeşit	Meyve ağırlığı (g)	Meyve boyu (mm)	Meyve eni (mm)
Venture	2.79 ± 0.235ab	17.00 ± 0.553b	14.23 ± 0.132a
Suzie	2.52 ± 0.123b	16.65 ± 0.260b	13.33 ± 0.323b
Camellia	3.28 ± 0.219a	19.45 ± 0.355a	14.34 ± 0.248a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p≤0.05).

Maviyemişte meyve kabuk rengi meyvelerin değerlendirilmesi, albenisi ve tüketici tercihleri açısından önemli olduğu kadar aynı zamanda içerdikleri pigmentler sayesinde de insan sağlığına olumlu etkilerde bulunmaktadır (Norberto, 2013). Çalışmada yer alan çeşitlere ait meyve kabuk renk özellikleri Çizelge 2’de sunulmuştur. Buna göre maviyemiş çeşitleri arasında L* ve b* değerleri bakımından istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir. L* değeri 25.67 ile 29.95 ve b* değeri -2.86 ile -1.86 arasında değişim göstermiştir. Çalışmada daha koyu renkli ‘Camellia’ çeşidi en mavi renk değerine sahip olmuştur. Bu çeşidi Venture izlemiştir. a* değerinde ise çeşitler arasındaki farklar istatistik anlamda önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek kırmızı renk değeri ‘Venture’ çeşidinde (1.73), en düşük ise ‘Suzie’ (0.57) çeşidinde saptanmıştır. Benzer şekilde Aslan (2019), incelediği maviyemiş çeşitlerinin L* değerinin 25.03 (Jersey) ile 30.58 (Berkeley), a* değerinin 0.63 (Northland) ile 2.3 (Brigitta), b değerini ise -0.17 (Patriot) ile -2.68 (Bluegold) arasında değiştiğini saptamıştır. Buna karşın Saftner ve ark. (2008) 10 maviyemiş çeşidinin L* değerini 21.94 (Weymouth) ile 31.73 (Berkeley), a* değerini -0.78 (Elliott) ile -0.01 (Coville) ve b* değerini -5.70 (Bluegold) ile -3.88 (Lateblue) arasında saptamıştır. Literatür sonuçlarında görülen farklılıkların çeşit, yetiştirme bölgesi, yetiştirme koşulları, hasat zamanı vb. nedenlerden ileri geldiği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Maviyemiş çeşitlerine ait meyve kabuk L*, a* ve b* değerleri

Table 2. Fruit skin L*, a* and b* values of blueberry cultivars

Çeşit	L değeri	a değeri	b değeri
Venture	28.48 ± 0.650	1.73 ± 0.120a	-2.77 ± 0.027
Suzie	25.67 ± 3.000	0.57 ± 0.096b	-1.86 ± 0.539
Camellia	29.95 ± 0.678	0.97 ± 0.249b	-2.86 ± 0.487

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p≤0.05).

Çalışmada incelenen maviyemiş çeşitleri arasında SÇKM, TEA ve pH değerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (p<0.05) (Çizelge 3). Bu özellikler bakımından ‘Camellia’ çeşidi en yüksek değerlere (sırasıyla %10.23, %1.17 ve 3.70) sahip olmuş ve diğer iki çeşit ile arasında önemli farklar saptanmıştır (Çizelge 3). SÇKM ve TEA içeriği

bakımından 'Venture' ile 'Suzie' çeşidi arasındaki farklar istatistik olarak önemsizken, pH içeriği bakımından ise önemli fark belirlenmiştir. Buna göre 'Suzie' çeşidi en düşük pH değeri (3.58) göstermiştir. Bu sonuçlar literatürde bildirilen sonuçlarla karşılaştırıldığında genelde paralellik göstermektedir. Nitekim farklı maviyemiş çeşitlerinde yapılan çalışmalarda Çelik (2003) SÇKM içeriğini %10.04-11.00 ve TEA içeriğini %0.96-1.59 arasında, Saftner ve ark. (2008) SÇKM içeriğini %10.6-13.2, TEA içeriğini %0.40- 1.27 ve pH değerini 2.5-3.4 arasında, Akbulut ve ark. (2013) SÇKM içeriğini %7.5-12.0 ve TEA içeriğini %0.318-0.532 arasında, Gündüz ve ark. (2015) çeşit ve yıllara göre SÇKM içeriğini %10.4-19.5, TEA içeriğini %0.5-2.0 ve pH değerini 2.9-3.9 arasında, Aslan (2019) SÇKM içeriğini %6.54-9.75, TEA içeriğini %0.62-1.42 ve pH değerini 2.66-3.13 arasında, Yörük (2019) SÇKM içeriğini %10.67-12.70 ve pH değerini 2.95-3.60 arasında saptamıştır.

Çizelge 3. Maviyemiş çeşitlerine ait meyvelerin SÇKM, TEA ve pH değerleri

Table 3. TSS, TA and pH values of fruits of blueberry cultivars

Çeşit	SÇKM (%)	TEA (%)	pH
Venture	9.60 ± 0.100b	0.88 ± 0.006b	3.58 ± 0.005c
Suzie	9.80 ± 0.100b	0.88 ± 0.006b	3.62 ± 0.010b
Camellia	10.23 ± 0.152a	1.17 ± 0.008a	3.70 ± 0.010a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p≤0.05).

Meyvede antioksidan durumu kalitenin önemli bir parametresidir ve sağlığı koruyucu bir faktör olarak önemli bir rol oynamaktadır. Çevresel koşullardan çok genotipten etkilenen fenolik maddeler önemli bir antioksidan kaynağıdır (Gündüz & Özdemir, 2014; Aliman ve ark., 2020; Demir & Başayığit, 2022). Maviyemiş içermiş olduğu çok yüksek şeker, organik asit ve fenolik antioksidan içeriği ile karakterize edilen fonksiyonel gıda olarak görülmektedir (Milivojevic ve ark., 2015). Bu çalışmada maviyemiş çeşitlerine ait toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve toplam antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4'de sunulmuştur. Çeşitler arasında toplam flavonoid ve toplam fenolik madde miktarı bakımından istatistik anlamda önemli fark çıkmamıştır. Bununla birlikte en yüksek toplam fenolik ve toplam flavonoid miktarı 'Camellia' çeşidinde (sırasıyla 215.40 mg catechin/100g ve 273 mg GAE/100g) belirlenmiştir. Toplam antioksidan kapasite bakımından çeşitler arasında önemli fark saptanmıştır. En yüksek toplam antioksidan kapasite 'Camellia' (%61.05) çeşidinde bulunmuştur. Bu çeşit diğer iki çeşitten ortalama iki katı daha fazla toplam antioksidan kapasiteye sahip olmuştur. Bu çeşidi sırasıyla Suzie (%32.17) ve Venture (%28.79) çeşitleri izlemiştir. Çalışma sonuçları bazı literatür bildirişleri (Li ve ark., 2017; Marinova ve ark., 2005; Wang ve ark., 2017) ile benzerlik gösterirken bazı literatür sonuçlarından (Bunea ve ark., 2011; Fredes ve ark., 2014) farklılık arz etmiştir. Nitekim meyvelerin biyokimyasal içerikleri genotip, ekoloji, yetiştirme tekniği, hasat zamanı ve analiz yöntemine göre değişkenlik göstermektedir (Aliman ve ark., 2020; Giovanelli & Buratti, 2009; Gündüz ve ark., 2015).

Çizelge 4. Maviyemiş çeşitlerine ait meyvelerin toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antioksidan kapasite değerleri

Table 4. Total phenolic, total flavonoid and total antioxidant capacity values of fruits of blueberry cultivars

Çeşit	Toplam Fenolik (mg GAE/100g)	Toplam Flavonoid (mg catechin/100g)	Toplam Antioksidan Kapasite (%)
Venture	224.69 ± 2.230	169.80 ± 32.900	28.79 ± 1.309b
Suzie	205.50 ± 22.300	172.70 ± 17.700	32.17 ± 1.552b
Camellia	273.00 ± 41.000	215.40 ± 9.140	61.05 ± 1.150a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p≤0.05).

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesi (Serik/Antalya) ekolojisinde, topraksız tarım kültürde yetiştirilmiş 'Camellia', 'Venture' ve 'Suzie Blue' güney orjinli yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinin meyvelerinde bazı kalite ve antioksidan özellikleri incelenmiştir.

Sonuçta, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, SÇKM, TEA, pH ve toplam antioksidan kapasite bakımından 'Camellia' öne çıkan çeşit olmuştur. Bu çeşit daha iri, parlak ve koyu mavi renkli meyveler vermiş olup, fenolik madde ve antioksidan kapasitesi daha yüksek bulunmuştur.

Yaşamın birçok alanında kullanılan ve son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar ile popüleritesi artan bu meyve türü için ülkemizde daha fazla çalışmanın yapılması gereklidir.

TEŞEKKÜRLER

Katkılarından dolayı meslektaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Ayfer Hız'a teşekkür ederiz. Bilen Agro Tarım Ticaret Enerji A.Ş. teşekkür ederiz.

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.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, M., Baykal, H., & Şavşatlı, Y. (2014). Rize ili sütlüce köyü ekolojik koşullarında farklı maviyemiş çeşitleri (*Vaccinium corymbosum* L.) ve yöreden selekte edilen çay üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.) tiplerinin fenolojik, pomolojik ve agronomik özelliklerinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2, 49-54.
- Ağaoğlu, Y.S. (2006). Türkiye'de üzümü meyvelerin bugünkü durumu ve geleceği. II. *Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu*, 14 (16), 1-7.
- Aslan, N.Y. (2019). Giresun ili Bulancak ilçesinde yetiştirilen bazı maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinin pomolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 84 s.
- Aliman, J., Michalak, I., Busatlic, E., Aliman, L., Kulina, M., Radovic, M., & Hasanbegovic, J. (2020). Study of the physicochemical properties of highbush blueberry and wild bilberry fruit in central Bosnia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44 (2), 156-168. <https://doi.org/10.3906/tar-1902-36>
- Bozdağ, M.M. (2019). Ülkemizde bulunan bazı vaccinium türlerinin morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalı, 51 s.
- Bunea, A., Rugina, O.D., Pinte, A.M., Sconța, Z., Bunea, C.I., & Socaci, C. (2011). Comparative polyphenolic content and antioxidant activities of some wild and cultivated blueberries from Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39 (2), 70-76. <https://doi.org/10.15835/nbha3926265>
- Çakır, M., Yıldırım, A., Çelik, C., & Esen, M. (2021). Farklı bitki büyüme düzenleyici maddelerin Jeromine elma çeşidinde kalite ve biyokimyasal içerikleri üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36 (3), 478-487. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.936081>

- Çelik, H. (2003). Bazı yüksek çalı yabanmersini çeşitlerinin Rize'deki performanslarının saptanması üzerine araştırmalar. *I. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23-25.
- Çelik, H. (2008). Maviyemiş (Yaban Mersini, Likapa) Yetiştiriciliği El Kitabı. Artvin'de Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Projesi, AÇÜ Orman Fakültesi Dekanlığı, DOKAP LDI-172, Artvin, 67.
- Demir, S., & Başayığit, L. (2022). Classification of some biochemical properties with J48 classification tree algorithms in hyperspectral data. *Veri Bilimi*, 5 (2), 20-28.
- Eke, İ. (2017). Bazı yabancı *Vaccinium* ve *Rubus* türlerinde antioksidan, fitokimyasal ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalı, 54 s.
- FAO (2021). FAO (Dünya Tarım Örgütü Web Sayfası). <http://www.fao.org>.
- Folmer, F., Basavaraju, U., Jaspars, M., Hold, G., El-Omar, E., Dicato, M., & Diederich, M. (2014). Anticancer effects of bioactive berry compounds. *Phytochemistry Reviews*, 13, 295-322. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202014000100005>
- Fredes, C., Montenegro, G., Zoffoli, J.P., Santander, F., & Robert, P. (2014). Comparison of the total phenolic content, total anthocyanin content and antioxidant activity of polyphenol-rich fruits grown in Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 41 (1), 49-60. <https://doi.org/10.1007/s11101-013-9319-z>
- Gündüz, K., & Özdemir, E. (2014). The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugar of strawberry. *Food Chemistry*, 155, 298-303. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.064>
- Gündüz, K., Serçe, S., & Hancock, J.F. (2015). Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.09.007>
- Gough, R.E. (1996). 'Blueberries, North and South. In: *small fruits in the home garden* (Eds., Gogh, R.E. and Poling, E.B)', The Haworth Pres Inc. 10 Alice Street, Binghamton NY 1 3904-1580, USA, 71-106. https://doi.org/10.1300/J065v04n01_03
- Giovanelli, G., & Buratti, S. (2009). Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, 112 (4), 903-908. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.066>
- Howell, A.B. (2008, July). Update on health benefits of cranberry and blueberry. *IX International Vaccinium Symposium*, 810 (pp. 779-785).
- Jiao, X., Wang, Y., Lin, Y., Lang, Y., Li, E., Zhang, X., & Li, B. (2019). Blueberry polyphenols extract as a potential prebiotic with anti-obesity effects on C57BL/6 J mice by modulating the gut microbiota. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 64, 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2018.07.008>
- Kalt, W., Joseph, J.A., & Shukitt-Hale, B. (2007). Blueberries and human health: a review of current reseach. *Journal of the American Pomological Society*, 61 (3), 151.
- Kalt, W., Cassidy, A., Howard, L.R., Krikorian, R., Stull, A.J., Tremblay, F., & Zamora-Ros, R. (2020). Recent research on the health benefits of blueberries and their anthocyanins. *Advances in Nutrition*, 11 (2), 224-236. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz065>
- Kuntz, S., Kunz, C., & Rudloff, S. (2017). Inhibition of pancreatic cancer cell migration by plasma anthocyanins isolated from healthy volunteers receiving an anthocyanin-rich berry juice. *European Journal of Nutrition*, 56, 203-214. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-1070-3>
- Lavefve, L., Howard, L.R., & Carbonero, F. (2020). Berry polyphenols metabolism and impact on human gut microbiota and health. *Food & Function*, 11 (1), 45-65. <https://doi.org/10.1039/C9FO01634A>

- Li, D., Li, B., Ma, Y., Sun, X., Lin, Y., & Meng, X. (2017). Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 84-93. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.006>
- Li, X., Liu, H., Lv, L., Yan, H., & Yuan, Y. (2018). Antioxidant activity of blueberry anthocyanin extracts and their protective effects against acrylamide-induced toxicity in HepG2 cells. *International Journal of Food Science & Technology*, 53 (1), 147-155. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13568>
- Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 (3), 55-260.
- Morazzoni, P., & Magistretti, M.J. (1986). Effects of *Vaccinium myrtillus* anthocyanosides on prostacyclin like activity in rat arterial tissue. *Fitoter*, 42, 11-14.
- Milivojevic, J., Radivojevic, D., Nikolic, M., & Dragisic Maksimovic, J. (2015). Changes in fruit quality of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*) during the ripening season. *III Balkan Symposium on Fruit Growing*, 1139 (pp. 657-664). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.113>
- Norberto, S., Silva, S., Meireles, M., Faria, A., Pintado, M., & Calhau, C. (2013). Blueberry anthocyanins in health promotion: A metabolic overview. *Journal of Functional Foods*, 5 (4), 1518-1528. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.015>
- Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K., Çekiç, Ç., & Kılıç, K. (2012). Red chief elma çeşidinde aminoethoxyvinylglycine'nin (avg) ve naftalen asetik asit'in (NAA) hasat önu döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 120-126. <https://doi.org/10.7161/anajas.2012.273.120>
- Pertuzatti, P.B., Barcia, M.T., Rebello, L.P.G., Gómez-Alonso, S., Duarte, R.M.T., Duarte, M.C.T., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2016). Antimicrobial activity and differentiation of anthocyanin profiles of rabbiteye and highbush blueberries using HPLC–DAD–ESI–MSn and multivariate analysis. *Journal of Functional Foods*, 26, 506-516. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.07.026>
- Moreno, J., Gonzales, M., Zúñiga, P., Petzold, G., Mella, K., & Munoz, O. (2016). Ohmic heating and pulsed vacuum effect on dehydration processes and polyphenol component retention of osmodehydrated blueberries (cv. Tifblue). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 36, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.06.005>
- Radunz, A.L., Scheunemann, L.C., Kröning, D.P., Radunz, M., Pelizza, T.R., Dal Bosco Ducatti, R., Tramontin, M.A., & Tironi, S.P. (2017). Size and attributes of development of fruit blueberry. *Academia Journal of Agricultural Research*, 5 (9), 251-254. <http://doi.org/10.15413/ajar.2017.0508>
- Saftner, R., Polashock, J., Ehlenfeldt, M., & Vinyard, B. (2008). Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 49 (1), 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.01.008>
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3), 144-158.
- Sarıyıldız, T. (2008). Ekoloji ve Toprak Bilgisi. Artvin'de Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Projesi, AÇÜ Orman Fakültesi Dekanlığı, Ders Notu, DO-KAP LDI-172, Artvin, 82.
- TÜİK (2022). TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>
- Wang, H., Guo, X., Hu, X., Li, T., Fu, X., & Liu, R.H. (2017). Comparison of phytochemical profiles, antioxidant and cellular antioxidant activities of different varieties of blueberry (*Vaccinium* spp.). *Food Chemistry*, 217, 773-781. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.002>
- Yörük, G. (2019). Uludağ'da yetiştirilen bazı yaban mersini çeşitlerinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidant kapasitelerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 86 s.

Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64 (4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)

Effects of silver nanoparticles (Ag-NPs) on physiological and biochemical properties of tomato plants under drought stress

Gümüş nanopartiküllerin (Ag-NPs) kuraklık stresi altındaki domates bitkilerinin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkisi

Yelderem AKHOUNDNEJAD¹, Ozgur KARAKAS², H. Yıldız DASGAN³, Nevzat SEVGİN¹,
Gamze GUNDOĞDU⁴, Baki TEMUR¹

¹Sırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Idil, Sırnak, Türkiye.

²Cukurova university, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Adana, Türkiye.

³Sırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Idil, Sırnak, Türkiye.

⁴Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Nilufer, Bursa, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 21.03.2023 Accepted / Kabul: 08.06.2023</p> <p>Keywords: Silver nanoparticles Drought Tomato Stress</p> <p>Anahtar Kelimeler: Gümüş nanopartiküller Kuraklık Domates Stres</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Yelderem AKHOUNDNEJAD yakhoundnejad@sirnak.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>In this study, the effects of five different concentrations of silver nanoparticles (Ag-NPs) (0, 25, 50, 75, 100 mg l⁻¹) application on two different tomato cultivars grown at three different irrigation levels (25%, 50% and 100%) were investigated. Yield and quality characteristics of tomato fruits were investigated. The level of Ag-NPs that reduces the effects of arid stress on the plant genotypes physiologically and morphologically and their effects on the yield and fruit quality characteristics were also evaluated. Ag-NPs of 50 mg l⁻¹ application was found to be more effective than the other applications in protecting tomato plants against the negativities caused by drought stress. In general, the total yield showed a decrease in AgNPs+stress applications according to Chlorophyll (SPAD) and Water use efficiency. In total yield Ag-NPs, Ag-NPs+50% stress and Ag-NPs+25% stress applications, the highest doses were found for Ag-NPs 25 mg l⁻¹ (5489.66 g m⁻²) and Ag-NPs 25 mg l⁻¹ (4896.00 g m⁻²), respectively. This study provides results that may be used by producers in places where tomato plants grown in arid regions. Silver nanoparticles can be used at ppm levels to produce quality tomato fruits by providing drought resistance of the plant.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışmada, 3 farklı sulama seviyesinde (%25, %50, %100) yetiştirilen 2 farklı domates çeşidine 5 farklı konsantrasyonda gümüş nanopartiküllerin (Ag-NPs) (0, 25, 50, 75, 100 mg l⁻¹) uygulamasının etkileri incelenmiştir. (Ag-NPs) uygulaması ppm bazında kullanılarak domates meyvesinin verim ve kalite özelliklerini incelenmiştir. Ag-nanopartiküllerin domates genotiplerinde bitki üzerindeki kurak stresin etkilerini fizyolojik ve morfolojik olarak hangi düzeyde azalttığı belirlenirken, uygulamaların verim ve meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Denemede uygulanan Ag-NPs 50 mg l⁻¹ uygulamasının domates bitkisini; kuraklık stresinden kaynaklanan olumsuzluklara karşı korumada diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu görülmüştür. Genel olarak toplam verim, meyve uzunluğu ve meyve çapına göre Ag-NPs+stres uygulamaları bir düşüşe neden olmuştur. Toplam verimde Ag-NPs, Ag-NPs+%50 stress ve Ag-NPs+%25 stress uygulamalarında en yüksek dozlar sırasıyla Ag-NPs 25 mg l⁻¹ (5489,66 g m²) ve Ag-NPs 25 mg l⁻¹ (4896,00 g m²) olarak bulunmuştur. Bu çalışma, üreticilerin hemen kullanabilecekleri pratik kısa vadeli sonuçlar sunmaktadır. Bu çalışma, özellikle kurak bölgelerde domates yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda üreticilerin kısa vadede pratik olarak kullanabilecekleri sonuçlar sunmaktadır. Gümüş nanopartiküller, bitkinin kuraklığa dayanıklılığını sağlayarak kaliteli domates meyveleri üretmek için ppm düzeylerde kullanılabilir.</p>
Cite/Atıf	Khoundnejad, Y., Karakas, O., Dasgan, H.Y., Sevgin, N., Gundogdu, G., & Temur, B. (2023). Effects of silver nanoparticles (Ag-NPs) on physiological and biochemical properties of tomato under drought stress. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 522-535. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1266767

INTRODUCTION

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the main field and greenhouse vegetable crops grown all over the world (Quinet et al., 2019). Tomatoes contain many health-promoting compounds and are easily integrated as a nutritious part of a balanced diet (Martí et al., 2016). Nanotechnology is developing rapidly in many sectors including agriculture. Nanoparticles differ from bulk products due to their physical and chemical properties. Different responses have been reported regarding commercial and scientific applications of nanoparticles (Oberdorster et al., 2005; Akhoundnejad & Karakaş, 2021). The word nano means very small in Greek and refers to a billionth of any physical size (Tegart, 2003). Silver is used in different stages of plant growth and development due to its nanomaterial and antibacterial properties (Kim et al., 2007; Soyulu et al., 2022). Nanotechnology is an applied science field that deals with biological or non-biological particles smaller than 100 nm in diameter (Cıracı et al., 2005). Nanotechnology is the study and use of materials at atomic and molecular sizes (on a scale ranging from 10 to 100 nm) (Kaphleet et al., 2018). Nanoparticles can be in the form of organic and inorganic materials. Organic nanoparticles contain carbon while inorganic nanoparticles contain titanium, zinc, silver, gold and copper (Xu et al., 2006). Nanoparticles (NPs) are materials with their unique nanoscale size between 1 and 100 nm (Graf et al., 2003), chemical and physical properties, size and high surface area (Dakal et al., 2016). Among the nanoparticles used in plants, silver nanoparticles (Ag-NPs) are used more effectively and importantly in different applications (Firdhouse & Lalitha, 2015).

Plants face adverse conditions due to fluctuations of environmental conditions. These changes include abiotic nutrient imbalance, stresses such as high or low temperature, salinity and drought affecting plant growth and development (Due et al., 2008). Many researchers extensively studied the drought stress on many plant varieties (Farooq et al., 2009; Dasgan et al., 2018; Laxa et al., 2019, Akhoundnejad & Dasgan, 2020; Akhoundnejad et al., 2022). Drought stress causes biochemical, physiological and morphological changes in plants (Ortiz et al., 2015; Birgin et al., 2021). Although plants can develop defense and resistance mechanisms, these measures are sometimes insufficient (Cruz de Carvalho, 2008). In recent years, nanotechnology has received increasing attention in the fields of electricity, medicine, food and agriculture. It is widely used, especially because it shows quick results in plants.

The aim of this study was to examine the tomato yield and quality under the application of silver nanotechnology and drought stress. Different doses of Ag-NPs, drought stress, plant growth, effects and toxicities were investigated. In addition, both beneficial and harmful limitations of Ag-NPs application were examined.

MATERIALS and METHODS

The tomato genotype (cv. Fereng) used in the research was widely cultivated in Idil/Sirnak region (Akhoundnejad, 2020). The study was carried out in the research and application garden of Sirnak University. Three different water levels (100%, 50% and 25%) were used in the experiment (Akoundnejad, 2020). The amount of water to be given was calculated according to the formula given below. The amount of water given per plant was shown in Figure 1. Ag-NPs were applied to tomato plants at 0, 25, 50, 75 and 100 mg l⁻¹ doses which were chosen according to previous studies (Akhoundnejad et al., 2022). The characteristics of the Ag-NPs, obtained from Sigma Aldrich company, are as follows: AB202468 and 4-7 APS 4-7 micron; 99.9% (metalsbasis). The experiment was set up in a factorial randomized block design with three replications and 10 tomato plants in each replication. Tomato seeds were planted on rows with a distance of 120 cm between rows and 50 cm in rows. In the experiment, seed planting was done on March 15, 2019 according to the weather conditions. The planting of the seedlings was carried out on April 17, 2019. Drought stress onset time was applied after the first flowering in the experiment. Ag nanoparticles (Ag-

NPs) was applied approximately 30 days after planting and every two weeks at doses of 0, 25, 50, 75 and 100 mg l⁻¹ from the leaf until the end of the experiment (as a foliar spray).

IR (Amount of Water Used, m³) = A (Parcel size, decare) * E PAN (Evaporation amount, mm) * KCP (Coefficient of tomato fruit, 0.80) * P (Vegetation, %)

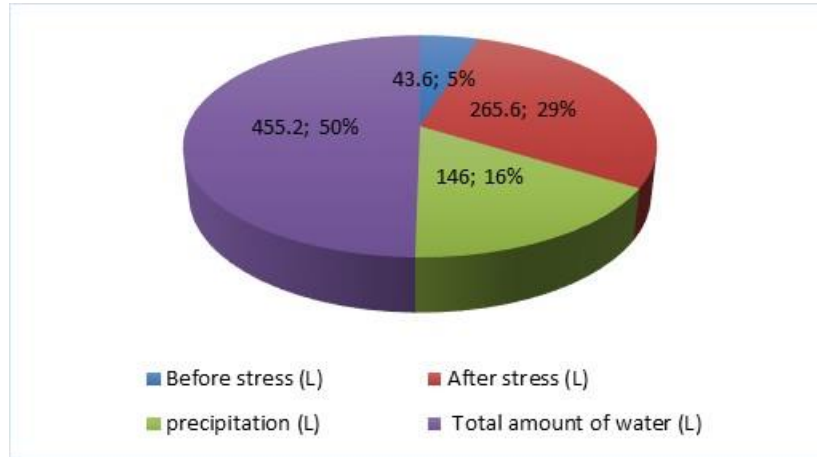


Figure 1. The amount of water used in the experiment (Liter plant⁻¹)

Şekil 1. Denemede kullanılan su miktarı (Litre bitki⁻¹)

Membrane damage index in leaf cells (%)

In the trial, 1 cm diameter leaf disc was taken by counting 5-6 leaves from the top of the tomato plant during the harvest period and falcon tubes were placed with 20 ml distilled water and measured with an EC meter after 4 hours. In addition, after measuring, the samples were kept at 100 °C for 10 minutes and after they come to room temperature, they were measured again with an EC meter and the following Formula was applied to calculate the membrane damage index in leaf cells (Dlugokecka & Kacperska-Palacz, 1978; Fan & Blake, 1994):

Membrane damage index in leaf cells = (Lt-Lc) / (1-Lc)x100

Lt: EC measurement of stress application in trial before autoclave/ Ec measurement after autoclave

Lc: EC measurement of the control application in the trial EC before/after autoclaving

Determination of the amount of chlorophyll (SPAD)

Chlorophyll amount was measured from six leaves from the top of the tomato plants by using chlorophyll meter (Minolta SPAD-502Plus).

Determination of fresh and dry weight of tomato leaves (%)

During the harvest period, samples were taken from the leaves and weighed. The weights of the samples were also measured after drying in an oven for 72 hours and at 65 °C.

Determination of leaf relative water content (LRWC) (%)

In the experiment, leaves were taken as samples during the harvest period and their fresh weights were measured. In addition, the leaf samples were kept in pure water for 4 hours and the turgor weights were measured again. In addition, after drying in an oven for 48 hours and at 65 °C, the weights were measured again and calculated according to the method of Sanchez et al. (2004).

Potassium and calcium element analyzes of tomato fruits and green parts (mg l⁻¹ and %)

After drying samples, 200 mg of the samples weighed and burned in the ash oven at 550 °C for 6 hours. In addition, the blue band filter was taken by dissolving with 3.3% HCl solution. The concentrations of K and Ca elements were determined by reading the filters in an Atomic Absorption Spectrophotometer (Model: FS220, Varian) device in emission mode.

Determination of vitamin C in tomato juice (mg g⁻¹)

After taking the juice sample of 1 g of tomato fruits, 45 ml of 0.4% oxalic acid was added, 1 ml was taken after passing through filter paper, 9 ml of dye solution was added, and reading was made according to Özdemir and Dündar (2001) at 502 nm wavelength.

Determination of lycopene (mg kg⁻¹)

After the tomato fruits were set, 0.5 g pulp was weighed, 0.3 g starch was added to it, 20 ml acetone was added, and then shaken in a shaker for 20 minutes and centrifuged for 3 minutes. In addition, measurements were made at 503 nm in the spectrophotometer.

Water use efficiency (g l⁻¹)

In the experiment, the amount of water given to tomatoes in different arid stress applications was recorded. In addition, the yield amount of the tomato genotype was recorded at each harvest. Water use efficiency was calculated by dividing the tomato yield recorded at the end of the experiment by the amount of water we gave (reference) using the formula given below:

Water Use Efficiency (g / L) = yield per plant (g / plant) / amount of water given to the plant (L / plant)

Total tomato fruit harvest (g/m²)

After the start of the harvest in the experiment, the harvest of tomato fruits was recorded in each harvest. One harvest was made each week with a total of 5 harvests. At the end of the experiment, the total harvest amount was calculated. In addition, the amounts of tomatoes per unit area were calculated as g per m².

Recording of climate data

The climate data during the trial period were taken from the Sirnak Meteorology Station Directorate. The climate data (temperature and precipitation) recorded in the experiment are given in Figure 2 and Figure 3.

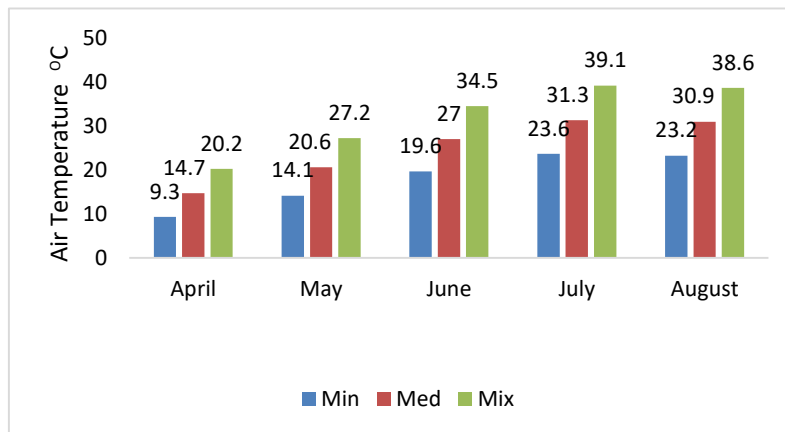


Figure 2. Temperature (°C) data near the experiment site
Şekil 2. Deney sahasına yakın sıcaklık (°C) verileri

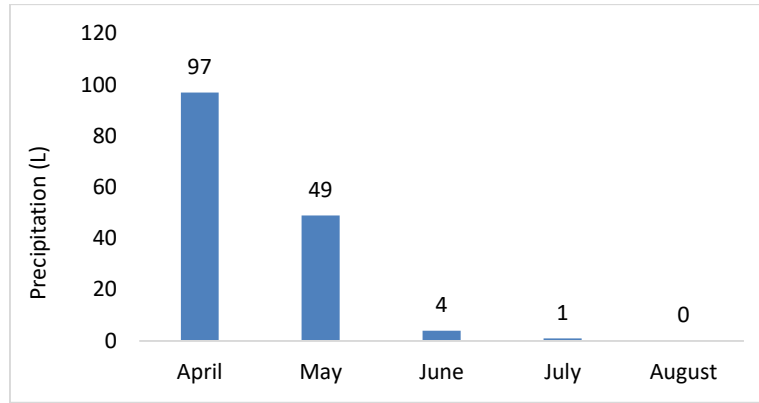


Figure 3. Total precipitation (L) data near the experiment site

Şekil 3. Deney sahasına yakın alanda toplam yağış (L) verileri

Statistical analysis

The data in the experiment were subjected to analysis of variance by using JMP statistic package program (Version 13) and the significance levels of the differences between the means were evaluated according to the LSD test.

RESULTS and DISCUSSIONS

The changes in the total yield was observed the lowest in Ag-NPs, Ag-NPs+50% stress and Ag-NPs+25% stress applications: Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +100% (5205 g m²), Ag-NPs 100 mg l⁻¹ + 50% stress (4162.00 g m²) and Ag-NPs were determined as 100 mg l⁻¹ + 25% stress (3849.83 g m²). In general, the total yield showed a similar decrease in AgNPs+stress applications according to Chlorophyll (SPAD) and Water use efficiency. In Ag-NPs, Ag-NPs+50% stress and Ag-NPs+25% stress applications, the highest doses were found for Ag-NPs 25mg l⁻¹ (5489.66 g m²) and Ag-NPs 25 mg l⁻¹ (4896.00 g m²), respectively. Accordingly, when the average values were examined, it was seen that the total harvest decreases by -19.43% on average in 50% irrigation application compared to their own controls, and the total harvest decreases by -10.32% in 25% irrigation application (Table 1). Considering the total yield according to the data in Table 1, the lowest tomato harvests in different applications were Ag-NPs 100 mg l⁻¹ 5205.0 (g m²), Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +50% irrigation 4162.0 g m² and Ag and -NPs+25% stress 3849.8 g m² were reached. In Ag-NPs application, plants develop different defense mechanisms together with stress applications (Ag-NPs+stress). Accordingly, it causes many physiological and biochemical changes in plants by negatively affecting growth and yield. Accordingly, when Ag-NPs are applied, stomata are closed and a more effective water use is realized in stress (drought) mechanisms, especially at 25 mg l⁻¹ doses. Therefore, it has an effect on the total yield. As Ag-NP doses increase, its negative effects are observed (Levard et al., 2012). The effects of Ag-NPs on crop harvest are common, especially on edible crops (Kumari et al., 2009; Lee et al., 2012; Qian et al., 2013).

As shown in Table 1, the amount of chlorophyll was seen between 72.4% and 61.1%. In the experiment, the amount of chlorophyll was determined at the lowest level in the two stress trials, Ag-NPs 100 mg l⁻¹ + 50% irrigation 66.5 and Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +25% irrigation 61.1. Accordingly, the least affecting chlorophyll amount in the experiment was determined as Ag-NPs 50 mg l⁻¹ + 50% irrigation 71.3 and Ag-NPs 25 mg l⁻¹ +25% irrigation 65.8 level in the stress trial. Depending on the Ag-NPs and Ag-NPs+Stress conditions, the amount of chlorophyll decreased with varying amounts of AgNPs doses (Table 1). Ag-NPs 50 mg l⁻¹, Ag-NPs 50 mg l⁻¹ + Stress 25% and Ag-NPs 25 mg l⁻¹ + Stress 25% showed the closest development to the control plants in terms of chlorophyll amount. As the concentration of Ag-NPs increased, the chlorophyll amount decreased. Accordingly, the effect of silver nanoparticles (Ag-NPs), a decrease in total chlorophyll content in Arabidopsis thaliana (Qian et al., 2013) and Oryza sativa (Nair & Chung, 2014) plants has been reported in previous studies in parallel with our study results.. This chlorophyll amount

causes inhibition in photosynthesis. In addition, it is generally determined as a result of lipid peroxidation as a result of the production of reactive oxygen species such as O_2 and H_2O_2 .

Table 1. Effect of Ag-NPs on the total yield and chlorophyll content of tomato under drought stress

Çizelge 1. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altındaki domatesin toplam verimi ve klorofil içeriğine etkisi

Treatment	100% Ir. L. (T.Y)	100% Ir. L. (Ch.)	50% Ir. L. (T.Y)	50% Ir. L. (Ch.)	25% Ir. L. (T.Y)	25% Ir. L. (Ch.)	50% Cha. (T.Y)	50% Cha. (Ch.)	25% Cha. (T.Y)	25% Cha. (Ch.)
Control	6436.0 b	70.60 c	5332.6 ab	68.78 b	4663.6 b	64.37 b	-17.14	-2.58	-12.55	-6.41
25 mg l ⁻¹	6687.3 a	71.67 b	5489.6 a	67.41 bc	4896.0 a	65.79 a	-17.91	-5.94	-10.81	-2.40
50 mg l ⁻¹	6731.6 a	72.36 a	5132.6 b	71.29 a	4862.0 a	65.14 ab	-23.75	-1.48	-5.27	-8.63
75 mg l ⁻¹	5943.0 c	66.50 e	4854.6 c	67.01 bc	4102.6 c	61.99 c	-18.31	0.77	-15.49	-7.49
100 mg l ⁻¹	5205.0 d	67.45 d	4162.0 d	66.49 c	3849.8 d	61.07 cd	-20.04	-1.42	-7.50	-8.15
Mean	6200.6	69.716	4994.3	68.196	4474.8	63.672	-19.43	-2.13	-10.32	-6.62
LSD _{0,05}	139	0.603	222	1.841	155	1.108	-	-	-	-

Ir. L.: Irrigation level, T.Y.:Total Yield, Ch.: Chlorophyll (SPAD), Chan.: Change

Effect of Ag-NPs on the Brix and chlorophyll content of tomato under drought stress is shown in Table 2. Considering the averages of the brix values of the tomato genotype in the study, AgNPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; Considering the averages of 6.412, 6.838 and 7.108 and % change, it was determined as 6.65 in 50% irrigation and 7.1 in 25% irrigation. Accordingly, as the stress increased, the brix values increased due to the increase in the amount of lots of lots. It is given in Table 2 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by the tomato genotype according to their own controls. Considering the average values, an increase is observed in 50% and 25% irrigation applications compared to brix 's own controls. When we look at the data in Table 2 the brix values in drought stress reached 6.92 in Ag-NPs 50 mg l⁻¹+50% irrigation and 7.19 in Ag-NPs 50 mg l⁻¹ +25% irrigation in tomato juice. In general, the brix value increases when the plants are under drought stress. The amount of Water-Soluble Dry Matter (brix) was determined between 4 and 6 in tomato fruit (Cramer et al., 2001). Changes in the components of TSS were observed in the glucose / fructose ratio and organic acids after tomato harvest (Javanmardi & Kubota, 2006).

Considering the averages of the green parts dry weight values of the tomato genotype in the study, AgNPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; Considering the averages of 11.41%, 9.20% and 8.25% and % change, it was determined as -19.30% in 50% irrigation and -10.40% in 25% irrigation. It is given in Table 2 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by the green part dry weight values of the tomato genotype compared to their own controls. According to this, when the average values are examined, it is seen that the dry weight values of green parts decrease in 50% and 25% irrigation applications compared to their own controls. Looking at the data in Table 2, the dry weight values of green parts under drought stress are the highest in 100% irrigation Ag-NPs 50 mg l⁻¹ 12.67%, Ag-NPs 0 mg l⁻¹+50% irrigation 10.21% and Ag-NPs 0 mg l⁻¹ +25% 9.30% irrigation values. dry weight of green parts in tomato juice reached. In addition, the lowest value among the applications was determined as 100 mg l⁻¹10.32% in 100% irrigation, Ag-NPs100 mg l⁻¹ +50% irrigation 8.35% and Ag-NPs100 mg l⁻¹ +25% irrigation 7.34%. In general, when the plants are under drought stress, the water use efficiency value decreases.

Table 2. Effect of Ag-NPs on the Brix and dry weight of tomato under drought stress

Çizelge 2. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altındaki domatesin Brix ve kuru ağırlığına etkisi

Treatment	100% Ir. L. (BRIX)	100% Ir. L. (DW)	50% Ir. L. (BRIX)	50% Ir. L. (DW)	25% Ir. L. (BRIX)	25% Ir. L. (DW)	50% Chan. (BRIX)	50% Chan. (DW)	25% Chan. (BRIX)	25% Chan. (DW)
Control	6.45 a	11.98 b	6.88 ab	10.21 a	7.14 ab	9.30 a	6.67	-14.77	3.78	-8.91
25 mg l ⁻¹	6.35 a	11.53 b	6.90 a	9.39 b	7.09 bc	8.56 b	8.66	-18.56	2.75	-8.84
50 mg l ⁻¹	6.47 a	12.67 a	6.92 a	9.57 b	7.19 a	8.35 c	6.96	-24.47	3.90	-12.75
75 mg l ⁻¹	6.30 a	10.56 c	6.70 b	8.49 c	7.15 ab	7.69 d	6.35	-19.60	6.72	-9.42
100 mg l ⁻¹	6.49 a	10.32 c	6.79 ab	8.35 c	6.97 c	7.34 e	4.62	-19.09	2.65	-12.10
Mean	6.412	11.41	6.838	9.20	7.108	8.25	6.65	-19.30	3.96	-10.40
LSD _{0,05}	0.309	0.545	0.178	0.483	0.083	0.197	-	-	-	-

Ir. L.: Irrigation level, DW: Dry weight, Chan.: Change

Membrane damage index Ag-NPs+50 stress was most affected by Ag-NPs+ 25 stress Ag-NPs 75 mg l⁻¹ and Ag-NPs 100 mg l⁻¹ (22.26%) and (38.36%) respectively. In addition, control and Ag-NPs 50 mg l⁻¹ + 25% stress (17.86%) and (31.85%) were recorded, respectively, in the environments of Ag-NPs + 50% stress and Ag-NPs + 25% stress, respectively (Table 3). However, drought stress caused damage to cells in all applications. It is known to reduce photosynthesis by decreasing the photosynthetic rate per Membran damage index. In both stress and AgNPs conditions, plants take different measures to protect their water content, and these measures lead to changes in their morphology. Reducing the defense mechanisms created to protect the intracellular water balance (Dasgan et al., 2018). Ag-NPs are known to be absorbed by plants and interact with intracellular parts causing water imbalances, cell damage and decreased photosynthesis have been detected (Kumari et al., 2009; Qian et al., 2013).

Table 3. Effect of Ag-NPs on membrane damage index content under drought strees

Çizelge 3. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altında membran hasar indeksi içeriğine etkisi

Treatment	50% Ir. L.	25% Ir. L.
Control	17.86 c	33.84 bc
25 mg l ⁻¹	18.44 c	34.35 b
50 mg l ⁻¹	18.08 c	31.85 c
75 mg l ⁻¹	22.26 a	38.24 a
100 mg l ⁻¹	20.54 b	38.36 a
Mean	19.44	35.33
LSD _{0,05}	1.445	2.088

Ir. L.: Irrigation level

Considering the averages of the water use efficiency values of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; Considering 19.90 (g l⁻¹), 24.39 (g l⁻¹) and 33.65 (g l⁻¹) and % change averages, it was determined as 22.46% in 50% irrigation and 38.73% in 25% irrigation. It is given in Table 4 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by the water use efficiency values of the tomato genotype according to their own controls. Considering the average values, it is seen that the water use efficiency values increase in 50% and 25% irrigation applications compared to their own controls. When we look at the data in Table 4, the water use efficiency values in drought stress are the highest in terms of Ag-NPs 29.47 (g l⁻¹) in 100 mg l⁻¹+50% irrigation and 39.80 (g l⁻¹) in Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +25% irrigation. utilization efficiency. In general, when the plants are under drought stress, the water use efficiency value increases. According to previous studies, Cahn et al. (2001) recommended deficit irrigation up to 70-85% of total patients as a compromise between tomato yield and quality, while Patane et al. (2011) recommended 50% of total patients during the entire growing season. They

suggest incomplete irrigation, water saving, water use efficiency increase and tomato fruit quality as a balance between the determined.

In both applications, there was a decrease in the leaf relative water content of the leaves under Ag-NPs+ stress (50% and 25%) conditions. However, this decrease showed differences between Ag-NPs+ stress (Table 4). It was determined as 1+50% stress (64.31%). Between 50% and 25% applications of Ag-NPs, the water losses decreased between -31.41% and -37.81% compared to the control. However, Ag-NPs + control drought stress caused damage to cells at varying rates in all genotypes. Leaf relative water content value, which is one of the most effective parameters that can be used to screen plants for drought tolerance, can also be considered as a value showing the balance between transpiration rate and water supplied to the leaf. Due to this effect, the more water the plant can provide, the more it can save itself from stress (Dixit et al., 2001). Okunlola et al. (2017) state that leaf relative water content is an important indicator in determining drought tolerance, and a decrease in leaf proportional water content values occurs with drought stress.

Table 4. The effect of Ag-NPs on water use efficiency and leaf relative water content under drought stress

Çizelge 4. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altında su kullanım etkinliği ve yaprak nispi su içeriği üzerindeki etkisi

Treatment	100% Ir. L. (Wa. us. eff.)	100% Ir. L. (Le. rel. Wa. Con.)	50% Ir. L. (Wa. us. eff.)	50% Ir. L. (Le. rel. Wa. Con.)	25% Ir. L. (Wa. us. eff.)	25% Ir. L. (Le. rel. Wa. Con.)	50% Chan. Wa. us. eff.)	50% Chan. Le. rel. Wa. Con.)	25% Chan. Wa. us. eff.)	25% Chan. Le. rel. Wa. Con.)
Control	20.43a	81.31 ab	20.42 d	56.79 c	31.82 c	38.03 a	-0.05	-30.16	55.83	-33.03
25 mg l ⁻¹	18.76b	81.27 b	23.48 c	62.39 b	28.56d	33.90 c	25.16	-23.23	21.64	-45.66
50 mg l ⁻¹	18.38b	82.98 a	22.04cd	64.31 a	31.92 c	35.88 b	19.91	-22.50	44.83	-44.21
75 mg l ⁻¹	21.15a	82.00 ab	26.52 b	58.36 c	36.15b	36.34 b	25.39	-28.83	36.31	-37.73
100 mg l ⁻¹	20.77a	77.15 c	29.47 a	36.76 d	39.80a	26.31 d	41.89	-52.35	35.05	-28.43
Mean	19.90	80.94	24.39	55.72	33.65	34.09	22.46	-31.41	38.73	-37.81
LSD _{0,05}	1.481	1.662	1.853	1.795	1.802	0.743	-	-	-	-

Ir. L.: Irrigation level, Wa. us. eff.: Water use efficiency, Le. rel. Wa. Con.: leaf relative water content, Chan. : Change

Considering the average potassium (K) values of the green parts of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; 7.008 (%), 6.594 (%) and 4.882 (%) and their % change averages were determined as -3.56% in 50% irrigation and -26.16% in 25% irrigation. It is given in Table 5 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by K in the green parts of tomato genotype according to their own controls. According to this, when the average values are examined, it is seen that the K in green parts decreases by -3,56% on average in 50% irrigation application compared to its own controls, and it decreases by -26.16% on average in green parts in 25% irrigation application (Table 5). Looking at the data in Table 5, K Ag-NPs in 50 mg l⁻¹+50% irrigation 7.48 (%) and Ag-NPs in 25 mg l⁻¹ +25% irrigation 5.64 (%) in average green parts under drought stress reached the highest K in tomato green parts. In addition, the lowest value in both applications was Ag-NPs 5.45 (%) in 100 mg l⁻¹+50% irrigation and 3.68 (%) in Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +25% irrigation. Considering the averages of K values in tomato fruit of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; Considering the 9.66 (%), 7.01(%) and 6.71 (%) and % change averages, it was determined as -27,46% in 50% irrigation and -4,20% in 25% irrigation. It is given in Table 5 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by K in tomato genotypes compared to their own controls. According to this, when the average values are examined, it is seen that the K in tomato fruit decreases by -27.46% in 50% irrigation application compared to its own controls, and it decreases by -4.20% in average of K in tomato fruit in 25% irrigation application (Table 5). When we look at the data in Table 5, K in the average tomato fruit under drought stress is K

Ag-NPs 7.62 (%) in 25 mg l⁻¹+50% irrigation and 7.70 (%) in Ag-NPs 25 mg l⁻¹ +25% irrigation. reached. In addition, the lowest value in both applications was 5.96 (%) for Ag-NPs 75 mg l⁻¹+50% irrigation and 6.04 (%) for Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +25% irrigation. One of the osmotic adaptation mechanisms is the accumulation of K with active absorption, increasing the osmotic potential in the cell and ensuring the intracellular water balance (Jaleel et al., 2007; Dasgan et al., 2018). In addition, one of the most important factors that negatively affect plant growth and development is the disruptions in the ion balance. Dasgan et al. (2018), on the other hand, stated that K⁺ ion uptake was limited due to salt and drought stress in their study on tomatoes.

Table 5. Effect of Ag-NPs on potassium (K) content in green parts and fruit under drought stress

Çizelge 5. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altındaki yeşil kısımlarda ve meyvelerde potasyum (K) içeriğine etkisi

Treatment	100% Ir. L. (Gre. pa.)	100% Ir. L. (Fr.)	50% Ir. L. (Gre. pa.)	50% Ir. L. (Fr.)	25% Ir. L. (Gre. pa.)	25% Ir. L. (Fr.)	50% Chan. (Gre. pa.)	50% Chan. (Fr.)	25% Chan. (Gre. pa.)	25% Chan. (Fr.)
Control	8.64 a	9.45 b	6.33 bc	6.84 ab	5.01 ab	5.91 b	-26.74	-27.62	-20.85	-13.60
25 mg l ⁻¹	5.38 c	9.77 ab	6.86 ab	7.62 a	5.64 a	7.70 a	27.51	-22.01	-17.78	1.05
50 mg l ⁻¹	7.48 b	9.99 a	7.48 a	7.59 a	5.55 a	7.49 a	0.00	-24.02	-25.80	-1.32
75 mg l ⁻¹	6.87 b	9.44 b	6.85 ab	5.96 b	4.53 bc	6.41 ab	-0.29	-36.86	-33.87	7.55
100 mg l ⁻¹	6.67 b	9.67 ab	5.45 c	7.08 ab	3.68 cd	6.04 ab	-18.29	-26.78	-32.48	-14.69
Mean	7.008	9.664	6.594	7.018	4.882	6.71	-3.56	-27.46	-26.16	-4.20
LSD _{0,05}	0.840	0.357	1.046	1.517	0.623	1.277	-	-	-	-

Ir. L.: irrigation level, Gre. par.: Green parts, Fr.:Fruit, Chan.:Change

Considering the averages of Calcium (Ca) values in the green parts of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; 24.56 (%), 9.86 (%) and 4.97(%) and the % change averages were determined as -59.73% in 50% irrigation and -50.00% in 25% irrigation. It is given in Table 6 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by Ca in green parts of tomato genotype compared to their own controls. Looking at the average values, it is seen that the Ca in the green parts decreases by an average of -59.73% in 50% irrigation application compared to their own controls, and the Ca in the green parts decreases by -50.00% in 25% irrigation application (Table 6). Looking at the data in Table 6, Ca in the average green parts under drought stress was 12.19 (%) in control + 50% irrigation, and Ca in tomato green parts was the highest in terms of Ag-NPs 50 mg l⁻¹ +25% irrigation 7.23 (%). In addition, the lowest value in both applications was 7.78 (%) for Ag-NPs 100 mg l⁻¹+50% irrigation and 2.87 (%) for Ag-NPs 100 mg l⁻¹ +25% irrigation. Considering the averages of Ca values in tomato fruit of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; 30.60 (%), 14.83 (%) and 6.65 (%) and % change averages were determined as -51.47% in 50% irrigation and -54.26% in 25% irrigation. It is given in Table 6 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by Ca in tomato fruit of tomato genotype compared to their own controls. According to this, when the average values are examined, it is seen that the Ca in tomato fruit decreases by an average of -51.47% in 50% irrigation application compared to its own controls, and the Ca in tomato fruit decreases by an average of -54.26% in 25% irrigation application (Table 6). Average tomato fruit under drought stress reached 16.88 (%) at 25 mg l⁻¹+50% irrigation and Ag-NPs reached 8.47 (%) at 75 mg l⁻¹ +25% irrigation. In addition, the lowest value of Ag-NPs in both applications reached 13.02 (%) in 75 mg l⁻¹+50% irrigation and 4.64 (%) in control +25% irrigation. Drought stress caused a decrease in the green part Ca²⁺ concentration of tomato plant. The lack of water causes a decrease in the flow of nutrients to other tissues and organs, starting from the stem cells, thus causing nutrient deficiencies in different tissues.

Table 6. Effect of Ag-NPs on calcium (Ca) content in green parts and fruit under drought stress

Çizelge 6. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altında yeşil kısımlarda ve meyvelerde kalsiyum (Ca) içeriğine etkisi

Treatment	100% Ir. L. (Gre. pa.)	100% Ir. L. (Fr.)	50% Ir. L. (Gre. pa.)	50% Ir. L. (Fr.)	25% Ir. L. (Gre. pa.)	25% Ir. L. (Fr.)	50% Chan. (Gre. pa.)	50% Chan. (Fr.)	25% Chan. (Gre. pa.)	25% Chan. (Fr.)
Control	26.82 a	32.39 ab	12.19 a	15.15 ab	5.24 b	4.64 b	-54.55	-53.23	-57.01	-69.37
25 mg l ⁻¹	24.37 ab	34.65 a	9.91 b	16.88 a	4.63 bc	5.56 b	-59.34	-51.28	-53.28	-67.06
50 mg l ⁻¹	29.5 a	30.03 bc	10.63 a	14.80 ab	7.23 a	8.38 a	-63.97	-50.72	-31.98	-43.38
75 mg l ⁻¹	23.44 ab	28.55 c	8.81 bc	13.02 b	4.88 b	8.47 a	-62.41	-54.40	-44.61	-34.95
100 mg l ⁻¹	18.7 b	27.37 c	7.78 c	14.31 ab	2.87 d	6.22ab	-58.40	-47.72	-63.11	-56.53
Mean	24.56	30.60	9.86	14.83	4.97	6.65	-59.73	-51.47	-50.00	-54.26
LSD _{0,05}	7.181	2.662	1.863	2.615	1.432	2.259	-	-	-	-

Ir. L.: irrigation level, Gre. par.: Green parts, Fr.:Fruit, Chan.:Change

Considering the averages of vitamin C values in fruit juice of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; 21.14 (mg/100 g), 23.84 (mg/100 g) and 25.42 (mg/100 g) and % change averages were determined as -13.10 in 50% irrigation and 6.65 in 25% irrigation. It is given in Table 7 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by tomato genotype vitamin C in Fruit Juice compared to their own controls. Accordingly, when the average values are examined, it is seen that in 50% irrigation application, vitamin C in Fruit Juice increased by 13.10% on average compared to its own controls, and in 25% irrigation application, it increased by 6.65% on average in fruit juice (Table 7). As seen in Table 7, The highest vitamin C, Ag-NP values under drought stress were in 75 mg l⁻¹+50% irrigation 24.93 (%) and Ag-NPs 75 mg l⁻¹ + 25% irrigation 25.78 (%) in tomato juice. In addition, the lowest value of Ag-NPs in both applications was 22.93 (%) in 50 mg l⁻¹+50% irrigation and 24.63 (%) in control +25% irrigation. Exposure of the sunflower plant to 150 mg kg⁻¹ Ag-NPs and Ag+ caused a significant increase in vitamin C. Accordingly, Ag-NPs were determined to be higher than normal Ag and vitamin C compared to the control (Ag-NPs > Ag + > control), (Shimada et al., 2008). Considering the average values of tomato Lycopene content of the tomato genotype in the study, Ag-NPs and 100%, 50% and 25% irrigation applications, respectively; 31.72 (mg g⁻¹), 31.72 (mg g⁻¹) and 32.86 (mg g⁻¹) and % change averages were determined as 0.89 at 50% irrigation and 3.47 at 25% irrigation. It is given in Table 7 that different Ag-NPs and drought stress applications are affected by tomato genotype, tomato Lycopene content values according to their own controls. Accordingly, when the average values are examined, it is seen that the values of the Lycopene content of tomatoes in 50% irrigation application increase by 0.89% on average compared to their own controls, the average of the values of Lycopene content of tomatoes in 25% irrigation application increases by 3.47% (Table 7). When we look at the data in Table 7, the average values of Lycopene content of tomatoes under drought stress are 33.43 (mg g⁻¹) in 25 mg l⁻¹+50% irrigation and 35.38 (mg g⁻¹) Ag-NPs in 25 mg l⁻¹ +25% irrigation. The highest tomatoes reached the values of Lycopene content in tomatoes. In addition, the lowest value in both applications was 28.63 (mg g⁻¹) for Ag-NPs at 100 mg l⁻¹+50% irrigation and 28.46 (mg g⁻¹) for Ag-NPs at 100 mg l⁻¹+25% irrigation. Nair and Chung showed different responses of total chlorophyll and carotenoids at significantly different doses in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings after exposure to Ag-NPs for one week (Nair & Chung, 2014). In addition, ascorbic acid, carotenoids and other antioxidants play a role in the antioxidant defense responses of plants to Ag-NPs (Chew & Park, 2004; He et al., 2011).

Table 7. Effect of Ag-NPs on vitamin C and lycopene content under drought stress

Çizelge 7. Ag-NPs'lerin kuraklık stresi altında C vitamini ve likopen içeriğine etkisi

Treatment	100% Ir. L. (Vit. C)	100% Ir. L. (Ly. Con.)	50% Ir. L. (Vit. C)	50% Ir. L. (Ly. Con.)	25% Ir. L. (Vit. C)	25% Ir. L. (Ly. Con.)	50% Chan. (Vit. C)	50% Chan. (Ly. Con.)	25% Chan. (Vit. C)	25% Chan. (Ly. Con.)
Control	21.56 b	31.52 c	23.72b	32.92a	24.63b	34.64 ab	10.02	4.44	3.84	5.22
25 mg l ⁻¹	20.71 c	33.16 a	23.96b	33.43a	25.67a	35.38 a	15.69	0.81	7.14	5.83
50 mg l ⁻¹	22.61 a	32.46 b	22.93 c	32.21b	24.65b	33.52 bc	1.42	-0.77	7.50	4.07
75 mg l ⁻¹	20.09 c	30.50 d	24.93 a	31.41 c	25.78a	32.29 c	24.09	2.98	3.41	2.80
100 mg l ⁻¹	20.71 c	29.52 e	23.67b	28.63d	26.36a	28.46 d	14.29	-3.01	11.36	-0.59
Mean	21.14	31.43	23.84	31.72	25.42	32.86	13.10	0.89	6.65	3.47
LSD _{0,05}	0.652	0.550	0.300	0.703	0.978	1.288	-	-	-	-

Ir. L.: irrigation level, Vit. C: Vitamin C, Ly. Con.: Lycopene content, Chan.:Change

According to the findings of the experiment, Ag-NPs applications applied to the Fereng tomato genotype under different drought stress levels had statistically different effects on the tomato plant. Ag-NPs 50 mg l⁻¹ application applied in the experiment was found to be more effective than other applications in protecting tomato plants against the negativities caused by drought stress. Ag-NPs 100 mg l⁻¹ application caused toxic effects on plants. Ag-NPs have different effects in plants at each concentration. As their concentration increases, they affect the intake of nutrients. Ag-NPs are also known to have biochemical effects on the growth of roots and shoots in plants. It has been concluded that the data obtained as a result of the study will contribute significantly to breeders and researchers in arid and semi-arid regions.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Sırnak University for the financial support of the project numbered 2019.FNAP.13.01.01).

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The authors declare that they have contributed equally to the article.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not required as there are no studies with human or animal subjects in this article.

REFERENCES

- Akhoundnejad, Y. (2020). Response of certain tomato (*Solanum lycopersicum*) genotypes to drought stress in terms of yield and quality in Sırnak. *Internatioanl Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4 (1), 107-113. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2020.1.12>
- Akhoundnejad, Y., & Dasgan, H.Y. (2020). Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance of some melon (*Cucumis melo* L.) genotypes under different drought stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 12, 10974-10979.
- Akhoundnejad, Y., & Karakas, O. (2021). Responses of *Allium cepa* L. exposed to silver nanoparticles. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3, 599-605. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.4.20>

- Akhoundnejad, Y., Daşgan, H.Y., Aydoner Çoban G., Bol, A., & Ünlü, M. (2012). Kuraklığa tolerant bazı domates genotiplerinin arazi performanslarının belirlenmesi. *9. Ulusal Sebze Sempozyumu*, 433-437.
- Akhoundnejad, Y., Karakas, O., & Demirci, O. (2022). Response of Lettuce to Silver Nanoparticles Under Drought Conditions. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 46, 111-120. <https://doi.org/10.1007/s40995-021-01241-x>
- Birgin, O., Akhoundnejad, Y., & Dasgan, H.Y. (2021). The effect of foliar calcium application in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under drought stress in greenhouse conditions. *Applied Ecology And Environmental Research*, 19 (4), 2971-2982. https://doi.org/10.15666/aeer/1904_29712982
- Cahn, M.D., Herrero, E.V., Snyder, R.L., & Hanson, B.R. (2001). Water management strategies for improving fruit quality of drip irrigated processing tomatoes. *Acta Horticulturae*, 542, [111-117](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.542.13). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.542.13>
- Chew, B.P., & Park, J.S. (2004). Carotenoid action on the immune response. *The Journal of Nutrition*, 134 (1), 257S-261S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.1.257S>.
- Ciraci, S., Ozbay, E., Gulseren, O., Demir, H.V., Bayındır, M., Oral, A., Senger, T., Aydınli, A., & Dana, A. (2005). Nanotechnology in Turkey. *TUBITAK Journal of Science and Technology*.
- Cramer, M.D., Oberholzer, J.A., & Combrink, N.J. (2001). The effect of supplementation of root zone dissolved inorganic carbon on fruit yield and quality of tomatoes (cv 'Daniela') grown with salinity. *Scientia Horticulturae*, 89, 269-289. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00243-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00243-0)
- Cruz de Carvalho, M.H. (2008). Drought stress and reactive oxygen species: production, scavenging and signaling. *Plant Signaling & Behavior*, 3, 156-165. <https://doi.org/10.4161/psb.3.3.5536>.
- Dakal, T.C., Kumar, A., Majumdar, R.S., & Yadav, V. (2016). Mechanistic basis of antimicrobial actions of silver nanoparticles. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1831. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01831>
- Dasgan, H.Y., Bayram, M., Kusvuran, S., Coban, G., & Akhoundnejad, Y. (2018). Screening of tomatoes for their resistance to salinity and drought stress. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 8, 31-37.
- Dixit, V., Pandey, V., & Shyam, R. (2001). Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L.cv. Azad). *Journal of Experimental Botany*, 52 (358), 1101-1109. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.358.1101>
- Du, Y.Y., Wang, P.C., Chen, J., & Song, C.P. (2008). Comprehensive functional analysis of the catalase gene family in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50, 1318-1326. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00741.x>
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 185-212. <https://doi.org/10.1051/agro:2008021>
- Firdhouse, M.J., & Lalitha, P. (2015). Biosynthesis of silver nanoparticles and its applications. *Journal of Nanotechnology*, Article ID 829526. <https://doi.org/10.1155/2015/829526>
- Graf, C., Vossen, D.L., Imhof, A., & Blaaderen, A. (2003). A general method to coat colloidal particles with silica. *Langmuir*, 19, 6693-6700. <https://doi.org/10.1021/la0347859>
- He, D., Jones, A.M., Garg, S., Pham, A.N., & Waite, T.D. (2011). Silver nanoparticle–reactive oxygen species interactions: Application of a charging-discharging model. *The Journal of Physical Chemistry C*, 115, 5461-5468. <https://doi.org/10.1021/jp111275a>
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar A., Gopi R., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2007). Water deficit stress mitigation by calcium chloride in *Catharanthus roseus*. effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation. *Biointerfaces*, 60, 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.06.006>.

- Javanmardi, J., & Kubota, C. (2006). Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 151-5. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.008>
- Kim, Y.K., Lee, Y.S., Jeong, D.H., & Cho, M.H. (2007). Antimicrobial effect of silver nanoparticles. *Nanomedicine*, 3 (1), 95-101. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2006.12.001>
- Kumari, M., Mukherjee, A., & Chandrasekaran, N. (2009). Genotoxicity of silver nanoparticles in *Allium cepa*. *Science Total Environment*, 407, 5243-5246. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.06.024>
- Laxa, M., Liebthal, M., Telman, W., Chibani, K., & Dietz, K.J. (2019). The role of the plant antioxidant system in drought tolerance. *Antioxidants*, 8, 94. <https://doi.org/10.3390/antiox8040094>
- Lee, W.M., Kwak, J.I., & An, Y.J. (2012). Effect of silver nanoparticles in crop plants *Phaseolus radiatus* and *Sorghum bicolor*: media effect on phytotoxicity. *Chemosphere*, 86, 491-499. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.10.013>
- Levard, C., Hotze, E.M., Lowry, G.V., & Brown, G.E. Jr. (2012). Environmental transformations of silver nanoparticles: impact on stability and toxicity. *Environmental Science & Technology*, 46 (13), 6900-6914. <https://doi.org/10.1021/es2037405>
- Martí, R., Roselló, S., & Cebolla-Cornejo, J. (2016). Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers (Basel)*, 8, E58. <https://doi.org/10.3390/cancers8060058>.
- Nair, P.M.G., & Chung, I.M. (2014). Physiological and molecular level effects of silver nanoparticles exposure in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Chemosphere*, 112, 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.03.056>
- Oberdörster, G., Oberdörster, E., & Oberdörster, J. (2005). Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles. *Environmental Health Perspectives*, 113, 823-839. <https://doi.org/10.1289/ehp.7339>.
- Okunlola, G.O., Olatunji, O.A., Akinwale, R.O., Tariq, A., & Adelusi, A.A. (2017). Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. *Scientia Horticulturae*, 224, 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.020>
- Ortiz, N., Armada, E., Duque, E., Rolda'n, A., & Azco'n, R. (2015). Contribution of arbuscular mycorrhizal fungi and/or bacteria to enhancing plant drought tolerance under natural soil conditions: effectiveness of autochthonous or allochthonous strains. *Journal of Plant Physiology*, 174, 87-96. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.08.019>
- Özdemir, E., & Dündar, Ö. (2001). Effect of Different Postharvest Application on Storage of Kozan and Valencia Late Oranges. *Acta Horticulturae*, 553, 561-564.
- Patane, C., Tringali, S., & Sortino, O. (2011). Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 129, 590-596. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.030>
- Qian, H., Peng, X., Han, X., Ren, J., Sun, L., & Zhengwei, F. (2013). Comparison of the toxicity of silver nanoparticles and silver ions on the growth of terrestrial plant model *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Environmental Science*, 25, 1947-1956. [https://doi.org/10.1016/s1001-0742\(12\)60301-5](https://doi.org/10.1016/s1001-0742(12)60301-5)
- Quinet, M., Angosto, T., Yuste-Lisbona, F.J., Blanchard-Gros, R., Bigot, S., Martinez, J.P., & Lutts, S. (2019). Tomato fruit development and metabolism. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1554. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01554>.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorlo, J.L., & Ayerbe, L. (2004). Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Research*, 86, 81-90. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00121-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00121-7)


- Soylu, S., Kara, M., Türkmen, M., & Şahin, B. (2022). Synergistic effect of *Foeniculum vulgare* essential oil on the antibacterial activities of Ag- and Cu-substituted ZnO nanorods (ZnO-NRs) against food, human and plant pathogenic bacterial disease agents. *Inorganic Chemistry Communications*, 146, 110103. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.110103>
- Tegart, G. (2003). Nanotechnology: The technology for the 21th century. *The Second International Conference on Technology Foresight*, Tokyo, 27-28 February, 1-12 pp.
- Xu, Z.P., Zeng, Q.P., Lu, G.Q., & Yu, A.B. (2006). Inorganic nanoparticles as carriers for efficient cellular delivery. *Chemical Engineering Science*, 61 (3), 1027-1040. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2005.06.019>

Cabernet Franc üzüm çeşidinin fitokimyasal özelliklerine eğimdeki konumun, anacın ve salkım seyreltmenin etkisi

The effect of position on the slope, rootstock, and cluster thinning on the phytochemical properties of cv. Cabernet Franc

İlknur KORKUTAL¹, Elman BAHAR¹, Batuhan KOSKOSOĞLU¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 09.01.2023 Accepted / Kabul: 08.06.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Eğim Cabernet Franc Salkım seyreltme Fitokimyasal maddeler Sekonder metabolitler</p> <p>Keywords: Slope Cabernet Franc Cluster thinning Phytochemicals Secondary metabolites</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: İlknur KORKUTAL ikorkutal@nku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Bu çalışma, Tekirdağ-Şarköy'de, 327m rakımda bulunan Fercal ve 140Ru anaçlarına aşılı Cabernet Franc omcalarında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan anaçlar, eğimdeki konum ve salkım seyreltme faktörlerine göre üzüm kalitesine etkileri ile bazı fizikokimyasallar ve sekonder metabolitler üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları 140Ru anacının Cabernet Franc'ta yüksek pH, toplam asit ve şeker oluşturmaya, Fercal anacının ise yüksek toplam tanen, antosiyanin ve polifenol içeriği bakımından öne çıktığını göstermektedir. Ayrıca, üst konumlu asmaların pH, toplam asit, toplam tanen, antosiyanin ve polifenol bakımından, alt konumlu asmaların ise yüksek toplam fenolik madde ve şeker içeriği bakımından yüksek oldukları belirlenmiştir. Bağın veriminin düşük olduğu (800 kg da⁻¹) ve en yüksek verimin salkım seyreltmesi yapılmayan asmalardan elde edildiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları fizikokimyasallar ve sekonder metabolitler bakımından zengin meyveler elde etmek için üst konumlu bağlarda Fercal anacının (toplam tanen miktarı 3.41 g kg⁻¹, toplam polifenol indeksi 9.62 ve antosiyanin miktarı 683.60 mg kg⁻¹), alt konumlu bağlarda ise 140Ru anacının (SÇKM 25.31°Brix, TA 6.69 g L⁻¹, pH 3.47, toplam fenolik madde 2300.52 mg kg⁻¹ ve toplam antioksidan miktarı 13.27 g kg⁻¹) daha uygun olduğunu göstermiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted on Cabernet Franc grafted onto Fercal and 140Ru rootstocks at an altitude of 327m in Tekirdağ-Şarköy. The effects of rootstocks, slope position, and cluster thinning factors on grape quality were evaluated through some physicochemical and secondary metabolites. The research findings indicate that the 140Ru rootstock contributes to higher pH, total acidity, and sugar content in Cabernet Franc, while the Fercal rootstock stands out with higher total tannin, anthocyanin, and polyphenol content. Additionally, the vines located in higher positions showed higher levels of pH, total acidity, total tannin, anthocyanin, and polyphenols, whereas the vines in lower positions were found to have higher total phenolic compounds and sugar content. The study also revealed that the vineyard's lowest yield (800 kg da⁻¹) and the highest yield were obtained from vines without cluster thinning. The study results indicate that the Fercal rootstock (with a total tannin content 3.41 g kg⁻¹, total polyphenol index 9.62 ve anthocyanin contents 683.60 mg kg⁻¹) is more suitable for obtaining fruit rich in physicochemicals and secondary metabolites in vineyards located in the upper slope position, while the 140Ru rootstock (with total soluble solids of 25.31°Brix, total acidity of 6.69 g L⁻¹, pH 3.47, total phenolic compounds 2300.52 mg kg⁻¹ ve total antioxidant content of 13.27 g kg⁻¹) is more suitable for vineyards at lower positions.</p>
Cite/Atıf	Korkutal, İ., Bahar, E., & Koskosoğlu, B. (2023). Cabernet Franc üzüm çeşidinin fitokimyasal özelliklerine eğimdeki konumun, anacın ve salkım seyreltmenin etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 536-556. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1231642

GİRİŞ

Üzüm tanesinin fitokimyasal bileşenlerinin farklılığı, şarabın içeriği ve kalitesine yüksek oranda etkide bulunmaktadır (Kontoudakis ve ark., 2011). Üzümün kalitesi ve besin içeriği kültürel uygulamalara (gübreleme, sulama, yabancı ot kontrolü, ilaçlama), biyo-kimyasal uygulamalara (kaolin, hormonlar, sükröz), taç yönetimi uygulamalarına (çeşit, salkım seyreltme, budama, bilezik alma), biyoteknolojik yöntemlere, fenolojik gelişim aşamasına, çevre koşullarına (toprak, iklim, mevsim) ve ürün yüküne bağlı olarak değişmektedir (Al-Saif ve ark., 2022).

Eğimli arazilerde bağcılık yapmak hem fiziki olarak hem de üzüm kalitesi bakımından oldukça zordur. Koundouras ve ark. (2006), düz, tepe eğim ve yüksek konumdaki bağlarda su noksanlığının şıranın şeker ve malik asit birikimine olumsuz etkide bulunduğunu ve tane kabuğundaki antosiyanin konsantrasyonu ve toplam fenol miktarını artırdığını saptamışlardır. Benzer şekilde, Carbonneau & Bahar (2009) farklı fenolojik safhalarda uygulanan su stresi uygulamalarının sırada SÇKM, toplam antosiyanin ve toplam polifenol miktarını etkilediğini bildirmiştir. Farklı bağ lokasyonu ve o bağdaki kıraç ve taban arazi konumlarındaki Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde aşırı su stresli arazinin tabanındaki parsel ve normal su stresindeki arazinin kıraç parselinin fitokimyasal bileşenler açısından (antioksidan, fenolik madde, antosiyanin, tanen) olumlu sonuç verdiği belirlenmiştir (Uzun, 2019). Ayrıca yüksek su noksanlığının şıra oranını azaltıcı etki yaptığı ancak SÇKM'yi değiştirmede, pH ve toplam asit miktarını artırdığı Flexas & Medrano (2002) tarafından vurgulanmıştır. Bununla birlikte Agiorgitiko üzüm çeşidini eğimli arazide bulunduğu konum ve konumdaki toprak özellikleri açısından değerlendiren Koundouras (2016), bağın üst konumunda aşırı çakıllı ve düşük su rezervine sahip olduğunda ve düşük gelişme kuvvetine sahip ise tanelerin yüksek fenolik madde miktarına sahip olacağını işaret etmiştir.

Anaçların omca kök sistemi ve yapısı, kökün toprakta dağılımı gibi özelliklerine bağlı olarak; topraktan aldığı su ve besin maddelerini değiştirdiği bilinmektedir (Kaya & Tangolar, 2021). Ayrıca farklı toprak yapısına göre anaçların aldığı su ve besini en uygun şekilde kullandığı bazı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Soar ve ark., 2006; De Dorlodot ve ark., 2007). 140Ru anacı çeliklerinin zor köklendiği Karabulut & Çelik (2022) ve aşı performansının %20 olduğu Sucu & Yağcı (2016) tarafından kaydedilmiştir. Yüksel-Küskü & Söylemezoğlu (2022) 140Ru anacının kuraklık ve kirece toleranslı olduğunu belirtmiştir. Fercal anacının %20 ve üzeri kireç içeren topraklarda kullanılabileceği Mehofer ve ark. (2021) tarafından vurgulanmıştır. Kamiloğlu & Demirköser (2018) de Fercal anacının kök oluşum oranını %98 olarak kaydetmiş ancak bu anacın aşıda kallus oluşturma oranının düşük olduğunu vurgulamışlardır. Ancak Günen (2008), bu anacın fidan randımanını yüksek olarak belirtmiştir.

Taç yönetimi uygulamaları bağda yapılan kültürel işlemlerle ilişkili şekilde sürekli geliştirilmektedir (Clingeffer, 2000; Korkutal ve ark., 2022). Verim ve kalite ters orantılı olduğundan; düşük verime sahip omcalardan yüksek kaliteli şaraplar üretilmektedir. Ancak verimi düşürmek amacıyla yapılan salkım seyreltmede uygulama zamanı ve oranı dikkatle belirlenmelidir (Climaco ve ark., 2005). Şaraplık üzüm çeşitlerinde salkım seyreltme ben düşme veya olgunlaşma aşamasında yapılmalıdır (Çelik, 2017). İri koruk veya ben düşme aşamasında gerçekleştirilen salkım seyreltmenin; verim, toplam antosiyanin miktarı, toplam fenolik madde, pH, SÇKM ile toplam asit miktarına önemli etkide bulunduğu belirtilmiştir (Kennedy ve ark., 2009). Çiçeklenme öncesi %50 salkım seyreltmenin toplam antosiyanin ve flavonoid miktarını artırmış olduğu, ayrıca SÇKM ve antosiyanin miktarının, kontrol salkımlarından daha yüksek olduğu ortaya konmuştur (Guidoni ve ark., 2002). Pehlivan & Uzun (2015) tane tutumundan sonra salkım seyreltme yapmış ve en yüksek verimi en çok salkım/asma bırakılan uygulamadan elde etmişlerdir. Bununla birlikte yüksek toplam monomerik antosiyanin madde, toplam fenol ve toplam flavonoid miktarını en az salkım/asma bırakılan uygulamadan almışlardır. Tardaguila ve ark. (2008) ile Diago ve ark. (2010) mekanik; Korkutal & Kaymaz (2016) da el ile salkım seyreltmenin verimi oldukça azalttığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Keller ve ark. (2005) salkım seyreltmenin verimi azaltmasına karşın, üzüm kalitesini etkilemediğini öne sürmüşlerdir. Bahar ve ark. (2017), %50 salkım seyreltmenin toplam asit miktarını azalttığı, toplam polifenol birikimini artırdığını belirlemişlerdir. Tahmaz ve ark. (2022) ile Tahmaz & Söylemezoğlu (2019), üzüm tanesindeki fenolik bileşiklerin

insan sağlığına oldukça yararlı bileşenler olduğunu ve çeşide göre farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bağda salkım seyreltme gibi taç yönetimi uygulamalarının olgunluk indisi ve renklenmeyi etkilediği bildirilmiştir. Bu nedenle kırmızı üzüm çeşitlerinde salkım seyreltmenin beyaz çeşitlerden daha dikkatli yapılmasını önermişlerdir (De Bei ve ark., 2022). Tardaguila ve ark. (2008) ile Diago ve ark. (2010) salkım seyreltmeden sonra bırakılan salkımların aşırı olgunlaşmasından dolayı yapılan şaraplarının yüksek alkol ile birlikte yüksek pH, yüksek renk ve yüksek fenolik madde içerdiğini ifade etmişlerdir. Calderon-Orellana ve ark. (2014), ben düşmeden sonra gerçekleştirilen kısıtlı sulama + salkım seyreltmenin salkım homojenitesi ve bunun yanında şeker ve antosiyanin miktarını azalttığını belirlemişlerdir. Çelik & Ilgaz (2020), salkım seyreltme ile verim, toplam flavonoidler ve toplam asitliğin azaldığını ancak SÇKM ve olgunluk indisinin arttığını, ayrıca toplam fenol miktarı ve antioksidan içeriğin ise yapılan uygulamadan etkilenmediğini kaydetmişlerdir.

Bu çalışmada farklı eğimdeki alt, orta ve üst konumlarına sahip Fercal ve 140Ru anaçlarına aşılanmış olan Cabernet Franc omcalarında uygulanan salkım seyreltmenin fitokimyasal bileşenler üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma 2019-2020 ve 2020-2021 sezonunda Tekirdağ-Şarköy'de bulunan Ch Kalpak Vineyards'da bulunan omcalarda yürütülmüştür. Deneme 40°39'12.00"K ve 27°03'20.00"D koordinatlarında gerçekleştirilmiştir. 13 yaşındaki omcalardan oluşan bağda Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru aşı kombinasyonları kullanılmıştır. Dikim mesafesi 2.1 m X 1.0 m olup, duvar sisteminde Kordon Royat (tek kollu) terbiye şekli verilmiş omcaların yüksekliği 70 cm'dir. Bağın rakımı 309-327 m, eğimi %18 ve bağ K-G doğrultusundadır. Bağdan iki yılda ortalama 700-800 kg da⁻¹ verim alınmıştır (Korkutal ve ark., 2022).

Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru parsellerinde yapılan toprak analizine göre tuzluluk tehlikesi yoktur. 140Ru parseli toprağı hafif alkali, kireçlidir. Fercal parseli daha nötrdür. Öte yandan Fercal parseli az kireçlidir. 140Ru parseli işba değeri 35.20 iken Fercal parselinin işba değeri 52.80 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları

Table 1. Soil analysis report of the research area

İncelenen özellik	140Ru Anacı	Değerlendirme	Fercal Anacı	Değerlendirme
pH	7.48	Hafif Alkali	6.74	Nötr
Tuz	%0.01	Tuzluluk Tehlikesi Yok	%0.02	Tuzluluk Tehlikesi Yok
Kireç	%13.76	Kireçli	%0	Az Kireçli
İşba	35.20	Tınlı	52.80	Killi Tınlı
Azot	%0.01	Çok Az	%0.02	Çok Az
Fosfor	16.96ppm	İyi	53.61ppm	Fazla
Potasyum	113.97ppm	Az	249.38ppm	Yeterli

Yöntem

Cabernet Franc/Fercal ve Cabernet Franc/140Ru parsellerinde kenar etkisini ortadan kaldırmak için uygulamasız birer sıra bırakılarak, sıra başı ve sonunda ve parseller arasında üçer omca deneme dışına alınmıştır. Uygulama omcaları arası boşluksuzdur. Denemeye konu olan omcaların yaşı ve şarjı aynıdır. Her iki yıl sürgünler 25-35 cm uzunluğunda iken sürgün ve salkımları sayılıp, varyasyonu azaltmak amacıyla eşitleme yapılmıştır. Deneme bölünmüş parsellerde faktöriyel deneme deseninde kurulmuş ve bu şekilde 162 omca seçilmiştir. İki yıl boyunca toprak işleme, gübreleme, budama vb. düzenli olarak yapılmış ve bağda sulama uygulanmamıştır.

Eğimdeki konum açısından,

- Üst: Kıraç ve su geçirgenliği yüksek çakıllı,
- Alt: Kil oranı ve taban toprağı derinliği yüksek,
- Orta: Üst ve alt konumları arasında toprak yapısındadır.

Salkım seyreltme,

- Kontrol (%0) (%0 S): Oluşan salkımların tümü omca üzerindedir ve herhangi bir seyreltme yapılmamıştır.
- Salkım Seyreltme %25 (%25 S): Salkımların %25'i,
- Salkım Seyreltme %50 (%50 S): Salkımların %50'si omca üzerinden uzaklaştırılmıştır.

Araştırmada İncelenen Kriterler

Yaprak su potansiyeli ($\Psi_{şö}$)

Yaprak su potansiyeli ($\Psi_{şö}$) ölçümü Scholander Basınç Odası ile şafak öncesi ölçülmüştür. Ana sürgünlerin orta bölgesindeki tam gelişmiş yapraklar alınarak (haftada bir kez) ve güneş doğmadan 2 saat önce - gün doğumu arasında ölçüm gerçekleştirilmiştir (Deloire & Heyns, 2011).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (%)

°Brix cinsinden el tipi refraktometreyle ölçülerek % olarak kayıt altına alınmıştır (Cemeroğlu, 2007).

Toplam asitlik ($g L^{-1}$)

Titrasyon asitliğini belirlemek için alınan şıra örneğine fenolfitalein damlatılıp, 0.1N NaOH ile titre edilmiş ve Eşitlik 1'deki formül ile hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

$$\text{Titrasyon asitliği (g L}^{-1}\text{)} = (V)(f)(E)(1000) / M$$

Eşitlik (1)

V: Harcanan 0,1N NaOH miktarı, ml

f: 0.1 N NaOH' in faktörü, 1

E: 1 ml 0.1 N NaOH' in eşdeğeri tartarik asit miktarı (0.007505g)

M: Titrasyon için alınan örnek miktarı, ml veya g

Şıra pH'sı

Dijital pH metre ile ölçülmüştür.

Şeker konsantrasyonu ($g L^{-1}$)

°Brix değerleri karşılığı şeker konsantrasyonu kayıt altına alınmıştır (Bahar ve ark., 2011).

Tanedeki şeker miktarı ($mg tane^{-1}$)

Tanede şeker miktarının belirlenmesinde eşitlik 2 kullanılmıştır (Carbonneau & Bahar, 2009).

$$\text{Tanede şeker miktarı (mg tane}^{-1}\text{)} = [1/1,3X\text{Şeker (g L}^{-1}\text{)}]X[1/100X100 \text{ tane ağırlığı (g)}]$$

Eşitlik (2)

Bir gram tanedeki şeker miktarı ($mg g\text{-tane}^{-1}$)

Bir gram tanedeki şeker miktarı eşitlik 3 ile belirlenmiştir.

$$\text{Gram üzüme düşen şeker miktarı (mg g-tane}^{-1}\text{)} = \text{Tanedeki şeker miktarı} / \text{tane yaş ağırlığı}$$

Eşitlik (3)

Toplam monomerik antosiyanin miktarı (mg kg⁻¹)

Üzüm taneleri homojenizatör ile parçalanmış, hassas terazi ile tartılmış ve üzerine %0.1 HCl ile asitlendirilmiş metanol eklenerek şişenin kapağı sıkıca kapatılmıştır. Bu şişeler 1 gece karanlıkta bekletildikten sonra 4500 devir dak.⁻¹ hız ile 10 dak. santrifüjlenmiştir. Üstte kalan berrak kısım amber kaplara alınarak -18°C'de muhafaza edilmiştir. Toplam monomerik antosiyanin pH-differansiyel yöntemiyle (spektrofotometrik) gerçekleştirilmiştir. Şıra örnekleri potasyum klorür (pH 1.0) ve sodyum asetat (pH 4.5) tampon çözeltileri ile iki farklı seyreltme yapıldıktan sonra yaklaşık 30 dak. bekletilmiştir. İki seyreltiğin 520 nm ve 700 nm'de absorpsanları ölçülmüştür ve aşağıdaki eşitlikten faydalanarak toplam monomerik antosiyanin içeriği belirlenmiştir (Eşitlik 4) (Cemeroğlu, 2007).

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH 4.5}$$

$$\text{Monomerik Antosiyanin Miktarı (mg L}^{-1}\text{)} = (A) (MW) (SF) (1000) / (\epsilon) L$$

Eşitlik (4)

A: Düzeltilecek hesaplanan absorpsan farkı

MW: Malvidin-3-glukozid (WM= 493.5)

SF: Seyreltme faktörü

ϵ : Malvidin-3-glikozid molar absorpsiyon katsayısı ($\epsilon = 28\ 000$)

L: Absorpsan ölçüm küvetinin tabaka kalınlığı (1 cm)

Toplam polifenol indeksi (mg L⁻¹)

Şıra kaba filtre ile süzölmüş ve 5 dak.-15°C'de 8000 devirde santrifüjlenmiştir (Nüve A.Ş., NF 1200R, Ankara/Türkiye). Bir kez daha aynı filtreyle süzöldükten sonra 1 ml şıra alınarak 50 ml'lik balon jöjeye konmuş ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti spektrofotometrede 280 nm'de okunmuş ve bu değer seyreltme faktörü absorpsan değeri ile çarpılmıştır (INRA, 2007).

Toplam fenolik madde miktarı (mg kg⁻¹)

Folin Ciocalteu yöntemi kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile okunmuştur (Kennedy ve ark., 2002). Şişedeki 1/6 oranında seyreltilmiş ekstraktan 1 ml örnek alınarak 100 ml'lik balon jöjeye konmuştur. Bunun üstüne 5 ml Folin Ciocalteu (Merck, Almanya) ve 10 ml NaCO₃ %2 (m v⁻¹) eklenip çalkalanmıştır. Bu çözelti üstüne 70 ml saf su eklenmiş 2 saat 75°C'de su havuzunda bekletilmiştir. Çözelti bu 2 saat sonrasında saf su ile 100 ml'ye tamamlanmış ve spektrofotometre ile 765 nm'de okunmuş, 11997.6 absorpsan değeri katsayısıyla çarpılarak sonuç kaydedilmiştir.

Toplam tanen miktarı (g kg⁻¹)

Üzüm tanelerindeki çekirdekler elle çıkarılmış, tanenin kabuğu ve pulpu, homojenizatör (IKA-Basic T18 Ultra Turrax) ile parçalara ayrıştırılmıştır. Bu örnekler tartılarak polipropilen tüplere alınmış ve üstüne %0.1 HCl ile asitlendirilmiş metanol (Merck, Almanya) eklenmiştir. Bunlar tüp karıştırıcı ile (Heidolph Instruments, Schwabach, Almanya) karıştırılmış ve 1 gece karanlıkta bekletilmiştir. Sonraki gün 4500 devir dak.⁻¹-10dak. santrifüjlenen (Hettich Universal 320, Tuttlingen, Almanya) tüplerin içinden berrak sıvı alınmıştır ve -18°C'de saklanmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan amber kap içindeki örnekler, metanolik ekstraktan ve/veya seyreltiğinden alınan 40µL örnek üzerine spektrofotometre küvetinde 3,36 mL saf su ve 200 µL Folin-Denis ayracı eklenmiş ve 2 dak. beklenmiştir. 400 µL doymuş Na₂CO₃ (Merck, Almanya) eklenip cam baget ile karıştırılmış ve oda koşullarında 2 saat tutulmuştur. 760 nm dalga boyunda spektrofotometreyle (UV-Mini 1240, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ekstrakt yerine saf su kullanılarak aynı prosedürle hazırlanan şahite karşı absorpsan değerleri okunmuştur (AOAC, 1998). Ölçümler 2 tekrarlı yapılarak, absorpsan değerinin tannik asit eşdeğeri tanen miktarı, daha önce stok tannik asitten seyreltilen

100-1000 mg L⁻¹ aralığında standart çözeltiler kullanılarak hazırlanan tannik asit kalibrasyon grafiği ile hesaplanarak kaydedilmiştir.

Toplam antioksidan miktarı

Toplam fenolik madde Folin-Ciocalteu Reaktifi ile belirlenmiştir (Singleton & Rossi, 1965). Örnekler spektrofotometrede 760 nm'de okunmuş ve polifenol miktarı genellikle gallik asit veya pirokateşol ekvivalenti olarak ifade edilmiştir. Gallik asit cinsinden formüle göre hesaplanmıştır. 1/6 oranında seyreltilmiş ekstraktan 1 ml alınıp 100 ml'lik balon jöjeye konmuş ve üstüne 5 ml Folin Ciocalteu, 10 ml NaCO₃ çözeltisi (20 g L⁻¹) eklenerek çalkalanmıştır. Buna 70 ml saf su eklenerek sıcak su havuzunda 2 saat süreyle 75°C'de beklendikten sonra 100 mililitreye saf su ile tamamlanmış, örnek spektrofotometrede 760 nm'de okunmuştur. Antioksidan miktarı gallik asit cinsinden hesaplanmıştır (Eşitlik 5).

Absorbans (λ : 760 nm) = 0,0011[Gallik asit] – 0,0022

Eşitlik (5)

İstatistik analiz

JMP istatistik programı ile değerlendirilen veriler LSD testi ile değerlendirilmiş ve oluşan önemli farklılıklar üzerinde durulmuştur. İstatistiki değerlendirmeler her incelenen özellik için iki yıllık verilerin kullanılmasıyla ortaya konmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yaprak su potansiyeli ($\Psi_{şö}$)

Şafak öncesi yaprak su potansiyeline, salkım seyreltme ana etkisi (SSA), EKA (eğimdeki konum ana etkisi) ve YA (yıl ana etkisi) önemli etkide (LSD %5) bulunmuştur. SSA açısından en yüksek değeri %0 S (-0.63 MPa) uygulaması alırken, -0.60 MPa ile %25 S ve %50 S uygulamaları en düşük bulunmuştur. EKA incelendiğinde -0.67 MPa ile Üst en düşük stres değerine sahip olmuş, Orta (-0.59 MPa) aradaki değeri ve Alt ise -0,57 MPa ile en yüksek değeri almıştır. Şafak öncesi yaprak su potansiyeli açısından YA de önemli olarak kaydedilmiştir. 2020 yılı -0.66 MPa değeri ile en yüksek stres değerine ve 2019 (-0.56 MPa) yılı en düşük stres değerine sahip olmuştur. Ancak Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının şafak öncesi yaprak su potansiyeline önemli etkide bulunmadığı görülmüştür (Çizelge 2).

Koundouras ve ark. (2006), şafak öncesi yaprak su potansiyeli ölçüm sonuçları ile taneye ben düşmesini ilişkilendirmişler ve su eksikliğinin şıradaki şeker birikimi ve malik asit birikimini bozduğunu saptamışlardır. Ayrıca erken dönemde gerçekleşen su noksanlığının olgunlaşmada meyve kabuğundaki antosiyanin konsantresi ve toplam fenol miktarı artışına faydası olduğunu görmüşlerdir. Bu çalışmada ise %0 salkım seyreltme (salkım seyreltmesiz) uygulamasının her iki yılda da en düşük $\Psi_{şö}$ değerlerini aldığı ve stres koşullarında ürün yükünün artışıyla birlikte şıradaki şeker birikiminin yavaşladığı, SÇKM değerlerinin düştüğü ve toplam antosiyanin birikiminin arttığı görülmüştür.

Çizelge 2. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın yaprak su potansiyeline etkisi ($\Psi_{\text{şö}}$)

Table 2. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on leaf water potential (Ψ_{pd})

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	-0.60	-0.80	Üst -0.67A	%0 -0.63a	-0.61
		%25	-0.60	-0.73			
		%50	-0.59	-0.72			
	Orta	Eğim x Yıl	-0.60	-0.75			
		%0	-0.56	-0.65			
		%25	-0.58	-0.60			
	Alt	%50	-0.57	-0.63			
		Eğim x Yıl	-0.57	-0.63			
		%0	-0.52	-0.63			
	Anaç x Yıl	%25	-0.51	-0.58			
		%50	-0.55	-0.60			
		Eğim x Yıl	-0.53	-0.61			
Fercal	Üst	Anaç x Yıl	-0.57	-0.66	Orta -0.59B	%25 -0.60b	-0,60
		%0	-0.60	-0.77			
		%25	-0.56	-0.73			
	Orta	%50	-0.59	-0.75			
		Eğim x Yıl	-0.58	-0.75			
		%0	-0.56	-0.65			
	Alt	%25	-0.51	-0.60			
		%50	-0.54	-0.59			
		Eğim x Yıl	-0.54	-0.62			
	Anaç x Yıl	%0	-0.56	-0.63			
		%25	-0.54	-0.58			
		%50	-0.52	-0.57			
YA	Eğim x Yıl	-0.54	-0.60				
	%0	-0.55	-0.65				
	%50	-0.55	-0.65				
YA			-0.56B	-0.66A			

YA $\text{LSD}_{0.05}:0.01$; EKA $\text{LSD}_{0.05}:0.02$; SSA $\text{LSD}_{0.05}:0.02$

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Suda çözünebilir kuru madde miktarı ($^{\circ}\text{Brix}$) (%)

SÇKM üzerine anaç ana etkisi (AA) ve EKA (LSD %5) önemlidir (Çizelge 3). EKA açısından Alt konumu yüksek değer olarak (25.28°Brix) birinci sırada, Orta konumu (24.77°Brix) ikinci sırada ve Üst konumu (24.37°Brix) ise üçüncü sırada yer almıştır. Bunun sebebi Üst konumunun yüksek stresten dolayı kısıtlı fotosentez yapması ve bununla doğru orantılı olarak kısıtlı şeker birikimi olduğu düşünülmüştür. AA açısından Cabernet Franc çeşidi aşıl原因an 140Ru (25.31°Brix) anacı yüksek şeker değeri, Fercal (24.31°Brix) anacının da düşük şeker değeri aldığı kaydedilmiştir. SÇKM üzerine YA, Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının etkisi önemsizdir. Benzer şekilde SSA da önemli bulunmamıştır ve salkım seyreltmenin SÇKM'yi etkilemediği bulgusu Alba ve ark. (2022) ile benzerlik göstermiştir.

Toplam asitlik (g L^{-1})

Toplam asitlik açısından YA ve EKA (LSD %5) önemli bulunmuştur (Çizelge 4). EKA bakımından; Üst konumu (6.80 g L^{-1}) en yüksek, Orta (6.58 g L^{-1}) ve Alt (6.57 g L^{-1}) konumları ise düşük değere sahip olmuştur. YA incelendiğinde 2019 yılının (6.77 g L^{-1}) yüksek değer aldığı, 2020 (6.53 g L^{-1}) yılının da düşük değer aldığı tespit edilmiştir. Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının istatistik olarak önemli etki yapmadığı görülmüştür. Salkım seyreltme ana etkisi de önemli değildir. Penter ve ark. (2008) ile birlikte Alba ve ark. (2022)'nin salkım seyreltmenin toplam asitlikte istatistik olarak önemli fark yaratmadığı bulgusuyla çalışma sonuçları benzerlik içindedir.

Çizelge 3. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın SÇKM'na etkisi (°Brix)

Table 3. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on TSS (°Brix)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	24.13	24.36	Üst 24.37c	%0 24.61	25.31A
		%25	24.73	24.69			
		%50	25.26	25.20			
		Eğim x Yıl	24.71	24.75			
	Orta	%0	25.24	25.20			
		%25	25.34	25.84			
		%50	25.41	25.61			
		Eğim x Yıl	25.33	25.55			
	Alt	%0	25.62	24.82			
		%25	26.05	26.12			
		%50	26.25	25.70			
		Eğim x Yıl	25.97	25.55			
Anaç x Yıl		25.34	25.28	Orta 24.77b	%25 24.88		
Üst	%0	24.33	23.89				
	%25	24.20	24.16				
	%50	24.00	23.54				
	Eğim x Yıl	24.17	23.86				
Orta	%0	22.77	25.07				
	%25	23.14	25.04				
	%50	23.41	25.15				
	Eğim x Yıl	23.11	25.08				
Alt	%0	24.55	25.36				
	%25	24.58	24.66				
	%50	24.72	24.97				
	Eğim x Yıl	24.62	25.00				
Anaç x Yıl		23.97	24.65	Alt 25.28a	%50 24.93		
YA			24.65	24.97			

AA LSD_{0.05}:0.31, EKA LSD_{0.05}:0.39

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Şıra pH'sı

AA ve YA (LSD %5) şıra pH'sına önemli etki yapmıştır. Öte yandan SSA, EKA, Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının önemli etki yapmadığı görülmüştür. Şıra pH'sı incelendiğinde AA açısından Cabernet Franc çeşidini üzerine aşılama kullanılan 140Ru anacı yüksek (3.47); Fercal anacı düşük değer (3.44) almıştır. Mehofer ve ark. (2021), farklı anaçların Roesler çeşidinin şıra pH'sında farklılık yaratmadığı bulgusu ile araştırma bulgusu çelişmektedir. Bunun anaç üzerine aşılama çeşitten de kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca pH değerleri üzerine YA önemli bulunmuştur. 2020 yılı (3.49) asitlik bakımından yüksek, 2019 yılı (3.42) da düşük değer almıştır. Song ve ark. (2018) ile Alba ve ark. (2022) salkım seyreltmenin pH değerini yükselttiğini belirlemişlerdir. Öte yandan Bahar ve ark. (2017) -0.7 MPa'dan yüksek strese sahip omcaların şirasının düşük pH değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada bu şekilde bir fark görülmemiştir. Bunun çeşit ve toprak yapısı farkından ileri geldiği düşünülmüştür.

Çizelge 4. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın toplam asitlik miktarına etkisi ($g L^{-1}$)

Table 4. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on total acidity ($g L^{-1}$)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA		
140 Ru	Üst	%0	7.00	6.51	Üst 6.80a	%0 6.56	6.69		
		%25	7.25	6.78					
		%50	7.23	6.53					
		Eğim x Yıl	7.16	6.61					
	Orta	%0	6.81	6.43					
		%25	6.70	6.66					
		%50	6.48	6.43					
		Eğim x Yıl	6.66	6.51					
	Alt	%0	6.61	6.38					
		%25	6.63	6.61					
		%50	6.98	6.43					
		Eğim x Yıl	6.74	6.47					
Anaç x Yıl		6.85	6.53	Orta 6.58b	%25 6.78	6.61			
Üst	%0	6.80	6.55						
	%25	6.89	6.81						
	%50	6.70	6.60						
	Eğim x Yıl	6.80	6.65						
Orta	%0	6.34	6.36						
	%25	6.80	6.66						
	%50	6.81	6.43						
	Eğim x Yıl	6.65	6.48						
Alt	%0	6.58	6.35				Alt 6.57b	%50 6.61	6.61
	%25	6.90	6.65						
	%50	6.34	6.36						
	Eğim x Yıl	6.61	6.45						
Anaç x Yıl		6.68	6.53						
YA		6.77A	6.53B						

YA $LSD_{0.05}:0.15$, EKA $LSD_{0.05}:0.19$

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Şeker konsantrasyonu ($g L^{-1}$)

Şeker konsantrasyonu açısından EKA, AA ve Anaç x Yıl interaksiyonları etkisinin (LSD %5) önemli olduğu, ancak YA, SSA, Eğim x Yıl, SSA x EKA AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonları açısından da önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 5). EKA açısından Alt ($253.00 g L^{-1}$) ile Orta ($247.05 g L^{-1}$) konumları yüksek değer, Üst ($242.47 g L^{-1}$) konumunun da düşük değere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca AA açısından en yüksek şeker konsantrasyonu Cabernet Franc/140Ru ($253.32 g L^{-1}$)'dan; en düşük şeker konsantrasyonu da Cabernet Franc/Fercal ($241.69 g L^{-1}$) kombinasyonundan alınmıştır. Anacın tanedeki şeker miktarını değiştirdiği bulgusu Navarro ve ark. (2021) ile paraleldir. Anaç x Yıl interaksiyonu açısından yüksek değeri 140Ru x 2019 ($253.57 g L^{-1}$) ve 140Ru x 2020 ($253.08 g L^{-1}$) interaksiyonlarının; düşük değere de Fercal x 2019 ($237.76 g L^{-1}$) interaksiyonunun sahip olduğu görülmüştür. Yılın yağış değerlerinin (Kuraklık göstergesi 2019: 0.27 ve 2020: 0.18) şeker konsantrasyonuna etkisi olduğu düşünülmüştür.

Çizelge 5. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın şeker konsantrasyonuna etkisi (g L⁻¹)

Table 5. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on sugar concentration (g L⁻¹)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140Ru	Üst	%0	239.64	242.35	Üst 242.47C	%0 245.23	253.32A
		%25	246.72	246.26			
		%50	252.63	251.97			
		Eğim x Yıl	246.33	246.86			
	Orta	%0	252.35	252.21			
		%25	253.83	259.48			
		%50	254.31	256.86			
		Eğim x Yıl	253.50	256.18			
	Alt	%0	256.83	247.89			
		%25	261.98	262.81			
		%50	263.84	257.85			
		Eğim x Yıl	260.88	256.18			
Anaç x Yıl		253.57a	253.08a	Orta 247.05B	%25 248.38		
Fercal	Üst	%0	241.97	236.82	Alt 253.00A	%50 248.90	241.69B
		%25	240.52	239.89			
		%50	238.10	232.77			
		Eğim x Yıl	240.20	236.50			
	Orta	%0	223.95	250.58			
		%25	228.09	250.28			
		%50	231.11	251.49			
		Eğim x Yıl	227.72	250.78			
	Alt	%0	244.50	253.69			
		%25	244.98	245.74			
		%50	246.61	249.29			
		Eğim x Yıl	256.18	249.57			
Anaç x Yıl		237.76c	245.62b				
YA			245.66	249.35			

AA LSD_{0.05}:3.70, EKA LSD_{0.05}:4.53, Anaç x Yıl LSD_{0.05}:5.24

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Tanedeki şeker miktarı (mg tane ağırlığı⁻¹)

AA, EKA ve YA (LSD %5) önemli; SSA, Anaç x Yıl, Eğim x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonları önemsizdir (Çizelge 6). EKA açısından Alt (235.82 mg tane⁻¹) ve Orta (227.57 mg tane⁻¹) konumları aynı grupta, Üst konumu da (212.33 mg tane⁻¹) diğer grupta yer bulmuştur. Üst konumunda -0.67 MPa olan (Çizelge 1) şiddetli ve çok yüksek sınıftaki stres (Deloire & Heyns, 2011) nedeniyle tanedeki şeker miktarı düşmüştür, bu bulgu da Geng ve ark. (2022)'nin belirttiği yüksek su stresinin tanedeki şeker miktarı düşürebileceği bulgusuyla paralellik göstermiştir. AA açısından önem düzeyleri incelendiğinde, Cabernet Franc/140Ru kombinasyonundaki 140Ru anacı (240.02 mg tane⁻¹) yüksek; Cabernet Franc/Fercal kombinasyonundaki Fercal anacı (210.46 mg tane⁻¹) da düşük değeri almıştır. YA bakımından 2019 (248.34 mg tane⁻¹) yılı en yüksek değere sahipken; 2020 yılı 202.14 mg tane⁻¹ değeri ile en düşük değere sahip olmuştur.

Çizelge 6. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın tanedeki şeker miktarına etkisi (mg tane⁻¹)

Table 6. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on sugar per berry (mg berry⁻¹)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	229.01	184.82	Üst 212.33b	%0 232.09	240.02A
		%25	245.60	199.07			
		%50	253.21	205.73			
		Eğim x Yıl	242.61	196.54			
	Orta	%0	298.31	241.77			
		%25	225.08	185.32			
		%50	269.09	214.05			
		Eğim x Yıl	264.16	213.72			
	Alt	%0	311.53	239.02			
		%25	299.94	241.56			
		%50	270.98	206.27			
		Eğim x Yıl	294.15	228.95			
Anaç x Yıl		266.97	213.07	Orta 227.57a	%25 221.70	210.46B	
Üst	%0	253.94	208.95				
	%25	215.33	175.17				
	%50	212.41	164.73				
	Eğim x Yıl	227.23	182.95				
Orta	%0	209.94	187.64				
	%25	261.15	224.56				
	%50	221.83	192.05				
	Eğim x Yıl	230.97	201.42				
Alt	%0	226.67	193.46				
	%25	216.24	171.39				
	%50	249.88	202.90				
	Eğim x Yıl	230.97	201.42				
Anaç x Yıl		229.71	191.21				
YA			248.34A	202.14B			

YA LSD_{0.05}:12.21, AA LSD_{0.05}:12.21, EKA LSD_{0.05}:14.95

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Bir gram tanedeki şeker miktarı (mg g-tane⁻¹)

140Ru ve Fercal anaçlarına aşılanan Cabernet Franc çeşidinin bir gram tanesindeki şeker miktarlarına EKA ve AA istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 7). EKA açısından Alt konumu (194.61 mg g-tane⁻¹), Orta konumu (190.03 mg g-tane⁻¹) ve Üst konumu (186.51 mg g-tane⁻¹) şeklinde yer almışlardır. Üst konumunda -0.67 MPa olarak kaydedilen (Çizelge 1) şiddetli ve çok yüksek sınıftaki su stresi (Deloire & Heyns, 2011) nedeniyle tanedeki şeker miktarının düştüğü bulgusu da Geng ve ark. (2022) ile uyum içindedir. AA açısından Cabernet Franc/140Ru kombinasyonundan (194.86 mg g-tane⁻¹) yüksek, Cabernet Franc/Fercal (185.91 mg g-tane⁻¹) de düşük değere sahip olmuştur. SSA, YA ve Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ile AA x SSA interaksiyonlarının önemli olmadığı kaydedilmiştir.

Çizelge 7. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın bir gram tanedeki şeker miktarına etkisi (mg g-tane⁻¹)
 Table 7. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on sugar amount per gram berry (mg g-berry⁻¹)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	184.31	186.42	Üst 186.51c	%0 188.63	194.86A
		%25	189.76	189.41			
		%50	194.32	193.82			
		Eğim x Yıl	189.46	189.88			
	Orta	%0	194.10	194.00			
		%25	195.24	199.58			
		%50	195.61	197.57			
		Eğim x Yıl	194.98	197.05			
	Alt	%0	197.57	190.70			
		%25	201.52	202.16			
		%50	202.96	198.36			
		Eğim x Yıl	200.68	197.07			
Anaç x Yıl		195.04	194.67	Orta 190.03b	%25 191.05	185.91B	
Üst	%0	186.14	182.16				
	%25	184.99	184.54				
	%50	183.15	179.06				
	Eğim x Yıl	184.76	181.92				
Orta	%0	172.27	192.73				
	%25	175.44	192.52				
	%50	177.78	193.47				
	Eğim x Yıl	175.16	192.91				
Alt	%0	197.57	195.13				
	%25	201.52	189.03				
	%50	202.96	191.76				
	Eğim x Yıl	188.73	191.97				
Anaç x Yıl		182.88	188.93	Alt 194.61a	%50 191.46		
YA			188.96	191.80			

AA LSD_{0.05}:2.85, EKA LSD_{0.05}:3.49

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Monomerik antosiyanin miktarı (mg kg⁻¹)

Antosiyanin miktarı üzerine SSA, EKA, AA ve Anaç x Yıl interaksiyonlarının etkisi (LSD %5) önemli bulunmuştur (Çizelge 8). YA, Eğim x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonları önemli etkide bulunmamıştır. SSA bakımından %50 S (691.90 mg kg⁻¹) uygulaması ön plana çıkmış, %25 S (641.25 mg kg⁻¹) ve %0 S (571.43 mg kg⁻¹) uygulamaları da bunu takip etmiştir. Yapılan salkım seyreltme uygulaması ile antosiyanin miktarının pozitif bir ilişkide olduğu görülmüştür. Benzer sonuç (ben düşme ve bezelye iriliği dönemde salkım seyreltme) Kennedy ve ark. (2009) tarafından da tespit edilmiştir. EKA açısından Üst konumu (725.99 mg kg⁻¹) en yüksek, Alt konumu (650.82 mg kg⁻¹) yüksek ve Orta konumu da (527.77 mg kg⁻¹) düşük değer almıştır. Bu sonuç farklı gelişme dönemlerinde ve farklı seviyelerde görülen su noksanlığının antosiyanin konsantrasyonlarına etki ettiğini bildiren Carbonneau & Bahar (2009) ile paralel bulunmuştur. AA açısından Cabernet Franc çeşidinin aşılandığı Fercal (683.60 mg kg⁻¹) anacından yüksek, 140Ru (586.11 mg kg⁻¹) anacından da düşük antosiyanin miktarı alınmıştır. Anacın antosiyanin oranını değiştirdiği bulgusu Navarro ve ark. (2021) ile uyum içindedir. Anaç x YA interaksiyonu açısından ilk önem grubu Fercal x 2019 (737.96 mg kg⁻¹) interaksiyonundan oluşturmuştur. İkinci grupta da Fercal x 2020 (629.25 mg kg⁻¹), 14Ru x 2020 (614.20 mg kg⁻¹) ve 140Ru x 2019 (558.02 mg kg⁻¹) yer almıştır.

Çizelge 8. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın monomerik antosiyanin miktarına etkisi (mg kg^{-1})
 Table 8. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on monomeric anthocyanin (mg kg^{-1})

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	633.75	537.67	Üst 725.99a	%0 571.43B	586.11B
		%25	592.87	602.43			
		%50	610.90	758.45			
		Eğim x Yıl	612.51	632.85			
	Orta	%0	486.64	555.51			
		%25	404.62	498.52			
		%50	560.82	590.08			
		Eğim x Yıl	484.03	548.04			
	Alt	%0	629.82	615.23			
		%25	519.13	558.43			
		%50	583.67	811.42			
		Eğim x Yıl	577.54	661.70			
Anaç x Yıl		558.02b	614.20b	Orta 527.77c	%25 641.25AB		
Fercal	Üst	%0	681.32	797.47	Alt 650.82b	%50 691.90A	683.60A
		%25	908.60	825.60			
		%50	909.60	853.18			
		Eğim x Yıl	833.17	825.42			
	Orta	%0	444.14	371.05			
		%25	712.55	520.92			
		%50	575.39	612.95			
		Eğim x Yıl	577.36	501.64			
	Alt	%0	620.45	484.03			
		%25	917.53	633.73			
		%50	872.03	564.32			
		Eğim x Yıl	803.34	560.70			
Anaç x Yıl		737.96a	629.25b				
YA			647.99	621.72			

AA $\text{LSD}_{0.05}$:57.01, Anaç x Yıl $\text{LSD}_{0.05}$:80.62, EKA $\text{LSD}_{0.05}$:69.82

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Toplam polifenol indeksi

Çizelge 9'daki değerler incelendiğinde; YA ve EKA istatistik olarak önemlidir. EKA açısından Üst konumu (10.45) en yüksek değerdedir. Orta (9.02) ve Alt (8.52) konumları da aynı önem seviyesindedir. YA açısından 2019 yılı (10.24) öne çıkmış, 2020 yılının (8.43) bunu izlediği görülmüştür. Bahar ve ark. (2017), ben düşmede yapılan %50 SS ile toplam polifenol birikiminin arttığını bildirmişlerdir. Ancak araştırmada bu etki kaydedilememiştir, Üst konumunun toplam polifenol indeksini artırdığı saptanmıştır. SSA, AA, Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 9. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın toplam polifenol indeksine etkisi

Table 9. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on total polyphenol index

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	12.38	9.36	Üst 10.45a	%0 9.68	9.04
		%25	10.06	7.16			
		%50	11.21	9.14			
		Eğim x Yıl	11.22	8.55			
	Orta	%0	10.97	8.75			
		%25	8.63	8.60			
		%50	9.75	7.11			
		Eğim x Yıl	9.78	8.15			
	Alt	%0	9.30	8.78			
		%25	8.99	6.83			
		%50	6.26	9.50			
		Eğim x Yıl	8.18	8.37			
Anaç x Yıl		9.73	8.36	Orta 9.02b	%25 9.16	9.62	
Üst	%0	12.42	9.02				
	%25	12.79	11.12				
	%50	11.71	9.04				
	Eğim x Yıl	12.31	9.73				
Orta	%0	9.54	8.21				
	%25	9.93	8.26				
	%50	8.88	9.65				
	Eğim x Yıl	9.45	8.71				
Alt	%0	10.63	6.75				
	%25	8.99	8.60				
	%50	11.79	5.83				
	Eğim x Yıl	10.47	7.06				
Anaç x Yıl		10.74	8.50	Alt 8.52b	%50 9.16		
YA		10.24A	8.43B				

YA LSD_{0.05}:0.97, EKA LSD_{0.05}:1.19

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Toplam fenolik madde miktarı (mg kg⁻¹)

İstatistik açıdan SSA, AA, YA ve Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının önemsiz; EKA'nın (LSD %5) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Alt konumu toplam fenolik madde miktarı açısından (2469.49 mg kg⁻¹) en yüksek değerde, Üst (2221.86 mg kg⁻¹) ve Orta (2095.67 mg kg⁻¹) konumlarının da düşük değerde olduğu kaydedilmiştir. Gonzalez-Neves ve ark. (2002) Tannat üzüm çeşidinde salkım seyreltme uygulamalarının yıla bağlı olarak fenolik madde miktarlarını değiştirdiğini belirlemişlerdir, ancak bu araştırmadan benzer sonuç elde edilememiş olmasının çeşit farkından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca fenolik bileşiklerin çeşit, çevre koşulları ve yetiştiricilik tekniklerine bağlı olarak değiştiği (Koundouras, 2016; Tahmaz Karaman ve ark., 2021) ifadesiyle de uyum içindedir.

Toplam tanen miktarı (g kg⁻¹)

Toplam tanen miktarı değişimlerinde (LSD %5) EKA, AA ve YA önemlidir (Çizelge 11). SSA, Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının etkisi ise önemsizdir. Toplam tanen miktarı açısından EKA incelendiğinde Üst konumundan (3.50 g kg⁻¹) en yüksek; Alt (2.97 g kg⁻¹) ve Orta konumlarından (2.81 g kg⁻¹) en düşük değerlerin alındığı belirlenmiştir. Cabernet Franc çeşidine aşılardan AA açısından Fercal anacının (3.41 g kg⁻¹) en yüksek; 140Ru anacının da (2.78 g kg⁻¹) en düşük değeri aldığı gözlenmiştir. YA açısından 2020 yılı (3.20 g kg⁻¹)

birinci, 2019 yılının da (2.99 g kg^{-1}) ikinci sırada olduğu kaydedilmiştir. Keller ve ark. (2005) ile Candar ve ark. (2019) toplam tanen miktarının yıllara göre değiştiğini ifade etmişlerdir, bu bulguyla sonuçlar uyum içerisindedir.

Çizelge 10. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın toplam fenolik madde miktarına etkisi (mg kg^{-1})

Table 10. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on total phenolic content (mg kg^{-1})

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	2210.80	2083.33	Üst 2221.86B	%0 2255.52	2300.52
		%25	2280.56	2182.64			
		%50	2235.26	1941.35			
		Eğim x Yıl	2242.21	2069.11			
	Orta	%0	1922.64	2557.68			
		%25	1997.72	2742.31			
		%50	1945.09	2171.07			
		Eğim x Yıl	1955.15	2490.35			
	Alt	%0	2911.78	2382.15			
		%25	2721.63	2334.17			
		%50	2572.97	2216.20			
		Eğim x Yıl	2735.46	2310.84			
Anaç x Yıl			2310.94	2290.10	Orta 2095.67B	%25 2332.07	2224.16
Üst	%0	2201.46	2364.60				
	%25	2121.96	2581.21				
	%50	2037.96	2421.25				
	Eğim x Yıl	2120.46	2455.68				
Orta	%0	1815.97	2059.11				
	%25	1731.16	2190.41				
	%50	1654.49	2360.40				
	Eğim x Yıl	1733.87	2203.31				
Alt	%0	2394.55	2162.21				
	%25	2574.96	2526.11				
	%50	2594.31	2242.83				
	Eğim x Yıl	2521.27	2310.38				
Anaç x Yıl			2125.20	2323.12	Alt 2469.49A	%50 2199.43	
YA			2218.07	2306.61			

EKA LSD_{0.05}:204.05

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Toplam antioksidan miktarı (g kg^{-1})

EKA ve YA'nın toplam antioksidan miktarı üzerine önemli etkide bulunduğu; SSA, AA, Eğim x Yıl, Anaç x Yıl, SSA x EKA, AA x EKA ve AA x SSA interaksiyonlarının etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 12). Alt (14.22 g kg^{-1}) ve Üst (13.57 g kg^{-1}) konumlarının birlikte önem grubunu oluşturduğu; Orta (11.89 g kg^{-1}) konumunun ise diğer grupta olduğu belirlenmiştir. Uzun (2019), taban arazide stres oranının artmasıyla üzüm antioksidan miktarının düştüğünü; kıraç arazide ise bu artışla antioksidan miktarının yükseldiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada Üst ve Alt konumlarının toplam antioksidan miktarını artırdığı belirlenmiştir. Su stresi yüksek olan Üst konumunun araştırıcı ile benzer; Alt konumunun da benzer olmadığı görülmüştür. Bu farkın asma su durumu ve arazi konumundan kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca 2019 yılının stres seviyesi -0.56 MPa (orta ve şiddetli) iken 2020 yılının stres seviyesi -0.66 MPa (şiddetli ve çok yüksek) sınıfına yükseldiğinden (Deloire & Heyns, 2011), antioksidan miktarı da düşmüştür. Bu bulgu düzenli sulanan omcaların antioksidan miktarının sadece yağmurla sulanan omcalara nazaran daha yüksek olduğu bulgusu ile uyum içindedir (Pérez-Álvarez ve ark., 2021).

Çizelge 11. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın toplam tanen miktarına etkisi (g kg⁻¹)Table 11. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on total tannins (g kg⁻¹)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	3.30	2.96	Üst 3.50a	%0 2.99	2.78B
		%25	2.70	3.21			
		%50	3.31	2.99			
		Eğim x Yıl	3.11	3.05			
	Orta	%0	2.89	2.42			
		%25	2.29	3.19			
		%50	2.28	2.91			
		Eğim x Yıl	2.48	2.84			
	Alt	%0	2.09	2.67			
		%25	2.26	2.92			
		%50	2.83	2.76			
		Eğim x Yıl	2.40	2.78			
Anaç x Yıl		2.66	2.89	Orta 2.81b	%25 3.21		
Fercal	Üst	%0	3.44	3.89	Alt 2.97b	%50 3.08	3.41A
		%25	4.17	4.37			
		%50	3.78	3.89			
		Eğim x Yıl	3.80	4.05			
	Orta	%0	2.29	3.22			
		%25	3.02	3.19			
		%50	3.24	2.77			
		Eğim x Yıl	2.85	3.06			
	Alt	%0	3.46	3.24			
		%25	3.43	3.72			
		%50	3.07	3.19			
		Eğim x Yıl	3.22	3.38			
Anaç x Yıl		3.32	3.50				
YA			2.99B	3.20A			

YA LSD_{0.05}:0.19, AA LSD_{0.05}:0.19, EKA LSD_{0.05}:0.23

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Çizelge 12. Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın toplam antioksidan miktarına etkisi (g kg⁻¹)Table 12. Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on total antioxidant (g kg⁻¹)

Anaç	Eğim	Salkım Seyreltme	2019	2020	EKA	SSA	AA
140 Ru	Üst	%0	15.04	11.07	Üst 13.57a	%0 13.56	13.27
		%25	15.91	9.86			
		%50	15.00	15.12			
		Eğim x Yıl	15.32	12.02			
	Orta	%0	13.79	9.70			
		%25	13.97	11.47			
		%50	13.49	9.12			
		Eğim x Yıl	13.75	10.10			
	Alt	%0	17.96	11.59			
		%25	18.10	8.72			
		%50	17.56	11.31			
		Eğim x Yıl	17.87	10.54			
Anaç x Yıl		15.65	10.88	Orta 11.89b	%25 13.13		
Fercal	Üst	%0	15.44	14.07			13.19
		%25	15.71	12.40			
		%50	15.50	7.69			

Çizelge 12 (devamı). Anaç, eğimdeki konum, salkım seyreltme ve yılın toplam antioksidan miktarına etkisi ($g\ kg^{-1}$)
 Table 12 (continued). Position on the slope, rootstock, cluster thinning applications and year effects on total antioxidant ($g\ kg^{-1}$)

	Eğim x Yıl	15.55	11.38		
	%0	10.92	14.50		
Orta	%25	11.90	9.84		
	%50	11.26	12.75		
	Eğim x Yıl	11.36	12.36		
Alt	%0	16.46	12.22	Alt	%50
	%25	17.47	12.22	14.22a	12.99
	%50	16.89	10.18		
	Eğim x Yıl	16.94	11.54		
	Anaç x Yıl	14.62	11.76		
	YA	15.13A	11.32B		

YA $LSD_{0.05}:0.86$, EKA $LSD_{0.05}:1.06$

[EKA=Eğimdeki Konum Ana Etkisi, SSA=Salkım Seyreltme Ana Etkisi, AA=Anaç Ana Etkisi, YA=Yıl Ana Etkisi]

Araştırma sonucunda bağda gerçekleştirilecek olan kültürel işlemlerin (salkım seyreltme), iklim, konum, anaç ve çeşide göre belirlenmesi gerekliliği bir kez daha görülmüştür. Eğimli bağdaki konuma göre toprağın derinliği, toprağın tekstürü ve strüktürü, toprağın verimliliği gibi unsurlar değişkenlik gösterdiğinden toprağın su tutma kapasitesi ve omcanın kökünün yayıldığı alan da değişmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi küresel ısınma ile karşı karşıya olan ülkemizde de deneme bağına her yıl düşen yağış miktarı azalma; sıcaklıklar ise giderek artma trendinde olup ben düşme ile hasat dönemleri arasında gerçekleşen yüksek sıcaklık ve düşük yağışlar önce omcağı sonra da salkımı etkilemektedir.

Eğimdeki konum açısından üst konumunun su noksanlığı çektiği görülmüştür. Üst konumunun; SÇKM ve olgunluk indisleri açısından diğer konumlara göre düşük değerler; öte yandan antosiyanin, toplam polifenol ve toplam tanen miktarı bakımından da yüksek değerler aldığı saptanmıştır. Ancak eğimdeki Orta konumu sekonder metabolitler açısından en düşük değerleri almıştır. Diğer yandan eğimdeki Alt konumu ise; SÇKM ve olgunluk indisleri açısından en yüksek değerleri almıştır. Buradan yola çıkıldığında eğimdeki konum açısından bağda gerçekleştirilecek olan kültürel işlemlerin anaç ve çeşit seçiminden başlayarak (sulama, budama, salkım seyreltme, vb.) düzenlenmesi gerektiği ön görülmüştür.

Denemede 140Ru anacının konumundaki toprak tınlı olduğundan SÇKM, toplam asitlik ve şıra pH'sı Fercal anacından yüksek bulunmuştur. Fercal anacı konumunda toprak killi tınlı olduğundan antosiyanin, toplam polifenol indeksi ve toplam tanen parametrelerinde yüksek; SÇKM, toplam asitlik, şıra pH'sı ve olgunluk indislerinde en düşük değerleri almıştır.

Salkım seyreltme yapılmayan (%0 S) omcalardaki SÇKM ve toplam asitlik düşük; %25 S'de şıra pH'sı ve toplam polifenol indeksi düşük; %50 S'de SÇKM, pH ve olgunluk indisleri yüksektir. Salkım seyreltme oranı ile SÇKM paralel yöndedir. Bu nedenle %50 S'de elde edilen yüksek SÇKM, nihai ürün şarapta istenmeyen yüksek alkol değerine daha yakındır. Çalışma bağında düşük verim alındığından %0 S uygulamasının daha uygun olacağı saptanmıştır.

Sonuç olarak, verimin $800\ kg\ da^{-1}$ altına düşmemesi için salkım seyreltilmemesi, bağda anaç ve konum dikkate alınarak gerektiğinde sulama yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma üçüncü yazarın yüksek lisans tezinin (YOK Tez No: 688124/Tarih: 30.07.2021) bir bölümüdür.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Alba, V., Natrella, G., Gambacorta, G., Crupi, P., & Coletta, A. (2022). Effect of over crop and reduced yield by cluster thinning on phenolic and volatile compounds of grapes and wines of Sangiovese trained to Tendone. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102, 7155-7163. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12081>
- Al-Saif, A.M., Abdel-Sattar, M., Aboukarima, A.M., Eshra, D.H., & Górník, K. (2022). Physico-chemical properties prediction of Flame Seedless grape berries using an artificial neural network model. *Foods*, 11, 2766. <https://doi.org/10.3390/foods11182766>
- AOAC (1998). *Official Methods of Analysis*. 16th Edition, Official Association of Official Analytical Chemists, Maryland, USA. Method 968.08.
- Bahar, E., Carbonneau, A., & Korkutal, I. (2011). The effect of extreme water stress on leaf drying limits and possibilities of recovering in three grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (5), 1151-1160.
- Bahar, E., Korkutal, İ., & Kabataş, İ.E. (2017). Farklı yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}) ve salkım seyreltme uygulamalarının Sangiovese üzüm çeşidinin fitokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (3), 11-18. <https://doi.org/10.21597/jist.2017.156>
- Blouin, J., & Guimberteau, G. (2000). *Maturation et maturite des raisins*. Feret, Bordeaux, ISBN: 2-902416-49-0.
- Calderon-Orellana, A., Mercenaro, L., Shackel, K.A., Willits, N., & Matthews, M.A. (2014). Responses of fruit uniformity to deficit irrigation and cluster thinning in commercial winegrape production. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65, 354-362. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.13135>
- Candar, S., Bahar, E., Korkutal, İ., Alço, T., & Uysal Seçkin, G. (2019). Farklı yeşil budama uygulamalarının Merlot (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde şıra önolojik özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (2), 121-127. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.517920>
- Candar, S., Bahar, E., & Korkutal, I. (2020). Impacts of leaf area on the physiological activity and berry maturation of Merlot (*Vitis vinifera* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 18 (1), 1523-1538. https://doi.org/10.15666/aeer/1801_15231538
- Carbonneau, A., & Bahar, E. (2009). Vine and berry responses to contrasted water fluxes in ecotron around 'veraison' manipulation of berry shrivelling and consequences on berry growth, sugar loading and maturation. *Proceedings of the 16th International Giesco Symposium*, July 12-15, University of California, Davis, pp. 145-155.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 657s, Ankara.
- Climaco, P., Teixeira, K., & Ferreirinho, M.C. (2005). Efeitos da monda de cachos no rendimento e qualidade da cv. Alicante Bouschet. *Vinea, Revista Viticultura Alentejo, Abril-Junho*, 13-16.
- Clingeffer, P.R. (2000). Mechanization of wine and raisin production in Australian vineyards. *Proceedings of the ASEV 50th Anniversary Annual Meeting*, Seattle Washington, U.S.A. Ed. J. M. Rantz (American Society for Enology and Viticulture: Davis, CA) pp. 165-169.
- Çelik, H. (2017). Bağlarda taç yönetimi-Yaz budamaları. *TÜRKTOB Dergisi*, 22, 34-43.

- Çelik, M., & Ilgaz, F. (2020). Şiraz üzüm çeşidinde yaprak alma ve salkım seyreltme uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 239-248. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.598983>
- De Bei, R., Wang, X., Papagiannis, L., & Collins, C. (2022). Assessment of bunch thinning as a management technique for Semillon and Shiraz in a hot Australian climate. *OENO One*, 56 (1), 161-174. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.1.4835>
- De Dordodot, S., Forster, B., & Pagès, L. (2007). Root system architecture: opportunities and constraints for genetic improvement of crops. *Trends in Plant Science*, 12, 474-481. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.08.012>
- Deloire, A., & Heyns, D. (2011). *Leaf water potentials: principles, method and thresholds*. Wineland, September. https://cdn-cms.f-static.com/uploads/1127043/normal_5b0cf70025257.pdf
- Diago, M.R., Vilanova, M., Blanco, J.A., & Tardaguila, J. (2010). Effect of mechanical thinning on fruit and wine composition and sensory attributes of Grenache and Tempranillo varieties (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16 (2), 314-326. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2010.00094.x>
- Flexas, J., & Medrano, H. (2002). Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*, 89, 183-189. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf027>
- Geng, K., Zhang, Y., Lv, D., Li, D., & Wang, Z. (2022). Effects of water stress on the sugar accumulation and organic acid changes in Cabernet Sauvignon grape berries. *Horticultural Science (Prague)*, 49 (3), 164-178. <https://doi.org/10.17221/23/2021-HORTSCI>
- Gonzalez-Neves, G., Gil, G., & Ferrer M. (2002). Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. *Food Science and Technology International*, 8, 315-321. <https://doi.org/10.1177/1082013202008005115>
- Guidoni, S., Allara, P., & Schubert, A. (2002). Effect of cluster thinning on berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 224-226. <https://doi.org/10.5344/ajev.2002.53.3.224>
- Günen, E. (2008). Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin aşılı köklü asma fidanlarının üretiminde anaç kalem ilişkileri ve üretim şekillerinin fidan randımanı ile kalitesine etkileri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- INRA (2007). Determination d'Anthocyanes en echantillons de raisin. *Mode Operatoire. Ref: MO-LAB-23*. Version: 1, Septembre 2007. UE Pech Rouge. 2 p.
- Kamiloğlu, Ö., & Demirköser, Ö. (2018). Farklı asma çeşit/anaç çeliklerinde aşı tutma oranları üzerine bir araştırma. *Bahçe*, 47 (Özel Sayı 1), 451-459.
- Karabulut, B., & Çelik, H. (2022). Determination of grafting success and carbohydrate distributions of foxy grape (*Vitis labrusca* L.) varieties grafted on different American grape rootstocks. *Horticulturae*, 8, 949. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100949>
- Kaya, K.F., & Tangolar, S. (2021). Determination of morphological responses and plant nutrient preferences of some vine rootstocks grown under *in vitro* salt stress conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 5 (4), 616-627. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.4.22>
- Keller, M., Mills, L.J., Wample, R.L., & Spayd, S.E. (2005). Cluster thinning effects on three deficit irrigated *Vitis vinifera* cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 91-103. <https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.2.9>
- Kennedy, J.A., Matthews, M.A., & Waterhouse, A.L. (2002). Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53 (4), 268-274. <https://doi.org/10.5344/ajev.2002.53.4.268>

- Kennedy, U., Learmonth, R., & Hassal, T. (2009). Effects on grape and wine quality of bunch thinning of Merlot under Queensland conditions. Queensland Wine Industry Association, 18 May 2009, Project Number: RT 06/05-2. Australia.
- Kontoudakis, N., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J.M., De Freitas, V., & Zamora, F. (2011). Influence of the heterogeneity of grape phenolic maturity on wine composition and quality. *Food Chemistry*, 124 (3), 767-774. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.093>
- Koundouras, S., Marinos, V., Gkoulioti, A., Kotseridis, Y., & van Leeuwen, C. (2006). Influence of vineyard location and vine water status on fruit maturation of nonirrigated cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on wine phenolic and aroma components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (14), 5077-86. <https://doi.org/10.1021/jf0605446>
- Koundouras, S. (2016). Environmental and viticultural practice effects on the phenolic composition of grapes: impact on wine sensory properties. *XI International Terroir Congress*, July 2016, McMinnville, Oregon (USA). 267-272. <https://www.calameo.com/read/004433976949ab8885344>
- Korkutal, İ., & Kaymaz, Ö. (2016). Viognier (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde farklı sıra yönleri ve salkım seyreltme uygulamalarının kalite ve verim özellikleri üzerine etkileri. *Bahçe*, 45 (Özel Sayı), 599-606.
- Korkutal, İ., Bahar, E., & Zinni, A. (2022). Michele Palieri (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde yaprak alma ve uç alma uygulamalarının omca verimi ve sürgün özelliklerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 185-194. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1041124>
- Korkutal, İ., Bahar, E., & Koskosoğlu, B. (2022). Tane özellikleri üzerine eğim, anaç ve salkım seyreltmenin etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37 (3), 637-654. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1103113>
- Mehofer, M., Schmuckenschlager, B., Hanak, K., Vitovec, N., Braha, M., Cazim, T., Gorecki, A., Christner, F., & Hofstetter, I. (2021). Investigations into the effects of the rootstock varieties Kober 5BB, Fercal and 3309 Couderc on the nutrient content of leaves as well as generative and vegetative performance of the grape variety Roesler. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung*, 71 (3), 204-221.
- Navarro, J.M., Botía, P., & Romero, P. (2021). Changes in berry tissues in Monastrell grapevines grafted on different rootstocks and their relationship with berry and wine phenolic content. *Plants*, 10 (12), 2585. <https://doi.org/10.3390/plants10122585>
- Penter, F., Rufato, L., Kretschmar, A.A., & Ide, G.M. (2008). Effect of bunch thinning in the evolution of the qualitative parameters of the grape cv. Cabernet Sauvignon produced in the Mountain Region of Santa Catarina. *Acta Horticulturae*, 772, 309-313. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.772.51>
- Pehlivan, E.C., & Uzun, H. (2015). Shiraz üzüm çeşidinde salkım seyreltmesinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 119-126. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236407>
- Pérez-Álvarez, E.P., Intrigliolo, D.S., Almajano, M.P., Rubio-Bretón, P., & Garde-Cerdán, T. Effects of water deficit irrigation on phenolic composition and antioxidant activity of Monastrell grapes under semiarid conditions. *Antioxidants*, 10, 1301. <https://doi.org/10.3390/antiox10081301>
- Soar, C.J., Speirs, J., & Maffei, S.M. (2006). Grapevine varieties Shiraz and Grenache differ in their stomatal response to VPD: apparent links with ABA physiology and gene expression in leaf. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12 (1), 2-12. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2006.tb00038.x>
- Song, C., Wang, C., Xie, S., & Zhang, Z. (2018). Effects of leaf removal and cluster thinning on berry quality of *Vitis vinifera* cultivars in the region of Weibei Dryland in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 17 (7), 1620-1630. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61990-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61990-2)
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

- Sucu, S., & Yağcı, A. (2016). Bazı asma anaçları ve bu anaçlar üzerine aşılı Sultani Çekirdeksiz çeşidinde fidan randımanı ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1), 53-59. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.297956>
- Tahmaz, H., & Söylemezoğlu, G. (2019). Denizli-Çal yöresinde yetiştirilen şaraplık üzüm çeşitlerinin farklı dokularında fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 48 (1), 39-43.
- Tahmaz, H., Yüksel Küskü, D., Söylemezoğlu, G., & Çelik, H. (2022). *Vitis labrusca* L. genotiplerinin fenolik bileşik ve antioksidan kapasite içerikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 318-331. <https://doi.org/10.33462/jotaf.952108>
- Tahmaz Karaman, H., Yüksel Küskü, D., & Söylemezoğlu, G. (2021). Phenolic compounds and antioxidant capacities in grape berry skin, seed and stems of six wine grape varieties grown in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 20 (1), 15-25. <https://doi.org/10.24326/asphc.2021.1.2>
- Tardaguila, J., Petrie, P.R., Poni, S., Diago, M.P., & de Toda, M. (2008). Effects of mechanical thinning on yield and fruit composition of Tempranillo and Grenache grapes trained to a Vertical Shoot-Positioned canopy. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59 (4), 412-417. <https://doi.org/10.5344/ajev.2008.59.4.412>
- Uzun, M. (2019). Farklı su stresi seviyelerinin organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Cabernet-Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde tane heterojenitesi ve bileşimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Yüksel Küskü, D., & Söylemezoğlu, G. (2022). Kuraklık ve tuz stresinin *V. vinifera* x *V. rupestris* melezlerinin toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasiteleri üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 72-81. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1018772>

Magnetopriming enhanced seed germination in six vegetable species: tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot


Domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç türlerinde magnetopriming ile tohum çimlenmesinin iyileştirilmesi

Neslihan KADIOĞLU¹, Sıtkı ERMİS², Güleda OKTEM³, İbrahim DEMİR¹

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 06110, Ankara, Türkiye.

²Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 26160 Eskişehir, Türkiye.

³Variety Registration and Seed Certification Center, 06172, Yenimahalle, Ankara, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Received / Geliş: 16.04.2023 Accepted / Kabul: 20.06.2023</p> <p>Keywords: Magnetopriming Sebze tohumu Çimlenme Kök uzunluğu Sürgün uzunluğu</p> <p>Anahtar Kelimeler: Magnetopriming Vegetable seed Germination Root length Shoot length</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Sıtkı ERMİS ermis@ogu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>This study was conducted to assess the impact of magnetopriming on seed germination, root and shoot length in six vegetable species: tomatoes, peppers, onions, cauliflowers, cabbages, and carrots. The seeds of the first three species were exposed to magnetopriming for approximately 5 minutes at 15-17 mT, while the remaining species underwent a 15-minute room temperature treatment. Magnetopriming was found to be more effective in enhancing regular germination across all species. Although the improvements observed in tomatoes, cabbages, and carrots were not statistically significant ($p<0.05$), it increased regular germination percentages by 8-14% in all species. The most significant benefit from the treatment was observed in onions, with a 14% increase, while the lowest enhancement was recorded in cabbages and tomatoes as 8%. While the mean germination time increased significantly for onions, it remained unchanged for the other species. Additionally, magnetopriming significantly ($p<0.05$) influenced the shoot and root lengths of seedlings in all species. The most substantial improvement in shoot length was observed in tomatoes and onions, with an increase of 1.4-1.3 cm, while the maximum enhancement in root length was found in cabbages and tomatoes, increasing by 3.5-2 cm, respectively. The results indicate that magnetopriming not only improves germination but also significantly enhances the potential for root and shoot growth in these vegetable species.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışma, magnetopriming'in altı sebze türünde (domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç) tohum çimlenmesi, kök ve sürgün uzunluğu üzerindeki etkisini test etmek amacıyla yapılmıştır. Tohumlar 15-17 mT ile türlerin ilk üçünde yaklaşık 5 dakika ve geri kalan türlerde 15 dakika oda sıcaklığında işleme tabi tutulmuştur. Magnetopriming normal çimlenme üzerinde daha etkili bulunmuştur. Domates, lahana ve havuçta önemli olmasa da ($p<0.05$), tüm türlerde normal çimlenme yüzdelerini %8-14 arasında artırmıştır. Uygulamadan en büyük fayda %14 ile soğanda, en düşük ise %8 ile lahana ve domateste elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi soğanda önemli ölçüde artarken diğerlerinde artmamıştır. Magnetopriming tüm türlerde fidelerin sürgün ve kök uzunluklarını önemli ölçüde ($p<0.05$) etkilemiştir. Sürgün uzunluğunda en büyük avantaj 1,4-1,3 cm olarak domates ve soğanda görülmüştür. Kök uzunluğunda avantaj en fazla lahana ve domateste 3,5-2 cm olarak etki etmiştir. Sonuçlar, magnetopriming'in bu sebze türlerinde sadece çimlenmeyi değil aynı zamanda fide kök ve sürgün büyüme potansiyelini de geliştirdiğini göstermiştir.</p>
Cite/Atıf	Kadioğlu, N., Ermis, S., Oktem, G., & Demir, I. (2023). Magnetopriming enhanced seed germination in six vegetable species: tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 557-567. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1284048

INTRODUCTION

Seed germination is a critical stage of plant production. Slow and inconsistent germination resulted in non-uniform and smaller plants. Deterioration reduces seed vitality and causes its loss. Various physiological seed primings and enhancement treatments, such as osmopriming, hydropriming, halopriming, and solid matrix priming, are used to improve germination performance by hydrating the seeds (Kataria et al., 2019; Waqas et al., 2019). However, primed seeds reach high moisture contents during treatment and needed to be dried for safe storage of seed moisture contents (i.e. 7-8%) and have to be sown soon after the treatment. In many cases, primed seeds do not survive long in storage they may deteriorate faster than untreated batches when storage conditions are adverse (Argerich et al., 1989; Fabrissin et al., 2021). There are several physical seed-enhancing treatments, such as magnetopriming, UV treatments, and chlorophyll fluorescence, in which seeds are not imbibed and treated in a dry state. Therefore, seeds do not need to get dry or be stored. The agricultural industry has embraced the use of magnetic field treatment for seeds. Magnetopriming, a pre-sowing seed treatment involving a non-destructive and dry seed priming process, has been found to boost the germination rate and seedling vigour of multiple crops, according to several studies (Shine et al., 2011; Bhardwaj et al., 2012; Kataria et al., 2015; Xia et al., 2020; Sari et al., 2023). Kataria et al. (2019) reported that priming of the seed with a magnetic field (MF) may give an alternative method for improving seed germination and vigour. It was reported that MF-treated seeds/plants beyond the germination rates have high cell proliferation capacity, increased photosynthetic pigments, and performance of the photosystem and mitigating the adverse effects of salt, water, and UV-B stress (Dhawi et al., 2014; Baghel et al., 2016). However, getting maximum efficiency from MF depends on various factors, such as exposure period, species, cultivar, age, ploidy, and complexity of the target organ or tissue (De Micco et al., 2014). The disadvantage of the method is the need to precisely adjust the exact treatment conditions for seeds of each species, cultivar, or even seed lot (Holubowicz, 2014).

Fast germination in vegetables is necessary not only for successful stand establishment in the field (Ozden et al., 2021) but also in modules for transplant production (Demir et al., 2008). Some reports faster-germinating seed lots produce well-developed seedlings (Ermis et al., 2016). One of the primary goals of seed treatments is to improve germination, seedling development, and uniformity (Thakur et al., 2022). Researchers have previously hypothesized that magnetopriming is promising as it stands out as an efficient, clean, and affordable technique that promotes both plant resistance and high productivity. The study's main objectives were to confirm the earlier data about the positive effect and to find out if MF could improve both seeds germination rate shoot and root length in seeds of tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage, and carrot.

MATERIALS and METHODS

Sample collection and preparation

The seeds of tomato (*Solanum lycopersicum* cv. SC-2121), pepper (*Capsicum annuum* L. Cv. Sera Demre), onion (*Allium cepa* cv. Karbeyazı), cauliflower (*Brassica oleracea* var. Botrytis. Cv. İgloo), cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata cv. Yalova 1) and carrot (*Daucus carota* L. Cv. Nantes Scarlet) were obtained from commercial seed companies.

Magnetopriming treatment

Magnetopriming was performed by using the electromagnetic tool as shown in Figure 1. Magnetic treatment at a strength of 15-17 mT was applied to the seeds for 5 minutes for tomato, pepper, and onion seeds and 15 minutes for cauliflower, cabbage, and carrot seeds. The optimum duration of the treatment was determined by the preliminary work that had been conducted earlier. Untreated seeds were considered a control.

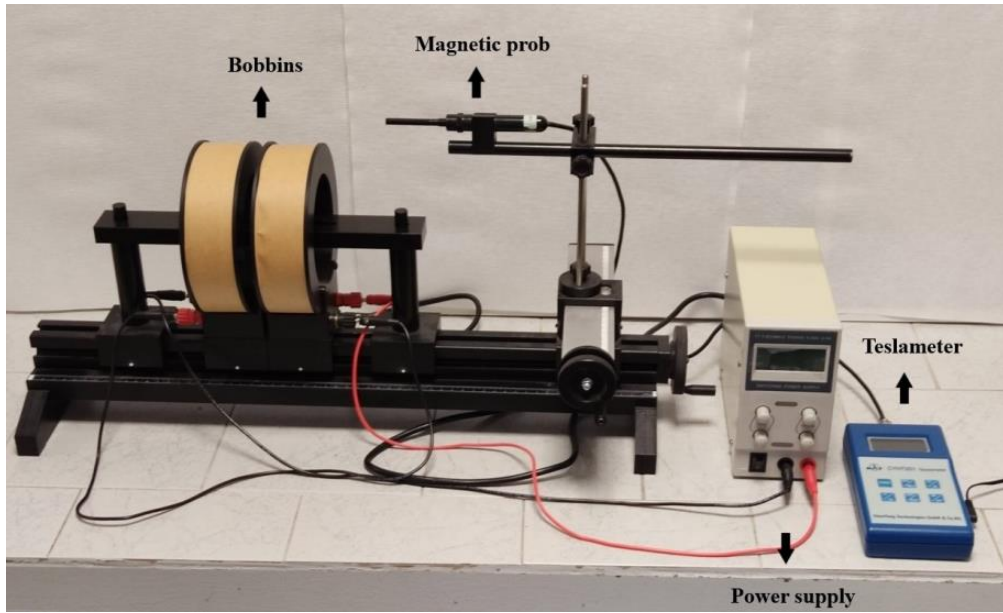


Figure 1. Magnetopriming was performed by using the electromagnetic tool. For magnetopriming the seeds (tomato, pepper, onion about 5 minutes and cauliflower, cabbage and carrot about 15 minutes) are kept in the pole gap of the magnet at 15-17 mT intensity

Şekil 1. Tohumlarda magnetopriming işlemi, elektromıknatis kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Magnetopriming uygulaması için tohumlar (domates, biber, soğan için yaklaşık 5 dakika; karnabahar, lahana ve havuç için yaklaşık 15 dakika) manyetik alanın şiddeti 15-17 mT olan manyetik kutuplar arasında tutulmuştur

Germination tests

This study was conducted in 2022 at the Seed Science and Technology Laboratory, located within the Department of Horticulture at the Faculty of Agriculture, Ankara University. Standard laboratory germination tests of treated and control seeds were conducted immediately after the treatment on three replicates of 50 seeds. Seeds were placed between wet filter paper (10 ml distilled water, 20x20 cm, Filtrak, Germany). Papers were then placed in plastic bags. Germination tests were carried out at 20°C for onion, cauliflower, cabbage, and carrot and at 25°C for tomato and pepper in the dark. Standard germination was evaluated after 14 days for tomato, pepper, carrot, cauliflower, and cabbage after 12 days for onions. Seeds producing a 2 mm radicle were counted every day at the same time as having germinated and considered total germination (TG). At the final count, normal seedling percentages (NG, well-developed seedlings) were determined. At the end of the germination test, each species' root and shoot lengths of 40 seedlings (10 seedlings x 4 replicates) were measured as cm/plant in the treated and control seed batches.

Using the daily radicle emergence counts, the mean germination (MGT) was calculated for each treated and control lot in each species using the formula cited by Ellis and Roberts (1980):

$$MGT = \frac{\sum n.t}{\sum n}$$

where n=number of seeds newly germinated at time t; t=days from sowing, and $\sum n$ = final emergence.

Statistical analysis

Means of total and normal germination percentages, mean germination time, shoot and root length in treated and control seeds in each species were compared by Duncan's multiple range tests by using the SPSS package program at the significance 5% level. Before the analyses, the percentages were angular transformed.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Pre-treatment range total germination was between 77 and 100% and normal germination was between 62 and 87 % among the species being the highest in onion and the lowest in pepper and tomato (Table 1).

Table 1. Changes in total (TG, %), normal germination (NG, %) and seed moisture content of vegetable species that were used in the study

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan sebze türlerinin toplam (TG, %), normal çimlenme (NG, %) ve tohum nem içeriğindeki değişiklikler

Species	TG (%)	NG (%)	Seed m.c. (%)
Tomato	79 ^d	62 ^d	8.1
Pepper	77 ^d	62 ^d	7.6
Onion	100 ^a	87 ^a	8.8
Cauliflower	86 ^c	64 ^{cd}	5.5
Cabbage	93 ^b	78 ^b	6.5
Carrot	79 ^d	71 ^{bc}	8.7

Magnetopriming increased total germination percentages compared to those of control in all species of seeds except pepper, which varied between 6 % in onion and cabbage and 11 % in carrot (Figure 2). While the differences were greater in normal germination percentages even though statistically not significant in all species. The greatest and most significant differences were observed in pepper and cauliflower seeds as %10 and onion as %14 seeds (Figure 3). The mean germination time was shorter in treated seeds, but the difference was only significant ($p < 0.05$) in onions but not in the others (Table 2).

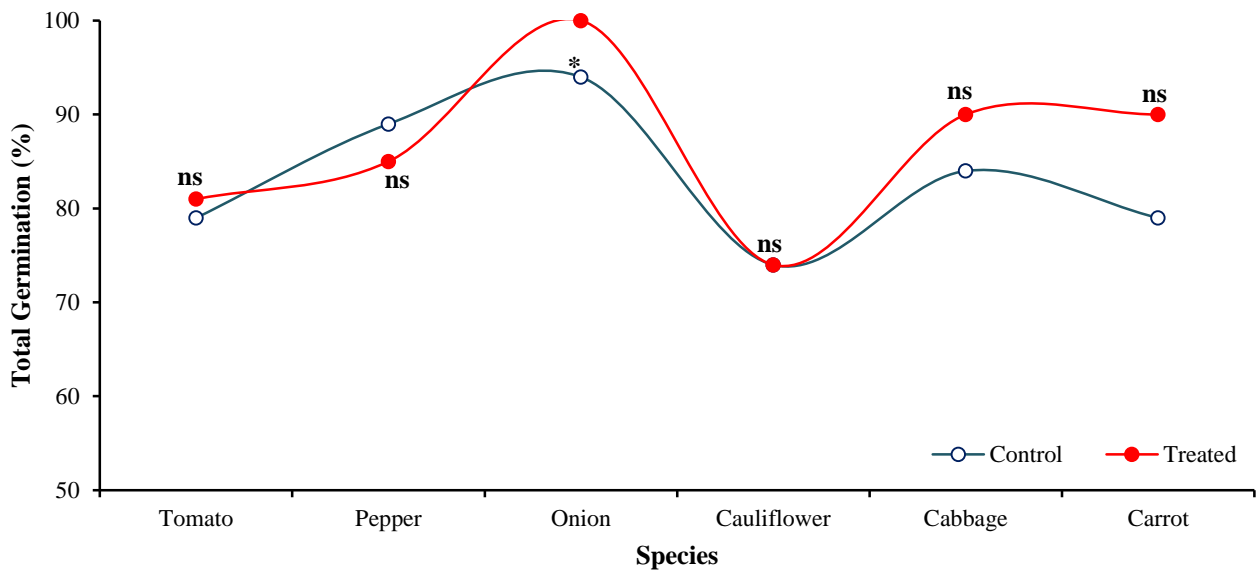


Figure 2. The effect of magnetopriming on the total germination of tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot species. (*: $p < 0.05$, ns: not significant)

Şekil 2. Magnetopriming uygulamasının domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç türlerinin toplam çimlenmesi üzerindeki etkisi. (*: $p < 0.05$, ns: önemli değil)

Table 2. Changes in mean germination time (day) in control and treated seeds

Çizelge 2. Kontrol ve uygulama yapılan tohumlardaki ortalama çimlenme zamanındaki değişiklikler (gün)

Species	Control	Treated
Tomato	4.0±0.5	3.9±0.8 ^{ns}
Pepper	5.2±0.5	5.0±0.5 ^{ns}
Onion	3.5±0.1	3.3±0.1*
Cauliflower	2.9±0.5	2.5±0.6 ^{ns}
Cabbage	2.3±0.5	2.2±0.6 ^{ns}
Carrot	4.8±0.4	4.5±0.6 ^{ns}

Several studies (Martinez et al., 2000; Houbowicz et al., 2014; Xia et al., 2020) have shown that magnetic stimulation has a beneficial effect on the ability of seeds from various plant species to germinate. Yet the results show that the influence of the magnetic field depends not only on the magnetic induction levels used but also on the kinds of seeds (plants) that are stimulated (Sarraf et al., 2020). Our results agreed with this assumption that some species respond more than others. Treated onion seeds had higher normal seedling percentages (14%) than tomatoes and cabbages (8%) compared to control seeds (Figure 3).

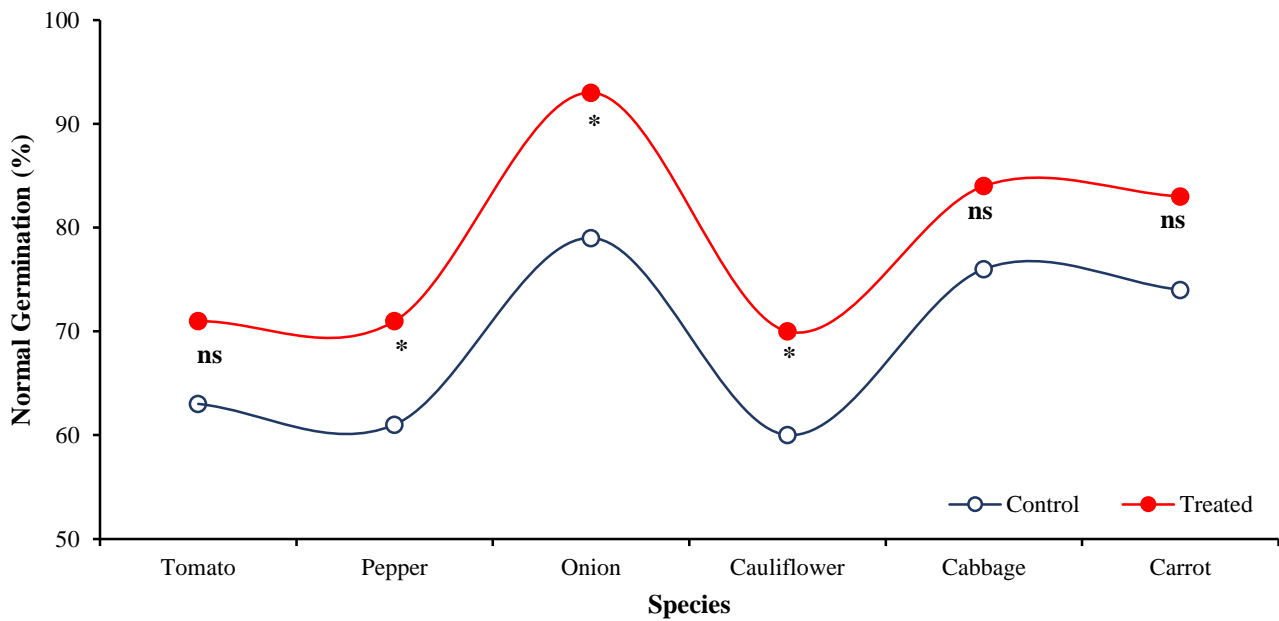


Figure 3. The effect of magnetopriming on the normal germination of tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot species. (*: $p < 0.05$, ns: not significant)

Şekil 3. Magnetopriming uygulamasının domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç türlerinin normal çimlenmesi üzerindeki etkisi. (*: $p < 0.05$, ns: anlamlı değil)

This obviously shows that plant species respond differently to magnetopriming treatments. The necessity for precise adjustment of treatment conditions for seeds of each species or even a cultivar was reported as one of the main disadvantages of magnetopriming (Xia et al., 2020). Some of the reports indicated that the influence of magnetic field treatments depends on the exposition time of samples and the pre-history of the samples (Aladjadjiyan, 2007). Paramagnetic properties of the tissues so their absorption level of the magnetic field can vary among the species due to metabolically active tissues of the plant cells such as free radicals. Free radicals play an important role in electron transfer and in the kinetics of the chemical reactions which may be changed relatively

from seed to seed in the same seed batch. As a result of the interaction between the external magnetic field of unpaired electrons, the energy was absorbed (Shine and Guruprasad, 2012). Then it was transformed into chemical energy and induced the vital processes in seeds. The mechanism of energy absorption by molecules can be influenced not only by the strong and the weak magnetic fields but also can be variable due to the chemical composition of the seeds (Galland and Pazur, 2005). Our results indicated that the magnetopriming effect on normal seedling emergence (i.e. well-developed root and shoot-structured seedlings) was more prominent than total germination (i.e. 2 mm radicle emergence) (Figure 3). Total germination percentages are based on radicle protrusion, but not all radicle protruded seeds may form normally developed seedlings. Standard laboratory germination tests were based on normally developed seedling percentages in seed testing laboratories (ISTA, 2021). Because normal seedlings were described as complete and have a higher potential to produce healthy and strong seedlings in sowing conditions. The mechanism by which plants perceive magnetopriming and regulate the signal transduction pathway is not fully understood. While it has been proposed that MF perception/signaling in plants is mediated by the blue light photoreceptors, along with reactive oxygen species (ROS) and nitric oxide (NO) are the signaling molecules for magnetopriming induced seed germination (Sarraf et al., 2020).

As a result of the interaction between MF and ionic current in the membrane of the embryo cell, changes in ionic concentrations and osmotic pressure occur on both sides of the membrane (Yaycili and Alikamanoglu, 2005). These effects are related to other physiological impacts. The reason why magnetoprimed seeds germinate more quickly than unexposed seeds is that magnetotreated seeds showed faster hydration of macromolecules and membranes, as well as higher activity of enzymes like α -amylase and nitrate reductase during seed germination (Moon and Chung, 2000; De Souza et al., 2014).

Magnetopriming increased seedling shoot length significantly ($p < 0.05$) in all species without exception. The greatest difference between treated and control seedlings was observed in tomato and onion as 1.4-1.3 cm respectively. While the difference was the smallest in pepper seedlings at 0.2 cm (Figure 4, Figure 6). Pepper shoot lengths were the shortest seedlings of all species. Similarly, root length was affected by the treatment significantly ($p < 0.05$) in all species (Figure 5). The greatest differences were observed in cabbage seedlings at 3.5 cm followed by tomato seedlings at 2 cm. The difference in onion was the smallest at 0.5 cm. Onion root lengths were the shortest among all the species. The early appearance of the radicles and longer root and shoot systems in the seedlings of these vegetable species may help with stand establishment in the field or transplant production in the greenhouse (Demir et al., 2020). Stronger root and shoot systems can contribute to greater adaptation and resistant response to abiotic and biotic stress conditions. We have not tested the seedling growth of MF seeds under the field in this work, but results in lettuce, tomato, and onion seeds showed that MF-treated seeds had higher emergence and stronger seedlings (De Souza et al., 2008; 2010; 2014; Sari et al., 2023). Increased seedling height in response to MF may also be implicated in the production of better-sized transplant production which is used in these vegetable crops (Thakur et al., 2022) in the Horticulture industry. On that matter, we should mention that MF treatments have also proved beneficial to impact tolerance to plants from abiotic stresses that seeds may encounter during germination (Mridha et al., 2016; Baghel et al., 2016) which may be helpful to produce better transplants under stressful environments. Despite numerous research papers on the positive effect of magnetopriming, questions about its effect on seeds were unanswered. How plants regulate their physiological processes in response to magnetopriming will need to be addressed in future studies.

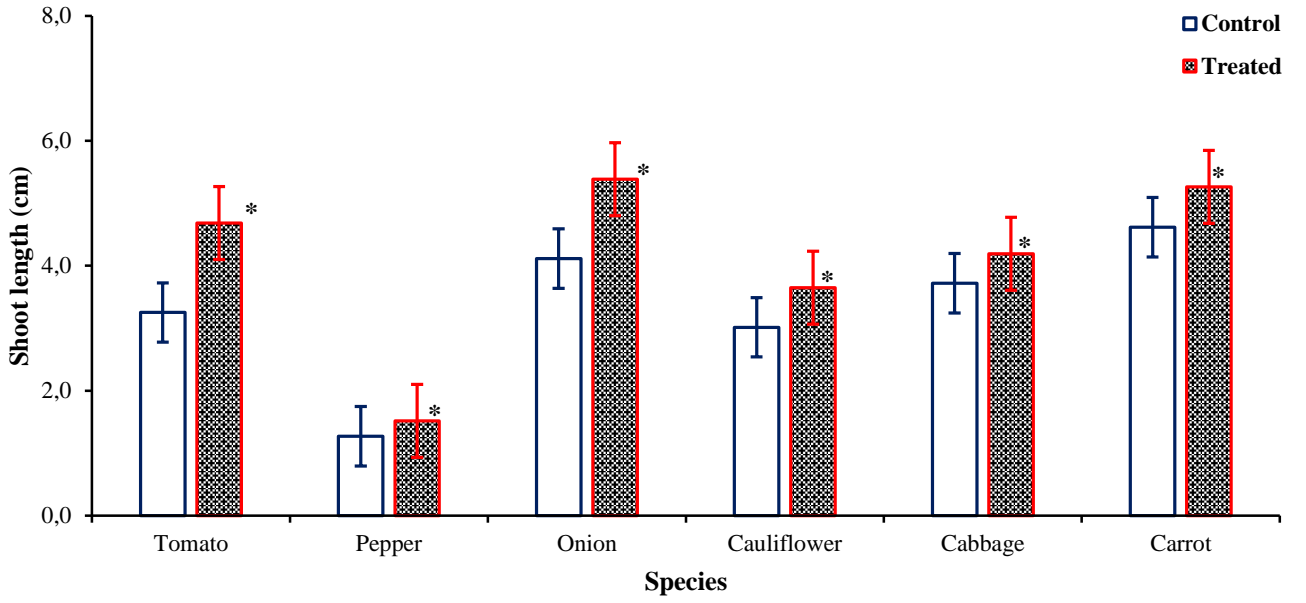


Figure 4. The effect of MT on tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot species' shoot length (cm)
 Şekil 4. Magnetopriming uygulamasının domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç türlerinin sürgün uzunluğu (cm) üzerindeki etkisi



Figure 5. The effect of MT on tomato, pepper, onion, cauliflower, cabbage and carrot species' root length (cm)
 Şekil 5. Magnetopriming uygulamasının domates, biber, soğan, karnabahar, lahana ve havuç türlerinin kökçük uzunluğu (cm) üzerindeki etkisi

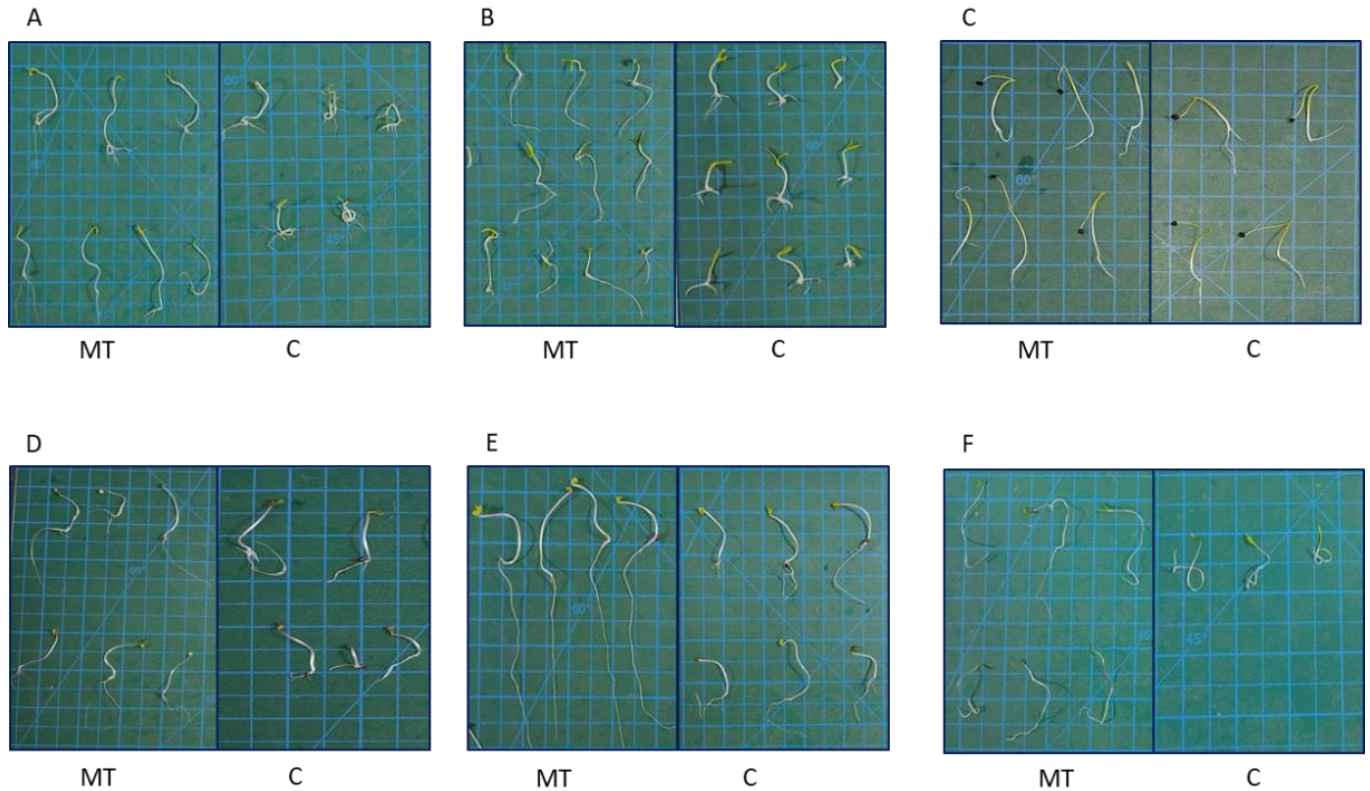


Figure 6. Tomato (A), pepper (B), onion (C), cauliflower (D), cabbage (E) and carrot (F) of magnetoprimed (MT) and control (C) seedlings

Şekil 6. Domates (A), biber (B), soğan (C), karnabahar (D), lahana (E) ve havuç (F) tohumlarına manyetik alan uygulanmış (MT) ve kontrol (C) fideleri

As a result, suitable ratio of MF intensity to exposure time is necessary to improve seed germination, crop productivity, and development. Many studies have demonstrated that its beneficial effects can increase root and shoot length and seed germination. One of the simplest, most effective, non-invasive ways to increase seed vigour is the magnetopriming of seeds. Under both normal and stressful circumstances, magnetoprimed seeds germinate more quickly and perform well. Magnetopriming was found as more effective on normal germination. Exposure of pepper, onion and cauliflower seeds to magnetic fields 15-17 mT about 5 and 15 minutes significantly increased normal germination compared to unexposed controls under controlled conditions. The shoot and root length of seedlings were significantly ($p < 0.05$) impacted by magnetopriming. All of these studies have emphasized the need for additional research to increase our understanding of the seed varieties responsible for accelerating seed germination, increasing seedling vigour, and increasing the photosynthetic ability of magnetoprimed seeds. Therefore, it is necessary to work with magnetopriming, especially in seeds of different species.

ACKNOWLEDGMENTS

The author expresses gratitude to the Turkish seed companies for providing seed samples of tomato, pepper, onion, cauliflower and cabbage and carrot.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the study's conception and design. Neslihan KADIOGLU; performed the research and analyses. Ibrahim DEMİR, Sıtkı ERMİS and Güleda OKTEM produced the figures supervised the research structured the paper and edited the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors. This study is a part of the first author's master's thesis.

REFERENCES

- Aladjadjian, A. (2007). The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. *Journal of Central European Agriculture*, 8 (3), 369-380.
- Argerich, C.A., Bradford, K.J., & Tarquis, A.M. (1989). The effects of priming and ageing on resistance to deterioration of tomato seeds. *Journal of Experimental Botany*, 40 (5), 593-598. <https://doi.org/10.1093/jxb/40.5.593>
- Baghel, L., Kataria, S., & Guruprasad, K.N. (2016). Static magnetic field treatment of seeds improves carbon and nitrogen metabolism under salinity stress in soybean. *Bioelectromagnetics*, 37 (7), 455-470. <https://doi.org/10.1002/bem.21988>
- Bhardwaj, J., Anand, A., & Nagarajan, S. (2012). Biochemical and biophysical changes associated with magnetopriming in germinating cucumber seeds. *Plant Physiology and Biochemistry*, 57, 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.05.008>
- De Micco, V., Paradiso, R., Aronne, G., De Pascale, S., Quarto, M., & Arena, C. (2014). Leaf anatomy and photochemical behaviour of *Solanum lycopersicum* L. plants from seeds irradiated with low-LET ionising radiation. *The Scientific World Journal*, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2014/428141>
- De Souza, A., Sueiro, L., Gonzalez, L.M., Licea, L., Porras, E.P., & Gilart, F. (2008). Improvement of the growth and yield of lettuce plants by non-uniform magnetic fields. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 27 (2), 173-184. <https://doi.org/10.1080/15368370802118605>
- De Souza, A., Sueiro, L., García, D., & Porras, E. (2010). Extremely low frequency non-uniform magnetic fields improve tomato seed germination and early seedling growth. *Seed Science and Technology*, 38 (1), 61-72., <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.1.06>
- De Souza, A., García, D., Sueiro, L., & Gilart, F. (2014). Improvement of the seed germination, growth and yield of onion plants by extremely low frequency non-uniform magnetic fields. *Scientia Horticulturae*, 176, 63-69. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.06.034>
- Demir, I., Ermis, S., Mavi, K., & Matthews, S. (2008). Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*, 36 (1), 21-30. <https://doi.org/10.15258/sst.2008.36.1.02>
- Demir, I., Ozden, E., Gökdas, Z., Njie, S.E., & Aydın, M. (2020). Radicle emergence test predicts normal germination percentages of onion seed lots with different cultivars and genotypes. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3), 434-442. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.697450>
- Dhawi, F. (2014). Why magnetic fields are used to enhance a plant's growth and productivity?. *Annual Research & Review in Biology*, 886-896. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/5983>
- Ellis, R.H., & Roberts, E.H. (1980). Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany*, 45 (1), 13-30. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085797>

- Ermis, S., Kara, F., Ozden, E., & Demir, I. (2016). Solid matrix priming of cabbage seed lots: repair of ageing and increasing seed quality. *Journal of Agricultural Sciences*, 22 (4), 588-595. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001417
- Fabrissin, I., Sano, N., Seo, M., & North, H.M. (2021). Ageing beautifully: can the benefits of seed priming be separated from a reduced lifespan trade-off?. *Journal of Experimental Botany*, 72 (7), 2312-2333. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab004>
- Galland, P., & Pazur, A. (2005). Magnetoreception in plants. *Journal of Plant Research*, 118, 371-389.
- Hołubowicz, R., Kubisz, L., Gauza, M., Yilin, T., & Hojan-Jeziarska, D. (2014). Effect of low frequency magnetic field (LFMF) on the germination of seeds and selected useful characters of onion (*Allium cepa* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42 (1), 168-172. <https://doi.org/10.15835/nbha4219131>
- ISTA (International Seed Testing Association) (2021). *International rules for seed testing*. Switzerland, p. 298.
- Kataria, S., Lokesh, B., & Guruprasad, K.N. (2015). Acceleration of germination and early growth characteristics of soybean and maize after pre-treatment of seeds with static magnetic field. *International Journal of Tropical Agriculture*, 33 (2 (Part II)), 985-992.
- Kataria, S., & Jain, M. (2019). Magnetopriming alleviates adverse effects of abiotic stresses in plants. In *Plant Tolerance to Environmental Stress*. CRC Press, pp. 427-442.
- Martinez, E., Carbonell, M.V., & Amaya, J.M. (2000). A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Electro-and Magnetobiology*, 19 (3), 271-277. <https://doi.org/10.1081/JBC-100102118>
- Moon, J.D., & Chung, H.S. (2000). Acceleration of germination of tomato seed by applying AC electric and magnetic fields. *Journal of Electrostatics*, 48 (2), 103-114. [https://doi.org/10.1016/S0304-3886\(99\)00054-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3886(99)00054-6)
- Mridha, N., Chattaraj, S., Chakraborty, D., Anand, A., Aggarwal, P., & Nagarajan, S. (2016). Pre-sowing static magnetic field treatment for improving water and radiation use efficiency in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under soil moisture stress. *Bioelectromagnetics*, 37 (6), 400-408. <https://doi.org/10.1002/bem.21994>
- Özden, E., Memis, N., Kenanoglu, B.B., & Demir, İ. (2021). Vigour assessment of dill (*Anethum graveolens* L.) seed lots in relation to predicting seedling emergence potential. *Journal of Agricultural Sciences*, 27 (1), 50-55. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.577254>
- Sari, M.E., Demir, I., Yildirim, K.C., & Memis, N. (2023). Magnetopriming enhance germination and seedling growth parameters of onion and lettuce seeds. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 7 (3), 468-475. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2023.3.1>
- Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Santos, L.O., Menegatti, R.D., Jain, M., Ihtisham, M., & Liu, S. (2020). Magnetic field (MF) applications in plants: An overview. *Plants*, 9 (9), 1139. <https://doi.org/10.3390/plants9091139>
- Shine, M.B., Guruprasad, K.N., & Anand, A. (2011). Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. *Bioelectromagnetics*, 32 (6), 474-484. <https://doi.org/10.1002/bem.20656>
- Shine, M.B., & Guruprasad, K.N. (2012). Impact of pre-sowing magnetic field exposure of seeds to stationary magnetic field on growth, reactive oxygen species and photosynthesis of maize under field conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34, 255-265. <https://doi.org/10.1007/s11738-011-0824-7>
- Thakur, M., Tiwari, S., Kataria, S., & Anand, A. (2022). Recent advances in seed priming strategies for enhancing planting value of vegetable seeds. *Scientia Horticulturae*, 305, 111355. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111355>
- Waqas, M., Korres, N.E., Khan, M.D., Nizami, A.S., Deebea, F., Ali, I., & Hussain, H. (2019). Advances in the concept and methods of seed priming. *Priming and pretreatment of seeds and seedlings: Implication in plant stress tolerance and enhancing productivity in crop plants*, 11-41. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8625-1_2

- Xia, X., Padula, G., Kubisz, L., & Hołubowicz, R. (2020). Effect of low frequency magnetic field (LFMF) on seed quality of radish (*Raphanus sativus* L.) seeds. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48 (3), 1458-1464. <https://doi.org/10.15835/nbha48311918>
- Yaycili, O., & Alikamanoglu, S. (2005). The effect of magnetic field on Paulownia tissue cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 83, 109-114. <https://doi.org/10.1007/s11240-005-4852-0>

Klinik olarak sağlıklı görünen süt sığırlarından alınan sütlerin mikrobiyolojik yönden incelenmesi

Microbiological evaluation of milk obtained from clinically healthy dairy cattle

Ali KAYGISIZ¹, Ekrem KİREÇÇİ²

¹Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

²Kahramanmaraş Sütçü imam Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 23.03.2023 Accepted / Kabul: 05.07.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Süt sığırı Aerobik bakteri İzolasyon Somatik hücre sayısı Mikrobiyolojik değerlendirme</p> <p>Keywords: Dairy cattle Aerobic bacteria Isolation Somatic cell count Microbiological evaluation</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ali KAYGISIZ alokaygisiz@ksu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Bu çalışmada klinik olarak sağlıklı görünen farklı ırklara ait süt sığırlarından alınan süt örneklerinden aerobik bakteri, maya ve fungal mikroorganizmaların izolasyonu amaçlanmıştır. Çalışmada 82 ineğin 4 meme çeyreğinden toplam 328 süt örneği alınmıştır. Yapılan izolasyon çalışmalarında 257 süt (%78.35) örneğinden farklı mikroorganizmalar izole edilmiştir. Toplam 257 süt örneğinden 265 mikroorganizma izolatının teşhisi yapılmıştır. Elde edilen 265 mikroorganizma izolatının 102 adedi Gram negatif bakteri (%38.49), 159 adedi Gram pozitif bakteri (%60.00), 4 adedi ise maya (%1.51) olarak tanılanmıştır. İzolasyonu ve teşhisi yapılan 143 bakteri ve fungal izolatın (%54.34) insan ve hayvanlar için majör patojen olabileceği, 72 izolatın (%27.17) fırsatçı patojen olabileceği ve 50 izolatın (%18.49) ise patojen olmayan izolatlar olabileceği değerlendirilmiştir. Gerek Gram pozitif gerekse Gram negatif bakteri izolatların ırklara göre dağılımları bakımından ilişki çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Majör patojen bakteri izolatların ırklara göre dağılımları bakımından ilişki çok önemli ($P<0.01$), fırsatçı bakteri izolatların ırklara göre dağılımları bakımından ilişki ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Patojen olmayan bakteri izolatlarının ırklara göre dağılımları benzer bulunmuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, it was aimed to isolate aerobic bacteria, yeast and fungal microorganisms from milk samples taken from clinically healthy dairy cattle of different breeds. In the study, a total of 328 milk samples were taken from 4 udder quarters of 82 cows. Different microorganisms were isolated from 257 milk (78.35%) samples. A total of 265 microorganism isolates, obtained from 257 milk samples were identified. Of the 265 microorganism isolates obtained, 102 (38.49%) isolates were identified as Gram-negative bacteria, 159 isolates as Gram-positive bacteria (60.00%), and 4 isolates (1.51%) as yeasts. It was evaluated that 143 bacterial and fungal isolates (54.34%) obtained and identified may be considered as major pathogens for humans and animals, 72 isolates (27.17%) may be considered as opportunistic pathogens, and 50 isolates (18.49%) may be considered as non-pathogenic. The relationship in terms of the distribution of both Gram-positive and Gram-negative bacteria by breed was found to be very significant ($P<0.01$). The relationship in terms of the distribution of major pathogen bacteria isolates by breed was very significant ($P<0.01$), while the relationship in terms of the distribution of opportunistic bacteria isolates by breed was significant ($P<0.05$). The distribution of non-pathogenic bacterial isolates according to breed was found to be similar.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Kireççi, E., & Kaygısız, A. (2023). Klinik olarak sağlıklı görünen süt sığırlarından alınan sütlerin mikrobiyolojik yönden incelenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 568-574. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1269983</p>

GİRİŞ

Doğrudan meme bezinden alınan süte çevreden mikrobiyal bir kontaminasyon olmamakla beraber, yine de meme bezini terk eden süt steril olmayıp, 100 ila 1000 bakteri ml⁻¹ içermektedir (Kielwein, 1985). Meme bezinin yangısı olan mastitis ise, çeşitli patojen mikroorganizmalar tarafından oluşturulan bir enfeksiyon olup, sağım ve süt üretimini etkileyen ve ekonomik kayıplara neden olan meme bezinin önemli bir iltihabıdır (Özdikmenli-Tepeli ve ark., 2022). Mastitis aynı zamanda, süt aracılığıyla bazı patojen mikroorganizmaların insanlara bulaşmasına aracılık eden önemli bir halk sağlığı sorunudur (Geary ve ark., 2012; Abebe ve ark., 2016).

Mastitis genel olarak klinik ve subklinik olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Klinik mastitisin ineğin memesinde ve sağılan sütte kolaylıkla gözlenebilen dış belirtileri olmasına karşın, subklinik mastitisin doğrudan tanısı ancak memeden alınan süt örneğinde yapılacak mikrobiyolojik analizlerle sağlanmaktadır (Kaya ve ark., 2001; Tewari, 2014; Tilahun & Aylate, 2015; Amenu ve ark., 2017; Dejyong ve ark., 2022). Sürülerde subklinik mastitis vakalarının, klinik mastitise göre kıyaslanmayacak derecede çok daha fazla olduğu bildirilmiştir (Uzmay ve ark., 2003).

Subklinik mastitis enfeksiyonları, hastalığın erken teşhisi, sağım sonrası meme başı dezenfeksiyonu ve sağım öncesi yeterli hijyen ile önlenir (Das ve ark., 2017). Bakteri, fungus, maya ve algelere bağlı yaklaşık 140 mikroorganizma türünün mastitise neden olduğu bildirilmiştir (Mbindyo ve ark., 2020). Mastitise neden olan başlıca mikroorganizmalar arasında hem Gram pozitif hem de Gram negatif bakteriler bulunmaktadır. *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Arcanobacterium pyogenes* ve *Bacillus cereus* Gram pozitif, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus* spp., *Aeromonas hydrophila* ve *Pasteurella multocida* ise Gram negatif bakteriyel mastitislere neden olabilmektedir (Al-Dabbagh ve ark., 2020).

Mastitise neden olan bakteriler de kendi içerisinde, süt bileşiminde önemli değişiklikler meydana getirmesi ve somatik hücre sayısını (SHS) artırma derecesine göre majör ve minör patojenler olarak sınıflandırılmaktadır. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, koliformlar, *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Pseudomonas* spp., *Actinomyces pyogenes* ve *Serratia* spp. majör patojenler olarak, koagülaz negatif stafilokoklar ve *Corynebacterium bovis* ise minör patojenler olarak kabul edilmektedir (dos Santos ve ark., 2020).

Bu çalışmada, klinik olarak sağlıklı görünen farklı ırklara ait süt sığırlarından alınan süt örneklerinden, aerobik bakteriler ile maya ve maya benzeri fungal türlerinin izolasyonu amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Hayvan materyali

Araştırmanın hayvan materyalini Kahramanmaraş ilinde tamamı aynı işletmede yetiştirilen ve klinik olarak sağlıklı olan 46 baş Siyah Alaca, 23 baş Kırmızı Alaca ve 13 baş Simental olmak üzere toplam 82 baş süt sığırı ve bunlardan alınan süt örnekleri oluşturmuştur. İneklerin laktasyon sırasına göre dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir. Her bir ineğin 4 meme çeyreğinden sütler ayrı ayrı alınmıştır. Sürü sorumlusu ile yapılan görüşmelerde, ineklere örneklerin alındığı laktasyon döneminde gerek mastitise gerekse diğer enfeksiyonlara yönelik herhangi bir tedavinin uygulanmadığı bildirildi. İneklerde inspeksiyon ile gözlemlenen ve palpasyon ile meme muayenesi yapıldığında klinik olarak sağlıklı olduğu müşahade edilen tüm hayvanlardan akşam sağımında süt örnekleri alındı. İşletmede sağım odalarında vakumlu otomatik sağım sistemi ile günde 2 sağım uygulanmaktadır. Örnek almak amacı ile meme bölgesi ve meme başları %70'lik etil alkollü pamuk ile temizlendi. Bölgenin kurumasını takiben, ilk 3-5 sıkım dökülüp, orta sağım sütlerden steril plastik tüplere, her meme başından ayrı olacak şekilde yaklaşık 10-15 ml süt örneği alındı. Örnekler soğuk zincirde ve kısa sürede, KSÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarına ulaştırıldı.

Çizelge 1. İneklerin laktasyon sırasına göre dağılımı

Table 1. Distribution of breeds by lactation number

İrklar	Laktasyon Sırası			
	1	2	3	4+
Siyah Alaca	32	7	4	3
Kırmızı-Alaca	7	6	4	6
Simental	13			

Mikroorganizmaların izolasyon ve teşhisi

Bakteri izolasyonu için; steril pipet yardımı ile her bir süt örneğinden 0.1 ml miktarında süt alınarak kanlı agar ve EMB Agar besiyerlerine ekim yapıldı. Besiyerleri 37 °C'de 48 saat süre ile aerobik şartlarda inkübe edildi. Kültür ortamında üreyen bakterilere ait koloniler, Gram boyama, biyokimyasal testler ve BD Phoenix 100 mikrobiyolojik teşhis sistemleri ile tanımlandı (Yeşilmen ve ark., 2012).

Maya ve fungusların izolasyonu için; steril pipet yardımı ile her bir süt örneğinden 0.1 ml miktarında süt alınarak Sabouraud Dextroz Agar besiyerlerine (SDA) ekim yapıldı. SDA besiyerlerine 28 ve 37 °C'lerde iki hafta süre ile inkübasyon uygulandı. İnkübasyon süresince besiyerlerinde fungus üreme durumu takip edilerek değerlendirildi (Yeşilmen ve ark., 2012).

İstatistik analizler

İrklar arasında bakteri sayıları bakımından fark olup olmadığı χ^2 testi ile analiz edilmiştir. İstatistik analizlerde SAS paket programı kullanılmıştır (Orhan ve ark., 2004).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada 82 ineğe ait 328 süt örneği alındı. Süt örneklerinin mikrobiyolojik analizinde 257 (%78.35) süt örneğinde mikroorganizmal (bakteri ve fungus) üreme tespit edilirken 71 örnekte ise herhangi bir üreme görülmedi. Üremenin görüldüğü 257 örnekteki toplam 265 mikroorganizmanın teşhisi yapıldı. 257 örnekte üreyen 265 farklı mikroorganizmanın teşhisi incelendiğinde; 159 (%60.00) Gram pozitif bakteri (Çizelge 2), 102 (%38.49) Gram negatif bakteri (Çizelge 3) ve 4 (%1.51) maya, fungus (Çizelge 4) şeklinde idi. İzolasyonu ve mikrobiyolojik teşhisi yapılan farklı bakteri ve fungus türlerinden oluşan 143 (%54.34) mikroorganizmanın (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, Beta Hemolitik Streptokoklar) insan ve hayvanlar için majör patojen olabileceği, 72 (%27.17) mikroorganizmanın fırsatçı patojen (Koagülaz Negatif Stafilokok, Non Hemolitik Streptokok, *Candida albicans*) olabileceği ve 50 (%18.49) mikroorganizmanın ise patojen olmayan (*Bacillus* spp., *Micrococcus* spp., Difteroid) türler olabileceği değerlendirildi.

159 Gram pozitif bakteri izolatlarının türlere göre dağılımı ise; 33 *Staphylococcus aureus*, 66 Koagülaz Negatif Stafilokok, 31 *Bacillus* spp., 14 *Micrococcus* spp., 8 Beta Hemolitik Streptokok, 2 Non Hemolitik Streptokok ve 5 Difteroid bakterisi şeklinde idi (Çizelge 2).

102 Gram negatif bakteri izolatların türlere göre dağılımı; 68 *Escherichia coli*, 15 *Klebsiella pneumoniae*, 7 *Proteus vulgaris*, 5 *Proteus mirabilis*, 5 *Pseudomonas aeruginosa* ve 2 *Enterobacter aerogenes* şeklinde idi (Çizelge 3). Fungus izolasyonu sonucu; 4 adet *Candida albicans* türü maya fungusları tanımlandı (Çizelge 4).

Majör patojen bakteri izolatların ırklara göre dağılımları önemli (Çizelge 5), patojen olmayan bakteri izolatların ırklara göre dağılımları ise benzer bulunmuştur (Çizelge 6). Siyah Alaca ve Kırmızı Alaca ırklarında meme çeyreklerinden alınan süt örneklerinde üreme oranları birbirine benzer (%77 ve %70) iken, Simental ırkında alınan

tüm süt örneklerinde üreme olmuştur (Çizelge 7). Örneklerdeki toplam Gram (+) ve Gram (-) bakteri durumunun ırklara göre değişimi ise önemli (Çizelge 8) bulunmuştur.

Çizelge 2. Gram pozitif bakteri izolatlarının ırklara göre dağılımı

Table 2. Distribution of Gram-positive bacterial isolates by breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
Koagülaz Negatif Stafilokok	42	14	10	66 (%42)
<i>Staphylococcus aureus</i>	24	8	1	33 (%21)
<i>Bacillus spp.</i> ,	20	8	3	31 (%19)
<i>Micrococcus spp.</i> ,	5	2	7	14 (%9)
Beta Hemolitik Streptokok	4	4	-	8 (%5)
Difteroid bakterisi	3	1	1	5 (%3)
Non Hemolitik Streptokok	-	2	-	2 (%1)
Toplam	98	39	22	159

$\chi^2 (29.405) > \chi^2 (26.217)$ Red**

Çizelge 3. Gram negatif bakteri izolatlarının ırklara göre dağılımı

Table 3. Distribution of Gram-negative bacterial isolates by breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
<i>Escherichia coli</i>	24	19	25	68 (%67)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	7	8	-	15 (%14)
<i>Proteus vulgaris</i>	7	-	-	7 (%7)
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	5	5 (%5)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	-	-	5 (%5)
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	2	-	2 (%2)
Toplam	43	29	30	102

Çizelge 4. Fırsatçı bakteri ve maya izolatlarının ırklara göre dağılımı

Table 4. Distribution of opportunistic bacterial and yeast isolates by breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
Koagülaz Negatif Stafilokok	42	14	10	66
Non Hemolitik Streptokok	-	2	-	2
<i>Candida albicans</i>	2	-	2	4
Toplam	44	16	12	72

$\chi^2 (10.832) > \chi^2 (9.488)$ Red*

Araştırmacıların birçoğu, Gram pozitif patojen stafilokoklar ve streptokok türleri ile Gram negatif koliformların subklinik mastitislere neden olabileceğini bildirmiş olup, bu çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir (Kireççi & Çolak 2002; Şimşek & Aksakal 2005; Bademkiran ve ark., 2005; Macun ve ark., 2011).

Her meme lobu ayrı histolojik kompartıman olup birbirlerinden dokusal olarak ayrılmaktadır. Ancak herhangi bir meme lobunda gelişen enfeksiyon tedavi edilmediği takdirde zamanla diğer loblara bulaşabilir. Bu sebeple tüm loblarından elde edilen patojen sonuçlarını değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Subklinik mastitisli ineklerin genel durumları sağlıklı görülmektedir, bu nedenle sütler SHS ve mikrobiyolojik analizler ile incelenip gizli seyreden bir enfeksiyon durumu teşhis edilerek sorunun kaynağını belirleyip önleyici

tedbirlerin alınması uygun olacaktır veya duruma göre erken tedaviye de başlanabilir. Hastalık klinik mastitise dönüşmesi durumunda ise tedavide genellikle geç kalınmakta ve ayrıca kayıplar yüksek olmaktadır..

Çizelge 5. Majör patojen bakteri izolatlarının ırklara göre dağılımı

Table 5. Distribution of major pathogenic bacterial isolates by breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
<i>Escherichia coli</i>	24	19	25	68
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	7	8	-	15
<i>Proteus vulgaris</i>	7	-	-	7
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	5	5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	-	-	5
<i>Staphylococcus aureus</i>	24	8	1	33
Beta Hemolitik Streptokok	4	4	-	8
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	2	-	2
Toplam	71	41	31	143

$\chi^2 (63.709) > \chi^2 (29.141)$ Red**

Çizelge 6. Patojen olmayan bakteri izolatlarının ırklara göre dağılımı

Table 6. Distribution of non-pathogenic bacterial isolates by breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
<i>Bacillus spp.</i> ,	20	8	3	31
<i>Micrococcus spp.</i> ,	5	2	7	14
Difteroid bakterisi	3	1	1	5
Toplam	28	11	11	50

$\chi^2 (9.174) < \chi^2 (9.488)$ Kabul

Çizelge 7. Alınan örneklerdeki üreme durumunun ırklara göre değişimi

Table 7. Reproduction status in the samples taken according to the breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
Üreme oldu	141 (%77)	64 (%70)	52 (%100)	257
Üreme olmadı	43	28	-	71
Toplam	184	92	52	328

$\chi^2 (18.877) > \chi^2 (9.210)$ Red**

Çizelge 8. Örneklerdeki toplam Gram (+) ve Gram (-) bakteri durumunun ırklara göre değişimi

Table 8. Variation of total Gram (+) and Gram (-) bacteria status in samples according to breeds

Mikroorganizma	Siyah Alaca	Kırmızı Alaca	Simental	Toplam
Gram pozitif bakteri	98	39	22	159
Gram negatif bakteri	43	29	30	102
Toplam	141	68	52	261

$\chi^2 (12.292) > \chi^2 (9.210)$ Red**

Sonuç olarak, patojen ve fırsatçı patojen mikroorganizmalar ineklerde uygun koşullarda klinik ya da subklinik mastitise yol açabilecekleri gibi, bu patojenleri içeren sütlerin yeterli pastörizasyon yapılmadan tüketilmesi durumunda ise insan sağlığına zarar verebileceği unutulmamalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından (2021-7-11-M) desteklenmiştir.

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.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışma deneysel olmayan tarımsal uygulamalar (Anonim, 2011) kapsamında değerlendirildiğinden "Etik Kurul belgesi" alınmasına gerek duyulmamıştır.

KAYNAKLAR

- Abebe, R., Hatiya, H., Abera, M., Megersa, B., & Asmare, K. (2016). Bovine mastitis: Prevalence, risk factors and isolation of *Staphylococcus aureus* in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia. *BMC Veterinary Research*, 12 (1), 270. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0905-3>
- Al-Dabbagh, S.Y.A., Mahmmod, E.N., & Al-Chalaby, A.Y.H. (2020). Bacterial bovine mastitis in Iraq: A review. *Basrah Journal of Veterinary Research*, 19 (2), 76-102.
- Amenu, K., Szonyi, B., Grace, D., & Wieland, B. (2017). Important knowledge gaps among pastoralists on causes and treatment of udder health problems in livestock in Southern Ethiopia: results of qualitative investigation. *BMC Veterinary Research*, 13, 303. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1222-1>
- Anonim (2011). Deneysel ve Diğer Bilimsel Amaçlar İçin Kullanılan Hayvanların Refah ve Korunmasına Dair Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111213-4.htm> (Erişim tarihi: 15.03.2023).
- Bademkiran, S., Yeşilmen, S., & Gürbulak, K. (2005). Sütçü ineklerde günlük sağım sayısının klinik mastitis ve süt verimi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 17-21.
- Das, A., Guha, C., Biswas, U., Jana, P.S., Chatterjee, A., & Samanta, I. (2017). Detection of emerging antibiotic resistance in bacteria isolated from subclinical mastitis in cattle in West Bengal. *Veterinary World*, 10 (5), 517-520. <http://doi.org/10.14202/vetworld.2017.517-520>
- Dejyong, T., Chanachai, K., Immak, N., Prarakamawongsa, T., Rukkwamsuk, T., Tago Pacheco, D., & Phimpraphai, W. (2022). An economic analysis of high milk somatic cell counts in dairy cattle in Chiang Mai, Thailand. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 958163. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.958163>
- dos Santos, P.J., Ladeira, S.L., de Lima Gonzalez, H., Dors, G.C., & da Silva Nascente, P. (2020). Bacteria from bovine mastitis: Survey and literature review. Congresso International Da Agroindustria. *Second International Veterinary Internal Medicine Congress*, September, 25-27, 2020; Recife-Brasil.
- Geary, U.N., Lopez-Villalobos, N., Begley, F., McCoy, B., O'Brien, L., Grady, L., & Shallo, L. (2012). Estimating the effect of mastitis on the profitability of Irish dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 95 (7), 3662-3673. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4863>
- Kaya, A., Uzman, C., Kaya, İ., & Kesenkaş, H. (2001). İzmir ili holstein damızlık süt sığırları yetiştirici birliği işletmelerinde mastitisin yaygınlık düzeyi ve etkileyen etmenler üzerine araştırmalar. 1. Mastitisin yaygınlık düzeyi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 63-70.
- Kielwein, G. (1985). Mikrobielle Kontamination der Milch. In: *Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene*. Pareys Studentexte 11. ISBN3-489-68416-8. Sh:51-71

- Kireççi, E., & Çolak, A. (2002). Kuru dönem başlangıcında subklinik mastitisli ineklerden izole edilen stafilocok suşlarında metisilin direnci. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2 (8), 98-100.
- Macun, H.C., Yağcı, İ.P., Ünal, N., Kalender, H., Sakarya, F., & Yıldırım, M. (2011). Kırıkkale’de belirlenen subklinik mastitisli ineklerde etken izolasyonu ve antibiyotik direnç durumu. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 83-89.
- Mbindyo, C.M., Gitao, G.C., & Mulei, C.M. (2020). Prevalence, etiology, and risk factors of mastitis in dairy cattle in Embu and Kajiado Counties, Kenya. *Hindawi Veterinary Medicine International*, 8831172. <https://doi.org/10.1155/2020/8831172>
- Orhan, H., Efe, E., & Şahin, M. (2004). *SAS yazılımı ile istatistiksel analizler*. Tuğra Ofset, Isparta, 139.
- Özdikmenli Tepeli, S., Kaya, B. & İpek, D. (2022). Evaluation of antibacterial effect of honey on ESBL and biofilm-producing Enterobacterales. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (Suppl 1), 54-64. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.971261>
- Şimşek, H., & Aksakal, M. (2005). Subklinik mastitisli ineklerde bazı hematolojik değerlere E vitamininin etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19 (1), 63-67.
- Tewari, A. (2014). Bovine mastitis: An important dairy cattle disease. *Indian Dairyman*, 62-65.
- Tilahun, A., & Aylate, A. (2015). Prevalence of bovine mastitis in lactating cows and its public health implications in selected commercial dairy farms of Addis Ababa. *Global Journal of Medical Research*, 15 (2), 16-23.
- Uzmay, C., Kaya, İ., Akbaş, Y., & Kaya, A. (2003). Effects of udder and teat morphology, parity and lactation stage on subclinical mastitis in holstein cows. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27 (3), 695-701.
- Yeşilmen, S., Özyurtlu, N., & Bademkiran, S. (2012). Diyarbakır yöresinde subklinik mastitisli ineklerde etken izolasyonu ve duyarlı antibiyotiklerin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1 (4), 24-29.

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi personelinin balık tüketim alışkanlıklarının ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi

Determination of fish consumption habits and consumer preferences of Erzincan Binali Yıldırım University academician and staff

Muharrem GÜNEŞ¹, Ersin KARAKAYA², Teoman Özgür SÖKMEN³, Muammer KIRICI⁴

¹Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Tercan Meslek Yüksekokulu, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, 24800, Erzincan, Türkiye.

²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye.

³Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Çayırli Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, 24500, Erzincan, Türkiye.

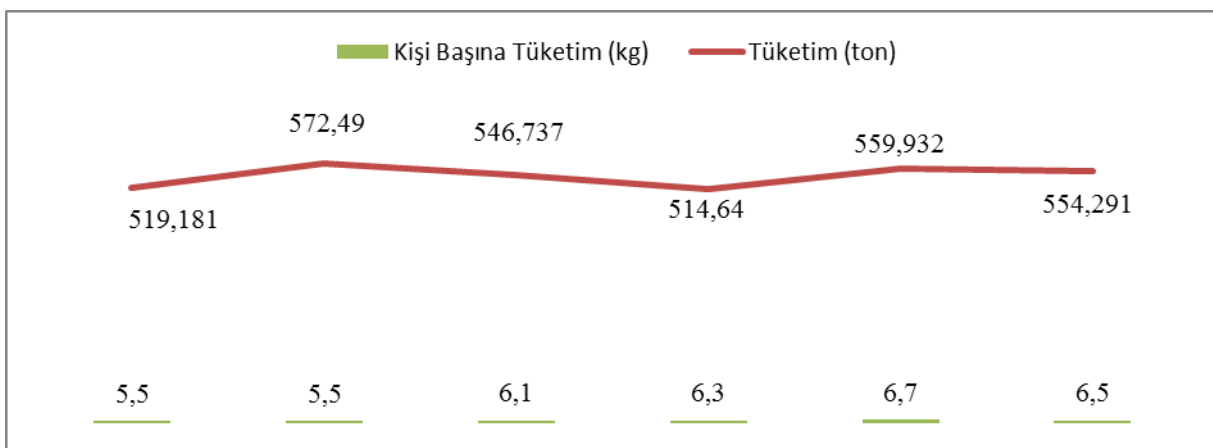
⁴Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, 12000, Bingöl, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 12.06.2023 Accepted / Kabul: 24.07.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Üniversite personeli Erzincan Balık harcaması Balık tüketimi Bağımsız örneklem t testi</p> <p>Keywords: University staff Erzincan Fish expenditures Fish consumption Independent sample t test</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ersin KARAKAYA karakayaersin@hotmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Bu çalışma Erzincan Binali Yıldırım üniversitesi personelinin balık tüketim yapısının ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, 2023 yılı Mart-Mayıs ayları arasında çevrimiçi anket yoluyla elde edilen veriler kullanılmıştır. Verilerin analizinde, frekans tabloları, pasta ve çubuk grafikler, χ^2 testi ve bağımsız örneklem t testinden faydalanılmıştır. Çalışma bulgularına göre; aylık balık tüketim ortalamasının 1.81 olduğu belirlenmiş, idari personelin akademik personele nazaran daha fazla balık tükettiği sonucuna varılmıştır. Genel ortalamalar itibarıyla toplam harcamanın gelir içindeki payı %81.4, gıda harcamasının toplam harcama içindeki oranı %38.4 ve Balık harcamasının toplam gıda harcaması içindeki oranı ise %3.38 olarak belirlenmiştir. Ankete katılan üniversite personelinin büyük bir kısmının besin değerinden dolayı balık tercih ettikleri belirlenmiştir. Balık tüketimini arttırma eğiliminin; idari personelde gelir artışına, akademik personelde ise balık fiyatlarındaki düşmeye bağlı olduğu kanısına varılmıştır. Sonuç olarak; kırmızı et ve beyaz et fiyatlarındaki artış dikkate alındığında, kolay alınabilir, hazırlanabilir ve tüketilebilir balık ürünlerini piyasaya sunmak balık tüketimi açısından son derece önemlidir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was carried out to determine the fish consumption structure and consumer preferences of Erzincan Binali Yıldırım University academician and Staff. In the study, the data obtained between March and May 2023 through an online survey were used. In the analysis of the data, frequency tables, pie and bar graphs, χ^2 test and independent sample t test were used. According to the study findings; it was determined that the monthly fish consumption average was 1.81, and it was concluded that the administrative staff consumed more fish than the academic staff. In terms of general averages, the share of total expenditures in income is 81.4%, the ratio of food expenditures in total expenditures is 38.4%, and the ratio of fish expenditures in total food expenditures is determined as 3.38%. While it was determined that most of the university personnel who participated in the survey preferred fish because of its nutritional value. The tendency to increase fish consumption; It has been concluded that the income increase in the administrative staff and the decrease in fish prices in the academic staff. In conclusion; considering the increase in red meat and white meat prices, it is extremely important for fish consumption to offer fish products that can be bought, prepared and consumed easily.</p>
Cite/Atıf	Güneş, M., Karakaya, E., Sökmen, T.Ö., & Kırıcı, M. (2023). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi personelinin balık tüketim alışkanlıklarının ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 575-592. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1313437

GİRİŞ

Su ürünleri, dünyanın en büyük hayvansal protein kaynaklarından biri olup, tüm ülkelerin ekonomisi için sürekli katkı sağlayan önemli bir sektördür. Bu nedenle, milyarlarca insanı sağlıklı ve besleyici gıdalarla besleyen ve "Sıfır Açlık" hedefine ulaşmada katkıda bulunan milyonlarca küçük ölçekli balıkçı, balık çiftçisi ve balık işçisinin önemi vurgulanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü, dünya genelinde balık tüketiminin artması için haftada 2-3 öğün balık tüketimini tavsiye etmektedir. Bu çerçevede, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, 2022 yılını Uluslararası Balıkçılık ve Su Ürünleri Yılı (IYAFA, 2022) olarak ilan etmiştir. Dünya genelinde 2019 yılında 157 milyon ton su ürününün tüketildiği ve bu miktarın %72'sinin Asya Kitası'nda tüketildiği belirlenmiştir. Su ürünleri tüketiminde en büyük paya sahip olan ülkeler ise Çin, Endonezya, Hindistan, ABD ve Japonya'dır. Aynı yıl içerisinde dünya genelinde hayvansal protein ihtiyacının %17'sinin balıktan karşılandığı ve bu miktarın tüketilen tüm proteinlerin %7'sine denk geldiği tespit edilmiştir. Bu da balığın dünya genelinde önemli bir protein kaynağı olduğunu göstermektedir. Kişi başı balık tüketimi ise 2019 yılında dünya genelinde 20.5 kg olarak gerçekleşmiştir. Bu tüketimin %75'i balıklardan, %12'si yumuşakçalardan ve %13'ü kabuklu deniz ürünlerinden sağlanmıştır. Ancak bölge ve ülkeler arasında balık tüketim miktarı farklılık göstermektedir. Düşük gelirli ve gıda açığı bulunan ülkelerde kişi başı balık tüketimi 5.4 kg iken, orta gelirli ülkelerde 15.2 kg ve yüksek gelirli ülkelerde 26.5 kg olarak belirlenmiştir (FAO, 2022; TEPGE, 2022).

TÜİK (2022) verilerine göre Türkiye'de kişi başına su ürünleri tüketimi 2019 yılında yıllık 6.3 kg olarak belirlenmiştir (TEPGE, 2022). Bu rakam, dünya ortalaması olan 22 kg'nin oldukça altındadır. Su ürünleri tüketimi, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bunlar arasında tüketim alışkanlıkları, su ürünlerinin üretim miktarı ve fiyatı, tüketici alım gücü gibi etkenler bulunmaktadır (Şengül, 2002; Şengül, 2004; Hatırlı ve ark., 2007; Begum ve ark., 2010; Demir & Armağan, 2013; Erdoğan & Çiçek, 2015). Türkiye'de su ürünleri tüketimi, bölgesel farklılıklar gösterebilir. Farklı bölgelerde denize olan erişim, balıkçılık faaliyetlerinin yoğunluğu ve diğer sosyoekonomik faktörler, su ürünleri tüketimini etkileyen unsurlardır. Örneğin, kıyı bölgelerinde su ürünleri tüketimi genellikle iç kesimlere göre daha yüksek olabilir (Erdal & Esengül, 2008; Öndaş & Duman, 2020). 2021 yılında Türkiye'de kişi başı yıllık su ürünleri tüketimi 6.5 kg olarak belirlenmiştir (TEPGE, 2022). Bu rakamın 2019 yılına göre hafif bir artış gösterdiği ancak hala dünya ortalamasının oldukça altında olduğu söylenebilir. Tüketim miktarının artması veya dünya ortalamasına yaklaşması için tüketim alışkanlıklarının ve üretim miktarının artırılması, tüketici alım gücünün yükseltilmesi gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması önemlidir.



Şekil 1. Türkiye 2016-2021 yılları arası su ürünleri tüketim miktarları

Figure 1. Fisheries consumption amounts in Türkiye between the years 2016-2021

Son yıllarda Türkiye'de et tüketimiyle ilgili tüketici davranışlarını belirlemeye yönelik genellikle tüketici tercihlerini, satın alma alışkanlıklarını, et tüketimi miktarlarını, tercih edilen et türlerini ve tüketim nedenlerini incelemek

amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Tolon, 2003; Sariözkan ve ark., 2007; Cevger ve ark., 2008; Orhan & Yüksel, 2010; Akbay ve ark., 2013; Akçay & Vatansever, 2013; Aydın & Karadurmuş, 2013; Saygı ve ark., 2015; Arslan & İzci, 2016; Balcı ve ark., 2016; Balık ve ark., 2013; Bayraktar, 2015; Bashimov, 2017; Şen, 2017; Terin ve ark., 2016; Uzundumlu & Dinçel, 2015; Karakaya & Kırıcı, 2016; Karakaya ve ark., 2018; Kırıcı ve ark., 2018; Bayraktar ve ark., 2019; Karakaya ve ark., 2020; Kuşat & Şahan, 2021). Bu çalışmalar, sektörün stratejilerini belirlemede rehberlik etmekte, yeni pazar alanlarının tespitine yardımcı olmakta ve belirli bir yer veya bölgede yaşayan insanların refahtan elde ettikleri payı ve harcamalarını ortaya koymaktadır.

Balık tüketimi ve balığın dünya genelindeki beslenme alışkanlıklarındaki önemi ve sağlık yönünden oldukça önemli olan balığın tüketim miktarlarının artırılmasının gelecek nesiller üzerinde olumlu etkisinin olacağı bir gerçektir. Bu çalışma Erzincan üniversitesi personelinin balık tüketim yapısının ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın materyali, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin akademik ve idari görevli personelden çevrimiçi anket yoluyla elde edilmiştir. Araştırmada, konu ile ilgili kamu kuruluşlarından, yerli ve yabancı bilimsel çalışmalardan, dergi ve çeşitli yayınlardan da faydalanılmıştır. Katılımcıların; sosyo demografik ve ekonomik özellikleri, balık tüketim miktarları ve tüketim tercihlerine ilişkin bilgileri kapalı uçlu sorularla sorgulanmıştır. Çalışma 2023 yılı Mart-Mayıs ayları arasında yürütülmüştür.

Yöntem

Yapılacak anket sayısının belirlenmesinde, sınırlı popülasyonlarda maksimum örnek büyüklüğüne ulaşmak için birçok çalışmada da kullanılan (Çobanoğlu ve ark., 2002; Armağan & Akbay, 2007; Pazarlıoğlu ve ark., 2007; Günden & Miran, 2007; Ercan & Şahin, 2016; Karakaya & Kırıcı, 2016) oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{N \times P \times Q \times t^2}{(N-1) \times d^2 + t^2 \times P \times Q} \quad \text{Eq.(1)}$$

Formülde; n: örneklem hacmini, N: toplam denek sayısını (1200 akademik + 650 idari personel olmak üzere toplam= 1850 kişi), d: örneklem hatasını, t: belirli serbestlik derecesi ve yanılma düzeyindeki teorik değeri (1.96), P: olayın gözlenme oranını (P= 0.5), Q: olayın gözlenmeme oranını (Q=1-P= 0.5) ifade etmektedir. Çalışmada anket yapılacak personel sayısı 156 akademik, 81 idari olmak üzere toplam 237 olarak belirlenmiştir. Anketten elde edilen veriler SPSS 17.0 (Statistical Package for Social Sciences) ve STATA 14 paket programında analiz edilmiştir. Analiz kapsamında, frekans tablolarından, pasta ve çubuk grafiklerden, iki veya daha fazla değişkenin birbirinden bağımsız olup olmadığını belirlemek için χ^2 testinden ve iki bağımsız grup arasında ortalamalara bakarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için ise bağımsız örneklem t testinden faydalanılmıştır. Bu çalışma, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğü Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'ndan E-88012460-050.01.04-253645 sayılı kararı ile onay alınarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA**Anket yapılan bireylerin sosyo-demografik özellikleri**

Anket yapılan bireylerin sosyo demografik özellikleri tablo 1’de verilmiştir. Anket yapılan bireylerin %65.8’inin akademik, %34.2’sinin ise idari personel olduğu belirlenmiştir. Bireylerin %65’inin erkek, %34.6’sının ise kadın olduğu belirlenmiştir. 30 yaşından küçük olan bireylerin oranı %6.7, 30-45 yaş arasında olan bireylerin oranı %70.4 ve 46 yaş ve üstünde olan bireylerin oranı ise %21.9 olarak belirlenmiştir. Ön lisans mezunu olan bireylerin oranı %5.9, lisans mezunu olan bireylerin oranı %17.7, lisansüstü mezunu olan bireylerin oranı %71.7 ve diğer (ortaöğretim) mezunu olan bireylerin oranı ise %4.6 olarak belirlenmiştir. Ailedeki birey sayısının 2 kişi olma oranı %15.2, ailedeki birey sayısının 3-5 kişi olma oranı %77.6 ve ailedeki birey sayısının 6 kişi ve üzeri olma oranı ise %7.2 olarak belirlenmiştir. Evli olan bireylerin oranı %82.7 ve bekâr olan bireylerin oranı ise %17.3 olarak belirlenmiştir. Anket yapılan bireylerin %2.5’inin aylık geliri 10000 ₺ ve altında, %12.2’sinin 10000-15000 ₺ arasında, %7.6’sının 15000-20000 ₺ arasında, %21.1’inin 20000-25000 ₺ arasında, %14.8’inin 25000-30000 ₺ arasında, %11.8’inin 30000-35000 ₺ arasında ve %31.1’inin ise 35000 ₺ ve üzerinde aylık geliri olduğu belirlenmiştir. Bayraktar ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada ankete katılan bireylerin %47’sinin kadın, %53’ünün erkek olduğu, %38’inin lise mezunu olduğu ve %26’sının ise 18-25 yaş arasında olduğu belirlenmiştir. Öndaş & Duman (2020) tarafından yapılan bir çalışmada anket yapılan bireylerin %47.1’inin kadın, %52.9’unun ise erkek olduğu ve bireylerin %84.4 oranında 18-23 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Erdoğan & Çiçek (2015) tarafından yapılan bir çalışmada katılımcıların %57’sinin akademik, %43’ünün ise idari personel olduğu, %59.4’ünün erkek olduğu, %66’sının 31-50 yaş aralığında olduğu, hanedeki birey sayısının ortalama 3.3 kişi olduğu ve hanenin aylık gelir ortalamasının ise 3000 ₺ olduğu belirlenmiştir. Akçay ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, anket yapılan bireylerin yaş ortalaması 36.3, %55.4’ünün erkek, %82.6’sının lisansüstü mezunu, %76.1’inin evli, %41.3’ünün ailedeki birey sayısının 4 kişi ve üzerinde olduğu ve ortalama hane gelirinin ise 6091 ₺ olduğu belirlenmiştir. T.C. Ticaret Bakanlığı Tüketicinin Korunması ve Piyasa Gözetimi Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen “Tüketici Profili ve Bilinç Düzeyi Araştırma Raporu 2021” verilerine göre; 45 yaşından küçük olan bireylerin oranı yaklaşık %50 olarak bulunmuştur. Ankete katılan tüketicilerin %50.3’ünü erkeklerin, %49.7’sini ise kadınların oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışmaya katılan tüketicilerin %44’ü lise mezunu olarak, üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip tüketicilerin oranı ise %17.2 olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamındaki tüketicilerin %49’unun bekâr, %44’ünün ise evli olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin aylık ortalama hane geliri 4.789 ₺ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Anket yapılan bireylerin sosyo-demografik özellikleri

Table 1. Socio-demographical characteristics of the individuals surveyed

Sosyo-Demografik Özellikler	Sayı	Oran (%)
Görevi		
Akademik	156	65.8
İdari	81	34.2
Toplam	237	100
Cinsiyet*		
Kadın	82	34.6
Erkek	154	65
Toplam	236	99.6
Yaş*		
30’dan küçük	16	6.7
30-45 arası	167	70.4
46 ve üstü	52	21.9

Çizelge 1 (devamı). Anket yapılan bireylerin sosyo-demografik özellikleri

Table 1 (continued). Socio-demographical characteristics of the individuals surveyed

Toplam	235	99.0
Eğitim düzeyi		
Ön lisans	14	5.9
Lisans	42	17.7
Lisansüstü	170	71.7
Diğer (ortaöğretim)	11	4.6
Toplam	237	100
Ailedeki birey sayısı		
2 kişi	36	15.2
3-5 kişi	184	77.6
6 kişi ve üzeri	17	7.2
Toplam	237	100
Medeni durum		
Evli	196	82.7
Bekâr	41	17.3
Toplam	237	100
Aylık gelir		
10000 ₺ ve altında	6	2.5
10000 -15000 ₺	29	12.2
15000 -20000 ₺ arası	18	7.6
20000 -25000 ₺ arası	50	21.1
25000 -30000 ₺ arası	35	14.8
30000 ₺ ve üzeri	99	42.9
Toplam	237	100

*: Bazı katılımcılar bu soruya yanıt vermemiştir.

Anket yapılan üniversite personelinin genel ortalama itibarıyla %61.6'sının eşinin çalıştığı, %38.4'ünün ise çalışmadığı belirlenmiştir. Akademik personel olan bireylerde eşin çalışma oranı %72 iken idari personel olanlarda ise bu oran %40.9 olarak bulunmuştur. Eşin çalışma durumunun personelin görev türüne bağlı olduğu ve akademik personel olan grupta eşin çalışma oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Anket yapılan personelin genel ortalama itibarıyla yüksek oranda (%38.3) Erzincan'da yaşama süresi 26 yıl ve üzerinde olarak belirlenmiştir. İdari personellerde bu oran %52.5 iken akademik personellerde ise %31 olarak belirlenmiştir. Erzincan'da yaşama süresinin personelin görev türüne bağlı olduğu ve idari personelin akademik personele göre daha yüksek oranda Erzincan'da yaşadığı sonucuna varılmıştır. Anket yapılan personelin genel ortalama itibarıyla yüksek oranda (%31.3) üniversitede görev yapma süresi 1-5 yıl olarak belirlenmiştir. İdari personellerde bu oran %25.3 iken akademik personellerde ise %34.4 olarak belirlenmiştir. Üniversitede görev yapma süresinin personelin görev türüne bağlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Dal ve ark. (2019) tarafından yürütülen çalışmada eşin çalışma oranı %43.5, çalışmama oranı ise %56.5 olarak belirlenmiştir. Erdoğan & Çiçek (2015) yaptıkları çalışmada hanelerdeki çalışan birey sayısını ortalama 1.64 olarak belirlemişlerdir. Akademik personel sayısının fazla olması ve çalışma hayatında tanışılıp evlenilmesinden dolayı eşin çalışma oranının yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Bu açıdan Erdoğan & Çiçek (2015)'in çalışma bulguları ile bu çalışma bulguları benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Ankete katılan personelin görev durumu itibariyle eşin çalışma durumu, Erzincan'da yaşama süresi ve üniversitede görev yapma süresi

Table 2. The working status of the spouse, the duration of living in Erzincan and the duration of working at the university in terms of the employment status of the personnel participating in the survey

Değişkenler/Görev	Akademik	İdari	Ortalama
Eşin çalışma durumu			
Çalışıyor	72	40.9	61.6
Çalışmıyor	28	59.1	38.4
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	17.949 ve 0.000***		
Erzincan'da yaşama süresi			
1-5 yıl	21.3	8.8	17
6-10 yıl	16.8	11.3	14.9
11-15 yıl	20.6	17.5	19.6
16-20 yıl	6.5	3.8	5.5
21-25 yıl	3.9	6.3	4.7
26 yıl ve üzeri	31	52.5	38.3
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	13.945 ve 0.016**		
Üniversitede görev yapma süresi			
1-5 yıl	34.4	25.3	31.3
6-10 yıl	19.5	19	19.3
11-15 yıl	28.6	41.8	33
16-20 yıl	5.8	5.1	5.6
21-25 yıl	5.2	2.5	4.3
26 yıl ve üzeri	6.5	6.3	6.4
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	5.062 ve 0.408		

Aylık ortalama net gelir, toplam harcama, gıda harcaması, balık tüketimi ve balık harcaması

Tablo 3'e göre; ankete katılan personelin genel ortalama itibariyle aylık net gelirleri 24404.26 ₺ iken bu değer idari personel için 17901.23 ₺ ve akademik personel için ise 27824.68 ₺ olarak bulunmuştur. Akademik ve idari personel net geliri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir. Akademik personelin aylık net geliri idari personele oranla daha yüksektir. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri akademik personelin eşinin çalışma oranının daha yüksek olması olarak düşünülebilir. Ankete katılan personelin genel ortalama itibariyle aylık toplam harcaması 19888.93 ₺ iken bu değer idari personel için 13556.43 ₺ ve akademik personel için ise 23269.12 ₺ olarak bulunmuştur. Akademik ve idari personel toplam harcaması arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir. Akademik personelin aylık toplam harcaması idari personele oranla daha yüksektir. Ankete katılan personelin genel ortalama itibariyle aylık gıda harcaması 7641.70 ₺ iken bu değer idari personel için 5606.96 ₺ ve akademik personel için ise 8713.33 ₺ olarak bulunmuştur. Akademik ve idari personel gıda harcaması arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir. Akademik personelin aylık gıda harcaması idari personele oranla daha yüksektir. Aylık balık tüketiminin 1.71 ile 2.03 kg arasında değiştiği ve ortalamasının 1.81 olduğu belirlenmiş idari personelin akademik personele nazaran daha fazla balık tükettiği ancak bu durumun istatistiki olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Aylık balık harcamasının 245.78 ₺ ile 264.87 ₺ arasında değiştiği ve ortalamasının ise 258.39 ₺ olduğu, idari personelin akademik personele nazaran daha az balık harcaması olduğu ancak bu durumun istatistiki olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. İdari personelin balık tüketiminin akademik personele göre fazla balık harcamasının ise az olmasının en büyük nedeni olarak idari personelin balık tutması düşünülebilir. Genel ortalamalar itibariyle toplam harcamanın gelir

içindeki payı %81.4 iken bu oran akademik personel için %83.6, idari personel için ise %75.7 olarak belirlenmiştir. Gıda harcamasının toplam harcama içindeki oranı genel ortalama itibarıyla %38.4 iken bu oran akademik personel için %37.4, idari personel için ise %41.3 olarak hesaplanmıştır. Balık harcamasının toplam gıda harcaması içindeki oranı akademik personel için %3.03, idari personel için %4.38 iken bu oran genel ortalama itibarıyla %3.38 olarak belirlenmiştir. Aylık ortalama gıda harcaması; Erdal & Tokgöz (2011) tarafından Erzincan’da, 373.92 ₺ olarak hesaplanmıştır. Tokat’ta Gözener & Sayılı (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, aylık ortalama gelir 1306.09 ₺, aylık ortalama gıda harcaması 341.29 ₺ ve aylık gıda harcamasının aylık gelir içindeki oranı ise %26.1 olarak tespit edilmiştir. İnci ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada gıda harcamasının gelir içindeki payı %22.2 olarak çalışmada bulunan değerden (%31.3) oldukça düşük olarak belirlenmiştir. Erdoğan & Çiçek (2015) yaptıkları çalışmada, hanelerin aylık ortalama geliri içerisindeki gıda harcamasının oranını yaklaşık %24, bu harcamanın içerisindeki hayvansal ürünlerin ortalama payını ise %22 olarak tespit etmişlerdir. “2015 ve 2016 Hane Halkı Tüketim Harcaması” anketlerinden elde edilen Türkiye ortalamaları ise %20.2 ve %19.5 olarak belirlenmiştir. (Anonim, 2015 ve 2016). Karakaya & Kırıcı (2016) yaptıkları çalışmada, gıda harcamasının; aylık gelir içindeki payını %25.2 ve aylık harcama içindeki payını ise %44,3 olarak hesaplanmıştır. Bingöl’de yapılan bir çalışmada gıda harcamasının toplam gelir içindeki payı %24,6 olarak belirlenmiştir (Karakaya & Kızıloğlu 2017). Türkiye’de 2018 yılında 26 alt bölge illerinde gerçekleştirilen bir çalışma verilerine göre; gıda harcamasının aylık harcama içindeki payı %26.9 olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2018). Karakaya & İnci (2020) yaptıkları çalışmada; aylık gıda harcamasının aylık ortalama gelir içindeki payını %28.7 olarak hesaplamışlardır. Söğüt ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, tüketicilerin aylık gelir ortalaması 3661,4 ₺, ortalama gıda harcaması 503,2 ₺ ve aylık gıda harcamasının aylık toplam harcamalar içindeki oranı ise %18,8 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Ankete katılan personelin görev türü itibarıyla ortalama harcamaları

Table 3. The average expenses of the participants in the survey varied depending on their job type

Değişkenler	Görev Türü	Ortalama	Standart Hata
Net gelir (₺/ay)	İdari	17901.23	683.88
	Akademik	27824.68	253.04
	Genel ortalama	24404.26	421.43
T ve P değeri	-16.380 ve 0.000***		
Toplam harcama (₺/ay)	İdari	13556.43	927.79
	Akademik	23269.12	942.86
	Genel ortalama	19888.93	758.35
T ve P değeri	-6.660 ve 0.000***		
Gıda harcaması (₺/ay)	İdari	5606.96	377.12
	Akademik	8713.33	506.78
	Genel ortalama	7641.70	369.17
T ve P değeri	-4.139 ve 0.000***		
Balık tüketimi (kg/ay)	İdari	2.03	0.23
	Akademik	1.71	0.13
	Genel ortalama	1.81	0.11
T ve P değeri	1.268 ve 0.206		
Balık harcaması (₺/ay)	İdari	245.78	36.26
	Akademik	264.87	24.65
	Genel ortalama	258.39	20.37
T ve P değeri	-0.443 ve 0.658		

***: p<0.01.

Ankete katılan bireylerin daha çok tüketmeyi tercih ettiği et türü

Kırmızı et ve beyaz eti yeterli miktarda tüketmek sağlık açısından önemlidir. Balıkların eti, kullandıkları yüzgeçleri ve kuyruk etrafı kırmızı olmak üzere çoğunlukla beyazdır. Beyaz et, tavuk eti, ördek eti, kaz eti, horoz eti ve hindi eti gibi kümes hayvanlarıyla birlikte birçok deniz ürününü (balık eti, yengeç eti, ahtapot eti ve kalamar eti) de kapsayan bir sınıflandırmadır (Anonim, 2023). Ankete katılan bireylerin %69.2'sinin kırmızı et, %30.8'inin ise beyaz et tükettiği belirlenmiştir. Beyaz et tükettiğini ifade eden bireylerin balık eti tüketme oranına bakıldığında ise %6.8'inin hiç tüketmediği, %12.3'ünün %5 oranında tükettiği, %34.2'sinin %10 oranında tükettiği, %13.7'sinin %20 oranında tükettiği ve %8.2'sinin ise %25 ve %50 oranında balık tükettiği sonucuna varılmıştır. Kırmızı etin beyaz ete nazaran tüketilme oranının daha yüksek olduğu, beyaz et içinde ise balık tüketilme oranının oldukça az olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Karakaya & İnci (2014) Bingöl'de yürüttükleri çalışmada kırmızı et ve tavuk eti tüketim oranının balık tüketim oranından fazla olduğunu bildirmişlerdir. Abdikoğlu ve ark. (2015) tarafından Tekirdağ'da yapılan çalışmada, kırmızı et tüketim oranı %37.9; tavuk eti tüketim oranı %34.8 ve balık tüketim oranı %27.2 olarak belirlenmiştir. Kırıcı ve ark. (2018)'nin Siirt'te yaptıkları çalışmada, beyaz et tüketilme oranı %40.6, kırmızı et tüketilme oranı %31.4 ve balık tüketilme oranı ise %22.5 olarak belirlenmiştir. Soylu (2018) tarafından Kayseri'de yapılan çalışmada 1. sırada kırmızı etin 2. sırada tavuk etinin daha sonra ise balık etinin tüketildiği bildirilmiştir. Ankara ve Çanakkale illerinde yürütülen bir çalışmada kırmızı etin %34 oranında tüketildiği, balık tüketim oranının ise %28 olduğu belirlenmiştir (Bayraktar ve ark., 2019). Doğan (2019) balık tüketim oranını Erzurum'da %19,7, Bayburt'ta %23.3 ve Erzincan'da ise %13 olarak bildirmiştir. Karakaya ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada kırmızı et tüketilme oranı %54.4; beyaz et tüketilme oranı ise %45.6 olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılmış olan çalışmalar ve bu çalışma neticesinde Türkiye'de halkın et tüketim alışkanlığında kırmızı etin balık ve tavuk etine göre biraz daha ön planda olduğu sonucuna varılmıştır. Hem İdari personelin hem de akademik personelin kırmızı et beyaz ete göre daha yüksek oranda tüketmeyi tercih ettikleri sonucu belirlenmiştir. Et tercih edilme durumunun görev türüne bağımlı olmadığı sonucu belirlenmiştir ($p>0.05$). Erdoğan & Çiçek (2015) tarafından yapılan çalışmada toplam beyaz et tüketimi kırmızı etten fazla tahmin edilmiş ve hanelerin aylık ortalama gelir düzeyi ile sığır-dana eti tüketimlerinin hane gelirinin artmasına paralel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada, tüketicilerin balık en çok tercih edilen et türü olarak belirlenmiştir (Akçay ve ark., 2018). Bolat & Cevher (2018) yaptıkları çalışmada gelir düzeyi arttıkça kırmızı et tercih düzeyinin arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Akademik ve idari personelin daha çok tüketmeyi tercih ettiği et türü

Table 4. The type of meat that academic and administrative staff prefer to consume more

Görev türü	Daha çok hangi etin tüketilme durumu		Toplam
	Kırmızı et	Beyaz et	
İdari	51	30	81
Akademik	113	43	156
Toplam	164	73	237
χ^2 ve p değeri	2.245 ve 0.134		

Ankete katılan bireylerin balık tercih nedeni ve balık tüketim sıklığı

Ankete katılan bireylerin balık tercih nedenleri ve balık tüketim sıklığı ile ilgili sorular sadece beyaz et tüketen ve beyaz et tüketenler içinde de balık tüketen bireylere yöneltilmiş ve alınan cevapların oransal dağılımı Çizelge 5'te verilmiştir. Ankete katılan bireylerin genel ortalama itibarıyla %53.3'ünün besin değerinden dolayı balık tercih ettikleri belirlenir iken bu oran idari personellerde %57.6, akademik personellerde ise %50 olarak bulunmuştur. İdari personelde hiçbir bireyin balığın kolay bulunması faktörünü tercih nedeni olarak ifade etmediği sonucu belirlenmiştir. Balığın lezzetli olması akademik personel için az da olsa tercih sebebi olarak ön plana çıkmaktadır. Balık tercih nedeninin görev türüne bağımlı olmadığı sonucu belirlenmiştir. Balığın genel ortalama itibarıyla kış

aylarında %30.3 oranında 15 günde bir, yaz aylarında ise %42.5 oranında ise özel günlerde tüketildiği belirlenmiştir. Akademik personelin idari personele göre kışın daha sıklıkla balık tükettiği idari personelin ise balığı yaz aylarında özellikle ayda bir sıklıkla daha yüksek oranda tükettiği belirlenmiştir. Balık tüketim sıklığı ile görev türü arasındaki ilişki istatistiki olarak anlamlı çıkmamış ve balık tüketim sıklığının görev türüne bağımlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Besin değerinin yüksek olması veya balık etinin sağlıklı olması gibi nedenlerin oranının daha önce yapılan birçok çalışmada yüksek olduğu belirlenmiştir (Abdikoğlu ve ark., 2015; Doğan, 2019). Bayraktar ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada balık etinin tüketilme sebebi olarak; %29 oranında sağlıklı olması %22 oranında damak tadı, %23 oranında ucuz olması ve %26 oranında ise besleyici olması faktörleri belirlenmiştir. Çalışmada bireylerin %42'sinin balık tüketimini sağlık açısından önemli gördükleri ve %21'lik kısmının ise kolay pişirildiğinden tüketmeyi daha çok tercih ettiği belirlenmiştir. Aynı çalışmada balığın en yüksek oranda kışın (%37) tüketildiği ve ilkbahardan kışa doğru balık tüketiminde artış olduğu sonucu belirlenmiştir. Öndaş & Duman (2020) tarafından yürütülen çalışmada, katılımcıların %28'inin besleyici ve sağlıklı beslenmede önemli ve %16.1'inin ise aileden gelme alışkanlıktan dolayı balık tercih ettikleri belirlenmiştir. Karakaya ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, balık tercihinde bireylerin %53'ünün besin değerinin yüksek olmasını, %27'sinin lezzetli olmasını ve %20'sinin ise ucuz olmasını öncelikli neden olarak belirttikleri belirlenmiştir. Kırıcı ve ark. (2018) tarafından Siirt'te, Karakaya & Kırıcı (2016) tarafından Bingöl'de gerçekleştirilen çalışmalarda ise balık tüketim tercihinde lezzetli olması faktörü en yüksek orana sahip olarak belirlenmiştir. Balığın yüksek oranda kış aylarında tüketildiği Abdikoğlu ve ark. (2015) ve Karakaya ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarının, daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Ankete katılan bireylerin görev türü itibarıyla balık tercih nedeni ve balık tüketim sıklığı

Table 5. The reason for choosing fish and the frequency of fish consumption by the type of duty of the individuals participating in the survey

Değişkenler/görev türü	Akademik		İdari		Ortalama	
Balık tercih nedeni (%)						
Alışkanlık	5		3.9		4.5	
Besin değeri	50		57.6		53.3	
Sağlıklı olması	7.5		7,8		7,6	
Kolay bulunması	2.5		0		1,3	
Lezzetli olması	35		30.7		33,3	
Toplam	100		100		100	
χ^2 ve p değeri	4.493 ve 0.722					
Balık tüketim sıklığı	Kış ayları	Yaz ayları	Kış ayları	Yaz ayları	Kış ayları	Yaz ayları
Haftalık	27.5	10	15.3	7.4	22.7	9
15 günde bir	40	25	19.3	22.2	30.3	23.8
Ayda bir	15	22.5	26.9	29.6	19.6	25.7
Özel günlerde	17.5	42.5	38.5	40.8	27.4	42.5
Toplam	100	100	100	100	100	100
χ^2 ve p değeri	7.523 ve 0.111					
χ^2 ve p değeri	2.099 ve 0.718					

Bireylerin balık fiyatları, balığı satın alma şekli ve satın alırken dikkat ettiği kriter, balığa kolay ulaşabilme durumu ve balık tüketme şekline ait görüşleri

Bireylerin balık fiyatları, balığı satın alma şekli ve satın alırken dikkat ettiği kriter, balığa kolay ulaşabilme durumu ve balık tüketme şekline ait görüşleri Çizelge 6'da oransal olarak verilmiştir. Sağlığımız için çok gerekli olan balık, eğer uygun şekilde pişirilmezse besin değeri azalacağından faydalanma oranı düşecektir. Balığı, ızgara ve buğulama şeklinde yemek en sağlıklı olan pişirme yöntemleridir (Bayraktar ve ark., 2019). Çalışmada genel ortalama itibarıyla balığın %43.5 oranında kızartma yöntemiyle tüketildiği belirlenmiştir. Izgara ve buğulama yöntemlerinin genel itibarıyla oranları sırasıyla %16.5 ve %35.8 olarak belirlenmiştir. Akademik personelin balığı kızartma yöntemiyle tüketme oranı %42.3 iken bu oran idari personelde %44.4 olarak belirlenmiştir. Balığı tüketme şeklinin anket yapılan bireylerin görev türüne bağımlı olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Aydın & Karadurmuş (2013) ve Bayraktar ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmalarda, bireylerin balık pişirirken yüksek oranda ızgara ve buğulama tercihinde bulunduğu bildirilmiştir. Aydın & Odabaşı (2017), Diyarbakır'da %44.3 oranında kızartma yönteminin, Balcı ve ark. (2016), Tunceli'nde %34 oranında fırında pişirme yönteminin ve Kırıcı ve ark. (2018) Siirt'te ise tavada pişirme yönteminin tercih edildiği bildirilmiştir. Olgunoğlu ve ark. (2014)'nin Adıyaman'da yaptığı çalışmada, bireylerin, balık tüketim şeklinde %41 oranında kızartma şeklini tercih ettikleri belirlenmiştir. Terin ve ark. (2016) tarafından Van'da yapılan çalışmada, balığın en çok (%40.2) kızartma şeklinde tüketildiği belirlenmiştir. Bingöl'de Karakaya & Kırıcı (2016) tarafından yapılan bir çalışmada bireylerin %42.8'inin balık tüketim şekli olarak fırında seçeneğini tercih ettikleri belirlenmiştir. Çalışma bulgularının daha önce yapılmış olan çalışma bulgularıyla kısmen benzer kısmen de farklı sonuçlar içermesi, bölgelere ve birey tercihlerine göre balık tüketim şeklinin değişebileceğinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Ankete katılan bireylerin genel ortalama itibarıyla balık fiyatlarını %48.5 oranında pahalı buldukları belirlenirken bu oran akademik personel için %49.3, idari personel için ise %46.9 olarak belirlenmiştir. Balık fiyatlarını ucuz bulan akademik personel olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Balık fiyatları hakkındaki düşüncelerin anket yapılan bireylerin görev türüne bağımlı olmadığı belirlenmiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda balık fiyatlarının bireyler tarafından ucuz ya da normal bulunduğu Abdikoğlu ve ark. (2015), Karakaya & Kırıcı (2016), Kırıcı ve ark. (2018) ve Bayraktar ve ark. (2019), bazı çalışmalarda ise pahalı bulunduğu belirlenmiştir (Ercan & Şahin, 2016; Karakaya ve ark., 2020). Balığı satın alma şekli genel ortalama itibarıyla %89.5 oranında taze olarak belirlenmiş iken bu oran akademik personel için %88.5, idari personel için ise %91.4 olarak belirlenmiştir. İdari personelin balık tutma aktivitesinden dolayı bu oranın yüksek çıktığı düşünülebilir. Balık satın alma şeklinin görev türüne bağımlı olmadığı sonucuna varılmıştır. Balık satın alırken %87 oranında tazelik kriterine dikkat edildiği, özellikle balığın genel dış görünüşüne ve göz ile ilgili özelliklere bakıldığı belirlenmiştir. Besin değeri kriterini önemseyen idari personel olmadığı ve idari personelin balık tutmasından dolayı tazelik kriterine akademik personele oranla daha düşük oranda dikkat ettiği belirlenmiştir. İdari personelin taze (kendi tuttuğu), fiyat olarak daha uygun ve lezzetli balıkları, akademik personelin ise taze balıkları tercih ettikleri söylenebilir. Daha önce yapılan birçok çalışmada da balık satın alınırken taze olup olmadığına dikkat edildiği ve bunu anlamak içinde balığın genel dış görünüşüne ve göz ile ilgili özelliklere bakıldığı sonucu bildirilmiştir (Adıgüzel ve ark., 2009; Abdikoğlu ve ark., 2015; Azabağaoğlu ve ark., 2016; Bayraktar ve ark., 2019). Anket yapılan bireylerin %51.5'i balık satın alırken ya da tüketirken balığa kolay ulaşabildiğini, %48.5'i ise kolay ulaşamadığını belirtmiştir. İdari personelin balığa ulaşmada daha yüksek oranda olması kendisinin balık tutmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 6. Bireylerin balık fiyatları, balığı satın alma şekli ve satın alırken dikkat ettiği kriter, balığa kolay ulaşabilme durumu ve balık tüketme şekline ait görüşlerinin oransal dağılımı (%)

Table 6. Proportional distribution of individuals' views on fish prices, the way they buy fish and the criteria they pay attention to when buying, the easy accessibility to fish, and the way they consume fish (%)

Değişkenler/görev türü	Akademik	İdari	Ortalama
Balık fiyatları			
Çok pahalı	18.6	27.2	21.5
Normal	32.1	24.7	29.5
Pahalı	49.3	46.9	48.5
Ucuz	0	1.2	0.5
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	5.050 ve 0.282		
Balığı satın alma şekli			
Taze	88.5	91.4	89.5
Donmuş	3.8	2.5	3.4
Konserve	3.2	1.2	2.5
Diğer (kendi tutan, taze+konserve)	4.5	4.9	4.6
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	6.579 ve 0.583		
Satın Alırken Dikkat Edilen Kriter			
Besin değeri	3.2	0	2.1
Fiyat	5.1	9.9	6.8
Lezzet	3.2	6.2	4.1
Tazelik	88.5	83.9	87
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	5.615 ve 0.230		
Balığa Kolay Ulaşabilme Durumu			
Evet	48.7	56.8	51.5
Hayır	51.3	43.2	48.5
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	3.188 ve 0.203		
Balığı tüketme şekli			
Kızartma	42.3	44.4	43.5
İzgara	16.7	16	16.5
Buğulama	37.8	34.6	35.8
Hepsi	3.2	5.0	4.2
Toplam	100	100	100
χ^2 ve p değeri	9.133 ve 0.520		

Üniversite personelinin daha çok tükettiği balık türü, hangi sularda yetişen balıkların tercih edilme durumu, balığın satın alındığı yer ve yeteri kadar balık tüketildiğine inanma durumuna ilişkin görüşleri

Üniversite personelinin daha çok tükettiği balık türü, hangi sularda yetişen balıkların tercih edilme durumu, balığın satın alındığı yer ve yeteri kadar balık tüketildiğine inanma durumuna ilişkin görüşleri oransal olarak Çizelge 7’de verilmiştir. Üniversite personelinin daha çok tükettiği balık türü, hangi sularda yetişen balıkların tercih edilme durumu, balığın satın alındığı yer ve yeteri kadar balık tüketildiğine inanma durumunun üniversite personelinin görev türüne bağlı olmadığı sonucu belirlenmiştir. Üniversite personelinin %44.6 oranında hamsi tükettiği belirlenirken bu oran akademik personelde %38.5, idari personelde ise %56 olarak belirlenmiştir. Hamsiden sonra en çok tüketilen balık türü ise alabalık olarak belirlenmiştir. Uskumru tüketen idari personel olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Açık deniz balıklarının tercih edilme oranı genel ortalama itibarıyla %74.2 iken bu oran akademik personel için %72.5 ve idari personel için ise %76 olarak tespit edilmiştir. İdari personelin göl ve havuz balıkları tüketmeyi tercih etmediği belirlenmiştir. Öndaş & Duman (2020) yaptıkları çalışmada, açık deniz balıklarının ve hamsinin bireyler tarafından yüksek oranda tercih edildiğini bildirmişlerdir. Daha önce yapılan birçok çalışmada da en çok tüketilen balık çeşidi olarak hamsinin ilk sırada yer aldığı belirlenmiştir (Abdikoğlu ve ark., 2015; Bayraktar ve ark., 2019; Karakaya ve ark., 2020). Sabit satıcı seçeneğinin balığın satın alındığı yer olarak diğer yerlere göre oldukça yüksek oranda tercih edildiği, pazar seçeneğinin akademik personel tarafından, balıkçı seçeneğinin ise idari personel tarafından tercih edilmediği belirlenmiştir. Sokak satıcısı seçeneğinin akademik personel tarafından tercih edilme oranı (%15.8) yadsınamayacak kadar yüksek bulunmuştur. Bunun en önemli nedeninin ankete katılan bireylerin satıcıya duydukları güvenden kaynaklandığı düşünülebilir. Daha önce yapılan birçok çalışmada bireylerin güven duydukları için balığı yüksek oranda sabit balık satıcısından satın aldığı sonucu belirlenmiştir (Abdikoğlu ve ark., 2015; Karakaya & Kırıcı, 2016; Kırıcı ve ark., 2018; Karakaya ve ark., 2020). Bolat & Cevher (2018) ve Genç ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada balığın yüksek oranda süpermarketten, Bayraktar ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada ise pazar yerinden satın alındığı belirlenmiştir. Gerek akademik personel gerekse idari personelin büyük bir kısmı (%66.5) yeteri kadar balık tükettiklerine inanmadıklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 7. Üniversite personelinin daha çok tükettiği balık türü, hangi sularda yetişen balıkların tercih edilme durumu, balığın satın alındığı yer ve yeteri kadar balık tüketildiğine inanma durumu

Table 7. The type of fish that the university staff consumes more, the preference of fish grown in which waters, the place where the fish is purchased, and the state of believing that enough fish is consumed

Değişkenler/görev türü	Akademik	İdari	Ortalama
Daha çok tüketilen balık türü			
Alabalık	15.9	12	14.4
Çipura	11.3	8	10
Sazan	0	8	2.8
Hamsi	38.5	56	44.6
İstavrit	13.6	4	10
Levrek	9	8	8.6
Somon	9	4	7.2
Uskumru	2.2	0	1.4
χ^2 ve p değeri	7.942 ve 0.540		
Hangi sulardaki balıkların daha çok tercih edilme durumu			
Açık deniz	72.5	76	74.2
Çay/dere/akarsu	5	16	10.5

Çizelge 7 (devamı). Üniversite personelinin daha çok tükettiği balık türü, hangi sularda yetişen balıkların tercih edilme durumu, balığın satın alındığı yer ve yeteri kadar balık tüketildiğine inanma durumu

Table 7 (continued). The type of fish that the university staff consumes more, the preference of fish grown in which waters, the place where the fish is purchased, and the state of believing that enough fish is consumed

Göl	2.5	0	1.2
Havuz	7.5	0	3.7
Kafes	2.5	4	3.2
Okyanus	10	4	7
χ^2 ve p değeri	6.386 ve 0.381		
Balığın satın alındığı yer			
Balık yetiştiricisi	2.2	8	5.1
Balıkçı	2.2	0	1.1
Kendisi tutuyor	4.5	8	6.2
Pazar	0	4	2
Sabit satıcı	56.8	68	62.4
Sokak satıcısı	15.8	8	11.9
Süpermarket	18.1	4	11
χ^2 ve p değeri	7.792 ve 0.351		
Yeteri kadar balık tüketildiğine inanma durumu			
Az	6.9	12	9.4
Çok	9.6	4	6.8
İnanmıyorum	64.9	68	66.5
Kısmen	18.6	16	17.3
χ^2 ve p değeri	1.459 ve 0.834		

Ankete katılan üniversite personelinin bazı ifadelerine katılım durumu çizelge 8’de oransal olarak verilmiştir. Bireylerin; “balık eti kırmızı ete göre daha sağlıklıdır. “Protein ihtiyacımızı gidermek için mutlaka et tüketmeliyiz”. “Etler çok yüksek oranda enerji verir”. “Balık etinde birçok organik ve inorganik madde bulunur”. “Omega 3 ve Omega 6 yağ asitleri en fazla balık etinde bulunur”. “Balık etinde vitamin, mineral, protein bol miktarda bulunur. “Haftada en az 2 porsiyon balık etini tüketmeliyiz” ve “balık çiftlikleri sayesinde her mevsim balık tüketebiliyoruz” ifadelerine yüksek oranda katıldıkları belirlenmiştir. “Vücudumuzun büyüme ve gelişimi için ete ihtiyacı yoktur”. “Tüm et türlerinin besin içeriği aynıdır”. “Balık etinde sadece protein içerir”. “Türkiye’de balık fiyatları genel olarak uygundur”. “Balık çiftlikleri çevreyi kirletir”. “En pahalı et türü balık etidir” ve “yaz aylarında balık tüketilmez” ifadelerine ise yüksek oranda katılmadıkları belirlenmiştir.

Çizelge 8. Anket yapılan bireylerin bazı ifadelerine katılım durumu

Table 8. Participation status of the individuals surveyed in some statements

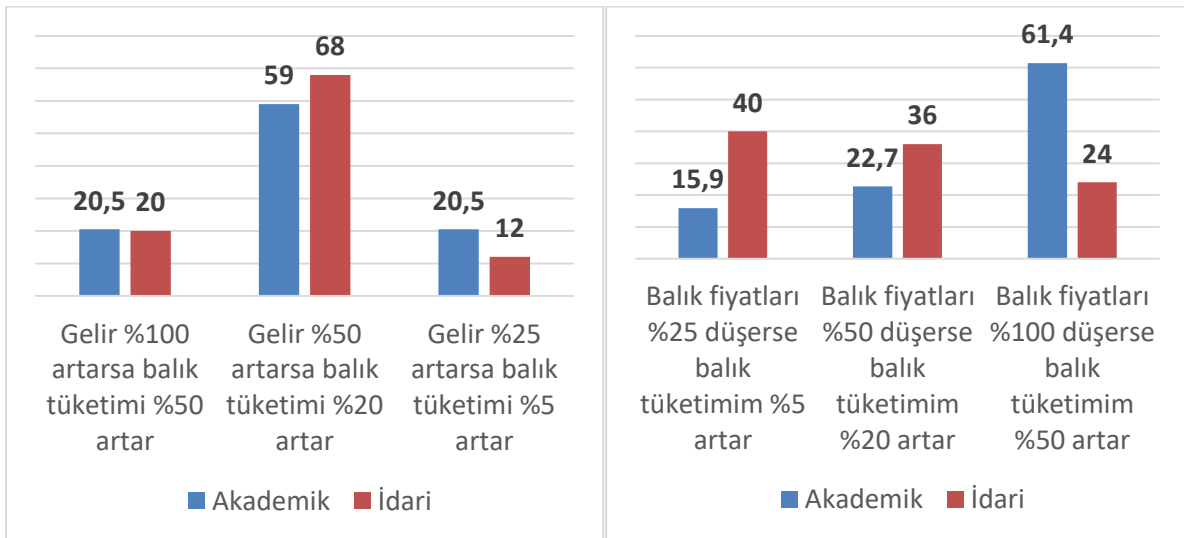
Değişkenler/katılma durumu	Kararsızım	Katılıyorum	Katılmıyorum
Balık etini kırmızı ete göre daha sağlıklıdır.	15,2	73,8	10,5
Protein ihtiyacımızı gidermek için mutlaka et tüketmeliyiz.	3,8	92,4	3,0
Vücudumuzun büyüme ve gelişimi için ete ihtiyacı yoktur.	3,0	10,5	85,7
Tüm et türlerinin besin içeriği aynıdır.	6,8	4,2	89,0
Etler çok yüksek oranda enerji verir.	17,3	67,9	14,8

Çizelge 8 (devamı). Anket yapılan bireylerin bazı ifadelerle katılım durumu

Table 8 (continued). Participation status of the individuals surveyed in some statements

Balık etinde birçok organik ve inorganik madde bulunur.	25,7	70,5	3,4
Balıketi sadece protein içerir.	23,6	13,1	63,3
Türkiye’de balık fiyatları genel olarak uygundur.	20,7	14,8	63,7
Balık çiftlikleri çevreyi kirletir.	35,9	16,0	48,1
En pahalı et türü balıketidir.	21,1	13,9	65,0
Omega 3 ve Omega 6 yağ asitleri en fazla balıketinde bulunur.	11,8	85,2	2,1
Yaz aylarında balık tüketilmez.	16,0	7,2	75,5
Balıketinde vitamin, mineral, protein bol miktarda bulunur.	9,7	87,3	2,5
Haftada en az 2 porsiyon balıketi tüketmeliyiz.	16,9	74,3	7,6
Balık çiftlikleri sayesinde her mevsim balık tüketebiliyoruz.	25,7	55,7	18,1

Akademik ve idari personelin gelir artışı ve balık fiyatlarının düşmesine karşı balık tüketim duyarlılığının oransal dağılımı şekil 2’de verilmiştir. Akademik personelin %20.5’inin; gelirinin %100 artmasıyla balık tüketimini %50 arttıracığı, %59’unun; gelirinin %50 artmasıyla balık tüketimini %20 arttıracığı ve %20.5’inin ise; gelirinin %25 artmasıyla balık tüketimini %5 arttıracığı belirlenmiştir. İdari personelin %20’sinin; gelirinin %100 artmasıyla balık tüketimini %50 arttıracığı, %68’inin; gelirinin %50 artmasıyla balık tüketimini %20 arttıracığı ve %12’sinin ise; gelirinin %25 artmasıyla balık tüketimini %5 arttıracığı belirlenmiştir. İdari personelin akademik personele göre gelir artışında balık tüketimini oransal olarak daha fazla arttırma eğilimi olduğu söylenebilir. Balık fiyatları %25 düştüğünde balık tüketimim %5 artar diyen akademik personel oranı %15.9, idari personel oranı ise %40, balık fiyatları %50 düştüğünde balık tüketimim %20 artar diyen akademik personel oranı %22.7, idari personel oranı ise %36 ve balık fiyatları %100 düştüğünde balık tüketimim %50 artar diyen akademik personel oranı %61.4, idari personel oranı ise %24 olarak belirlenmiştir. Akademik personelin idari personele nazaran balık fiyatlarının % 100 düşmesi durumunda balık tüketimini oransal olarak daha fazla arttırma eğiliminde olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Şekil 2’deki grafikler birlikte okunduğunda idari personelin balık tüketimini arttırma eğiliminin gelir artışına, akademik personelin ise balık fiyatlarındaki düşmeye bağlı olduğu kanısına varılmıştır.



Şekil 2. Akademik ve idari personelin gelir artışı ve balık fiyatlarının düşmesine karşı balık tüketim duyarlılığının oransal dağılımı (%)

Figure 2. Proportional distribution of fish consumption sensitivity of academic and administrative staff to income increase and decrease in fish prices (%)

Sonuç olarak, eşin çalışma durumu ve Erzincan'da yaşama süresinin personelin görev türüne bağımlı olduğu; akademik personel olan grupta eşin çalışma oranının akademik personel sayısının fazla olması ve çalışma hayatında tanışılıp evlenilmesinden dolayı yüksek çıkmasının beklenen bir durum olduğu, idari personelin ise akademik personele göre daha yüksek oranda Erzincan'da yaşadığı sonucuna varılmıştır. Akademik personelin eşinin çalışma oranının daha yüksek olması nedeniyle; aylık net gelirin idari personele oranla daha yüksek olduğu, akademik personelin aylık toplam harcamasının ve aylık gıda harcamasının idari personele oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aylık balık tüketim ortalamasının 1.81 olduğu belirlenmiş idari personelin akademik personele nazaran daha fazla balık tükettiği sonucuna varılmıştır. İdari personelin balık tutmasından dolayı, akademik personele göre balık tüketiminin fazla, balık harcamasının ise az olduğu sonucuna varılmıştır. Genel ortalamalar itibarıyla toplam harcamanın gelir içindeki payı %81.4, gıda harcamasının toplam harcama içindeki oranı %38.4 ve Balık harcamasının toplam gıda harcaması içindeki oranı ise %3.38 olarak belirlenmiştir. Hem idari personelin hem de akademik personelin kırmızı eti beyaz ete göre daha yüksek oranda tüketmeyi tercih ettikleri ve beyaz et içinde ise balık tüketilme oranının oldukça az olduğu belirlenmiştir. Ankete katılan üniversite personelinin büyük bir kısmının besin değerinden dolayı balık tercih ettikleri belirlenir iken, balığın kış aylarında yüksek oranda 15 günde bir, yaz aylarında ise özel günlerde tüketildiği belirlenmiştir. Akademik personelin idari personele göre kışın daha sıklıkla balık tükettiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada, balığın kızartma yöntemiyle tüketildiği, balık fiyatlarının pahalı bulunduğu, balığın taze olarak satın alındığı ve balığa kolay ulaşım sağlandığı belirlenmiştir. Ankete katılan üniversite personelinin; hamsi tüketme oranının, açık deniz balıklarını tercih etme oranının, sabit satıcıdan balık satın alma oranının ve yeteri kadar balık tüketmeye inanmama oranının daha yüksek olduğu sonucu belirlenmiştir. Balık tüketimini arttırma eğiliminin; idari personelde gelir artışına, akademik personelde ise balık fiyatlarındaki düşmeye bağlı olduğu kanısına varılmıştır.

Sonuç olarak; Türkiye'de, tüketicilerin günlük protein gereksinimlerini karşılayacakları ürünlerin (kırmızı et ve beyaz et) fiyatlarının aşırı yükselmesi dikkate alındığında balık eti alternatif bir ürün olarak önem arz etmektedir. Kolay alınabilir, hazırlanabilir ve tüketilebilir balık ürünlerini piyasaya sunmak balık tüketimini arttırabilir. Balık tüketiminin arttırılmasıyla ilgili bakanlıkların ve gerekse sektör paydaşlarının, özellikle balığın sağlık açısından faydaları konusunda bilgilendirici çalışmaları arttırmaları gerekmektedir. Deniz ürünleri üretiminin ve kültür balıkçılığının desteklenmesi gerekmektedir. Deniz ürünlerinin iç bölgelere ulaştırılması ve tüketicinin istediği zaman ürünü satın alabilmesi için soğuk zincirin kurulması gereklidir. Uygun ürün ve tazelik yönünden denetleme yapılmalı. Av yasağı konusunda denetlemelerin yapılarak gerekirse av yasağının uzatılarak balık popülasyonunun artmasıyla balık fiyatlarının düşmesi son derece önemlidir.

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.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışma, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğü Fen Ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'ndan E-88012460-050.01.04-253645 sayı kararı ile onay alınarak gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Abdikoğlu, D.İ., Azabağaoğlu, M.Ö., & Unakitan, G. (2015). Tekirdağ ilinde balık tüketim eğilimlerinin belirlenmesi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (1), 69-75.

- Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M., & Büyükbay, E.O. (2009). Tokat ili Almus ilçesinde ailelerin balık tüketim durumu. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 35-43. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gopzfd/issue/7335/95982>
- Akbay, C., Meral, Y., Yılmaz, H.İ., & Gözek, S. (2013). Türkiye’de ailelerin su ürünleri tüketiminin ekonomik analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 16 (3), 1-7. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ksudobil/issue/22838/243798>
- Akçay Y., & Vatansever, Ö. (2013). Kırmızı et tüketimi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili kentsel alan örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (1), 43-60. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jiss/issue/25894/272892>
- Akçay, A., Sarıözkan, S., & Al, S. (2018). Akademik personelin et tüketim tercihlerinin analitik hiyerarşi prosesi ile değerlendirilmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 89 (1), 11-24.
- Anonim (2015). *Hane halkı tüketim harcaması (bölgesel)*. <http://tuik.gov.tr>
- Anonim (2016). *Hane halkı tüketim harcaması (bölgesel)*. <http://tuik.gov.tr>
- Anonim (2018). *Tüketici profili ve bilinç düzeyi araştırma raporu*. <http://www.tuketiciakademisi.gov.tr/>
- Anonim (2023). *Beyaz et*. <https://tr.wikipedia.org>
- Armagan, G., & Akbay, C. (2007). An econometric analysis of urban households’ animal products consumption in Turkey. *Applied Economics*, 40 (15), 2029-2036. <https://doi.org/10.1080/00036840600949256>
- Arslan M., & İzci, L. (2016). Antalya ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 75-85. <http://doi.org/10.22392/egirdir.246325>
- Aydın, M., & Karadurmuş, U. (2013). Trabzon ve Giresun bölgelerindeki su ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (9), 57-71. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kfbd/issue/22227/238602>
- Aydın, M., & Odabaş, Y. (2017). Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma: Diyarbakır ili örneği. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 101-112.
- Azabağaoğlu, M.Ö., Abdikoğlu, D.İ., & Unakıtan, G. (2016). Best-worst analysis of fish purchase behavior in Tekirdag. *International Balkan and Near Eastern Social Sciences Conference Series*, Bulgaria, 71-77. https://www.ibaness.org/images/plovdiv/ibaness_proceedings.pdf
- Balcı, M., Birici, N., Şeker, T., Akgün, H., Sesli, A., & Arısoy, G. (2016). Tunceli ili balık tüketim analizi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 73-85. <https://doi.org/10.18185/eufbed.61432>
- Balık İ., Yardımcı C., & Turhan O. (2013). Ordu ili Fatsa ve Aybastı ilçelerinde balık tüketim alışkanlıklarının karşılaştırılması olarak incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (2), 18-28. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ordubtd/issue/11066/132169>
- Bashimov, G. (2017). Niğde ilinde balık eti tüketim alışkanlığının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 196-204. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turkjans/issue/28719/307429>
- Bayraktar, S. (2015). Ankara ve Çanakkale’de su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 68 s.
- Bayraktar, S., Ergün, S., & Ayvaz, Z. (2019). Ankara ve Çanakkale’de su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15 (2), 213-226. <http://doi.org/10.22392/actaquatr.489281>
- Begum, S., Khan, M., Farooq, M., Begum, N., & Shah, I.U. (2010). Socio economic factors affecting food consumption pattern in rural area of District Nowshera, Pakistan. *Sarhad Journal of Agriculture*, 26 (4), 649-653.
- Bolat, Y., & Cevher, H. (2018). Konya ili (Türkiye) su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir anket çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 241-252. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/egirdir/issue/36732/398151>
- Cevger, Y., Aral, Y., Demir, P. & Sarıözkan, S. (2008). Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi intern öğrencilerinde hayvansal ürünlerin tüketim durumu ve tüketici tercihleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 55, 189-194.

- Çobanoğlu, F., Konak, K., & Bozkurt, M. (2002). Aydın ilinde etlik piliç işletmelerinin ekonomik analizi ve paz-arlama durumu. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 27-36. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akdenizfderg/issue/34404/382372>
- Demir, Y., & Armağan, G. (2013). Aydın'da hane halklarının gıda tüketim talebi ekonometrik analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (1), 97-107.
- Doğan, N. (2019). TRA1 Bölgesinde (Erzurum, Erzincan, Bayburt) hanelerin kırmızı et, tavuk eti ve balık eti tüketimine yönelik mevcut durum üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 285-295. <https://doi.org/10.30910/turkjans.557121>
- Ercan, O., & Şahin, A. (2016). Kahramanmaraş kent merkezinde balık eti tüketim analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (1), 51-65. <https://doi.org/10.18016/ksujns.57816>
- Erdal, G., & Esengün, K. (2008). Tokat ilinde balık tüketimini etkileyen faktörlerin logit model ile analizi. *Su Ürünleri Dergisi*, 25 (3), 203-209.
- Erdal, G., & Tokgöz, K. (2011). Tüketicilerin ambalajlı ve açık süt tüketim tercihlerini etkileyen faktörler: Erzincan İli örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (20), 111-115.
- Erdoğan, N., & Çiçek, H. (2015). A research on determination of animal foods consumption status and consumer preferences: The case in university staff. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 8 (1), 25-31.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022, May). *The state of world fisheries and aquaculture 2018*. <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture>
- Genç, Y., Albayrak, M., & Güldal, H.T. (2020). Analysis of factors affecting consumption preferences in fish consumption: Case of Çankırı Province. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 (1), 93-101. <https://doi.org/10.12714/egeifas.37.1.11>
- Gözener, B., & Sayılı, M. (2013). Bireylerin açık süt ve süt ürünleri tüketim tercihlerinin incelenmesi: Tokat-Turhal ilçesi örneği. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 8 (1), 160-175. <https://doi.org/10.19129/sbad.252>
- Günden, C., & Miran, B. (2007). Yeni çevresel paradigma ölçeğiyle çiftçilerin çevre tutumunun belirlenmesi: İzmir ili torbalı ilçesi örneği. *Ekoloji*, 18 (69), 41-50. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2008.696>
- Hatırlı, S.A., Öztürk, E., & Aktaş, A.R. (2007). Kırmızı, tavuk ve beyaz et talebinin tam talep sistemi yaklaşımıyla analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6, 211-221.
- İnci, H., Karakaya, E., Şengül, T., & Söğüt, B. (2014). Bingöl ilinde kanatlı eti tüketiminin yapısı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 17-24.
- Karakaya, E., & İnci, H. (2014). Bingöl ili merkez ilçesi hane halkının kanatlı eti tüketim tercihleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 53-64.
- Karakaya, E., & İnci, H. (2020). Bingöl ili kent merkezinde açık süt (sokak sütü) tüketim durumunun belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 379-389. <https://doi.org/10.33202/comuagri.732046>
- Karakaya, E., & Kırıcı, M. (2016). Bingöl ili il merkezinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 6 (1), 74-85.
- Karakaya, E., & Kızıloğlu, S. (2017). Bingöl il merkezinde yaşayan hane halklarının kırmızı et talebini etkileyen faktörlerin analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32, 169-180. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.320425>
- Karakaya, E., Söğüt, B., İnci, H., & Taycı, M.R. (2021). Gıda güvenliği hakkında tüketici davranışlarının belirlenmesi (Bingöl ili kent merkezi örneği). *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7 (13), 155-168. <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.427>
- Karakaya, E., Sökmen, T.Ö., & Kırıcı, M. (2020). Erzincan ili balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 18-29.
- Kırıcı, M., Çam, O., & Karakaya, E. (2018). Siirt ili il merkezinde balık eti tüketim yapısı ve bireylerin satın alma eğilimlerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7 (2), 227-236. <https://doi.org/10.29278/azd.476656>

- Kuşat, M., & Şahan, M. (2021). Su ürünleri tüketim tercihleri üzerine uşak ilinde bir anket çalışması. *Acta Aquatica Turcica*, 17 (3), 376-385. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.848663>
- Newbold, P. (1995). *Statistics for business and economics*. Prentice Hall Inc., USA.
- Olgunoğlu, İ.A., Bayhan, Y.K., Olgunoğlu, M.P., Artar, E., & Ukav, İ. (2014). Adıyaman ilinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9 (1), 21-25.
- Orhan, H., & Yüksel, O. (2010). Burdur ili su ürünleri tüketimi anket uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 1-7.
- Öndaş, A., & Duman, M. (2020). Fırat üniversitesi öğrencilerinin balık tüketim tercihlerinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5 (4), 498-505. <https://doi.org/10.35229/jaes.767517>
- Pazarlıoğlu, M.V., Miran, B., Üçdoğruk, S., & Akbay, C. (2007). Using econometric modelling to predict demand for fluid and farm milk: A case study from Turkey. *Food Quality and Preference*, 18 (2), 416-424. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.05.001>
- Sarıözkan, S., Cevger, Y., Demir, P., & Aral, Y. (2007). Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğrencilerinin hayvansal ürün tüketim yapısı ve alışkanlıkları. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 16 (3), 171-179.
- Saygı, H., Bayhan, B., & Hekimoğlu, M.A. (2015). Fishery products consumption in the cities of Ankara and Izmir in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 3 (5), 248-254. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i5.248-254.258>
- Soylu, M. (2018). Kayseri’de üç farklı sosyoekonomik bölgede yaşayanların balık tüketim tercihleri. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 53 (2), 463-476. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.18.06.943>
- Söğüt, B., İnci, H., Taysı, M.R., & Karakaya, E. (2020). Gıda güvenliği hakkında tüketici davranışlarının belirlenmesi (Bingöl ili kent merkezi örneği). *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7 (13), 155-168. <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.427>
- Şen, B. (2017). Erzincan ilindeki ailelerin balık tüketim tercihlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Munzur Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 s.
- Şengül, S. (2002). Türkiye’de kentsel ve kırsal kesimde gelir gruplarına göre gıda talebi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 257-282.
- Şengül, S. (2004). Türkiye’de gelir gruplarına göre gıda talebi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 31, 115-148.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü (2022). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayın No: 355.
- Terin, M., Hamamcı, G., Gül, T., & Terin, S. (2016). Van ili kentsel alanda hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarının belirlenmesi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (3), 241-249. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.3.08>
- Tolon, M.T. (2003). *Su ürünleri pazar yapısı, tüketim deseni ve tüketimi arttırmaya yönelik modeller*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 165 s.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2022). *Su ürünleri istatistikleri*. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005
- Uzundumlu, A.S., & Dinçel, E. (2015). Trabzon ili beşikdüzü ilçesinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Zirai Bilimler Dergisi*, 29 (2), 1-11. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/alinterizbd/issue/24980/405697>

Bacterial diversity associated with the Hatay yellow strain silkworm (*Bombyx mori* L.): Isolation, identification and characterization


Hatay sarısı ırkı ipekböceği (*Bombyx mori* L.) ile ilişkili bakteri çeşitliliği: İzolasyon, teşhis ve karakterizasyon

Donus GENCER¹ , Hande BAYRAKTAR SALVARCI² , Basak ULASLI³ , Feza CAN³ , Ismail DEMİR² 

¹Trabzon University, Şalpazarı Vocational School, Department of Property Protection and Security, Trabzon, Türkiye.

²Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Biology, Trabzon, Türkiye.

³Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 27.04.2023 Accepted / Kabul: 06.08.2023</p> <p>Keywords: Silkworm Hatay yellow strain <i>Bombyx mori</i> L. Domestic silkworm breed Pathogen bacteria</p> <p>Anahtar Kelimeler: İpekböceği Hatay sarı suşu <i>Bombyx mori</i> L. Yerli ipekböceği cinsi Patojen bakteri</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ismail DEMİR idemir@ktu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>The Hatay yellow strain silkworm (<i>Bombyx mori</i> L.), which is in danger of extinction, is one of the most important local cultural heritages of Türkiye. Bacterial pathogens of silkworm are highly destructive and cause mostly acute diseases. The aim of this study was to determine the bacterial diversity and potential pathogenic bacterial species in infected and dead larvae of Hatay yellow race. A total of 16 bacterial isolates from Hatay yellow race were identified according to their morphological, biochemical and molecular characteristics. The bacterial isolates isolated from infected and dead larvae of Hatay yellow race were <i>Staphylococcus</i> sp. (BM-1), <i>Staphylococcus xylosus</i> (BM-5), <i>Staphylococcus succinus</i> (BM-7), <i>Bacillus thuringiensis</i> (BM-8), <i>Bacillus subtilis</i> (BM-9), <i>Bacillus</i> sp. (BM-10), <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (BM-16, BM-19), <i>Klebsiella</i> sp. (BM-17), <i>Staphylococcus arlettae</i> (BM-18), <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (BM-20), <i>Enterococcus mundtii</i> (BM-21), <i>Pantoea agglomerans</i> (BM-22), <i>Kluyvera intermedia</i> (BM-23), <i>Serratia</i> sp. (BM-24), <i>Mammaliococcus sciuri</i> (BM-25). The high bacterial density and number of species indicate that Hatay yellow race is highly susceptible to bacterial diseases. Insecticidal activity studies revealed that species belonging to <i>Bacillus</i> and <i>Staphylococcus</i> genera are important pathogens of hybrid silkworm culture and Hatay yellow race.</p> <p>ÖZET</p> <p>Nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan Hatay sarı ırkı ipekböceği (<i>Bombyx mori</i> L.), Türkiye'nin en önemli yerel kültür miraslarından biridir. İpekböceğinin bakteriyel patojenleri son derece yıkıcı olup, çoğunlukla akut hastalıklara neden olurlar. Bu çalışmanın amacı, Hatay sarı ırkının enfekteli ve ölü larvalarında bakteri çeşitliliğini ve potansiyel patojenik bakteri türlerini belirlemektir. Hatay sarı ırkından izole edilen toplam 16 bakteri izolatu morfolojik, biyokimyasal ve moleküler özelliklerine göre tanılanmıştır. Hatay sarı ırkının enfekteli ve ölü larvalarından izole edilen bakteri izolatları <i>Staphylococcus</i> sp. (BM-1), <i>Staphylococcus xylosus</i> (BM-5), <i>Staphylococcus succinus</i> (BM-7), <i>Bacillus thuringiensis</i> (BM-8), <i>Bacillus subtilis</i> (BM-9), <i>Bacillus</i> sp. (BM-10), <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (BM-16, BM-19), <i>Klebsiella</i> sp. (BM-17), <i>Staphylococcus arlettae</i> (BM-18), <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (BM-20), <i>Enterococcus mundtii</i> (BM-21), <i>Pantoea agglomerans</i> (BM-22), <i>Kluyvera intermedia</i> (BM-23), <i>Serratia</i> sp. (BM-24), <i>Mammaliococcus sciuri</i> (BM-25) olarak belirlenmiştir. Bakteri yoğunluğu ve tür sayısının fazla olması Hatay sarı ırkının bakteriyel hastalıklara karşı son derece duyarlı olduğunu göstermektedir. İnsektisidal etkinlik çalışmaları, <i>Bacillus</i> ve <i>Staphylococcus</i> cinslerine ait türlerin hibrit ipekböceği kültürü ve Hatay sarı ırkında önemli patojenleri olduğunu ortaya koymuştur.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Gencer, D., Bayraktar Salvarci, H., Ulasli, B., Can, F., & Demir, I. (2023). Bacterial diversity associated with the silkworm Hatay yellow strain (<i>Bombyx mori</i> L.): Isolation, identification and characterization. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 593-605. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1288460</p>

INTRODUCTION

The mulberry silkworm, *Bombyx mori* is an economically very important insect domesticated for silk production. The domestication history of the silkworm began about 5000 years ago and *B. mori* breeds spread to other countries from China about 1500 years ago (Li et al., 2005). More than 4000 strains are maintained in the germplasm of *B. mori* (Bindroo & Moorthy, 2014). The wild silkworm *B. mandarina* (*Theophila mandarinai*) is usually considered to be the ancestor of the native silkworm *B. mori* (Jiang, 1982). The wild silkworm is widespread all parts of Asia and shows great diversity.

With its cocoon production with an extraordinary yellow color scale, Hatay yellow strain of silkworm is one of the most important cultural heritage values, endemics and endangered in Türkiye. "Hatay Yellow" is the 3rd local breed identified after "Bursa White Pied" and "Bursa White" in Turkey. Hatay yellow strain was domesticated about 5000 years ago and it's one of the important privileges for Turkey to have it. However, Hatay yellow strain hasn't been bred for nearly 50 years (İleri, 2019). Turkey's domestic silkworm breed Hatay yellow, which is facing the danger of extinction, attracts the attention with its different colored cocoons from cream to orange.

Hatay yellow strain, which is under the pressure of many abiotic and biotic factors, is in the struggle to maintain its generation (personal information by Mrs. Emel Duman and Mr. Fikret Duman). Although there are very serious deaths in larval populations due to microbial infections, no studies have been conducted on the microbial natural enemies of this strain. In one of the observations and examinations carried out to determine the microbial natural enemies of the strain in Hatay yellow production facility, which is produced as a family business by only one family in Turkey, a significant and intense bacterial infection and a large number of deaths were detected in the growing trays of the strain.

The demand for silk fibers, one of the indispensable textile fibers with high added value, which today as throughout history are gaining in value and importance, is increasing day by day, and in parallel production is being increased to meet the demand. In addition to all these, farmers are faced with many problems due to the contamination of silkworm with various microbial diseases (Mishra, 2017; Sharma et al., 2020; Chopade et al., 2021). One of the most virulent microorganisms infesting *Bombyx mori* is the entomopathogenic bacteria, which spread very rapidly among individuals in the population and cause mass deaths, and therefore precautions should be taken (Karthikairaj et al., 2013). Although governments and various organizations are forming various programs and providing support to inform farmers and overcome these diseases, crop loss is not yet controlled as expected.

Bacterial flora, microbial diversity and facultative microorganism density of arthropods are extremely important for their survival and viability. Under normal conditions, the relationships between microorganisms and their hosts are in a state of equilibrium. This balance is occasionally disturbed in favor of microorganisms, threatening the life of the host. This situation enabled the use of microorganisms in the biological control of agricultural and forest pests, and very important successes were achieved in this field (Demir et al., 2012; Secil et al., 2012; Sevim et al., 2012; Eski et al., 2018). However, this situation is extremely bad and negative for beneficial insects. In order to sustain the lives of beneficial insects, it is necessary to determine both the microbial pathogens and the ways of being strong against these pathogens.

Hatay yellow strain can be considered as Türkiye's extremely important local and beneficial biological wealth. In a study on Hatay yellow strain, Ulaşlı et al. (2021) investigated some biological characteristics of Hatay yellow strain. The only study to date on microbial pathogens of this local strain identified fungal pathogens as a major problem in the process of growing insect culture (In Review-Unpublished data). There is no study in the literature on bacterial pathogens of Hatay yellow strain, which is an extremely sensitive compared to hybrid.

In this study, the entomopathogenic bacteria of Hatay yellow strain were studied for the first time and the bacteria isolated from the insect were identified and their lethal effects on silkworm were determined.

MATERIALS and METHODS

Collection of larvae

The infected and dead larvae, cocoon and adults of Hatay yellow strain (*Bombyx mori* L.) were collected from Hatay, Türkiye, between 2020 and 2021, and transferred to the laboratory in sterile falcon tubes (50 mL). The signs of bacterial infection were investigated by examining the larvae, cocoon and adults macroscopically and under light microscope (Figure 1).

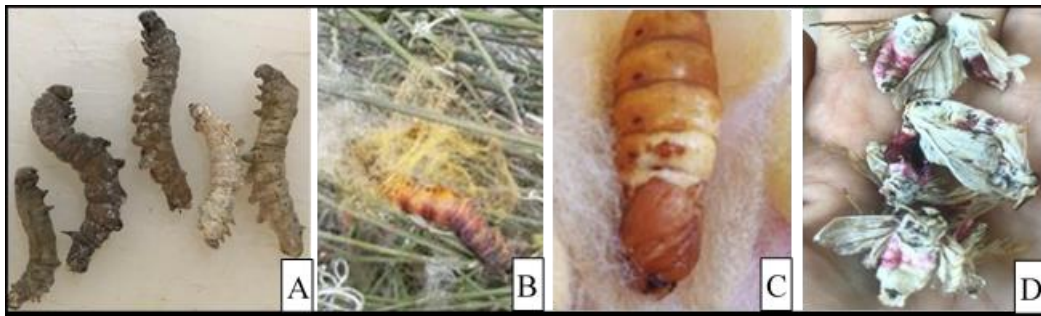


Figure 1. Morphological images of Hatay yellow strain cadavers that died due to bacterial infection. Deaths in the larval period (A). Larva that died before entering the cocoon (B). Death in cocoon (C). Dead adult (D)

Şekil 1. Bakteriyel enfeksiyon nedeniyle ölen Hatay sarı ırkı kadavralarının morfolojik görüntüleri. Larva dönemindeki ölümler (A). Kozaya girmeden ölen larva (B). Kozadaki ölüm (C). Ergin ölüm (D)

Isolation and purification of the bacteria

Hatay yellow strain larvae, cocoon and adults were individually placed in 70% ethanol and they were left to surface sterilization for 3 min. Afterwards, the larvae, cocoon and adults were cleaned from alcohol by washing 2-3 times with sterile distilled water in the tube. Then, they were became homogeneous in tube including 1 mL of nutrient broth. The mixture was filtered through a sterile cheesecloth to remove coarse particles, and 100 µL of the filtrate were spread onto nutrient agar medium. Plates were incubated for 2-3 days at 30°C. Pure cultures were obtained from bacterial colonies growing at the end of incubation according to their size, color and morphology (Ozkan-Cakici et al., 2015).

Morphological properties

The colony morphology of the isolates grown on Nutrient Agar plates was observed with a binocular microscope. The motility and shape of bacterial cells were also examined with a light microscope. Gram and spore staining were performed according to the Claus, (1992) and Reynolds et al., (2009). Their characteristics were evaluated according to Bergey's Manual of Systemic Bacteriology 1 and 2 (Krieg, 2001; Sneath, 2001).

Biochemical properties

The biochemical characteristics of the isolates were determined using API 20E panel test systems. API test strips were performed according to the manufacturer's instructions (bioMerieux SA Marcy l'Etoile, France). Stock cultures were seeded on nutrient agar to obtain single colonies for each bacterial isolate and the amount of bacteria was adjusted to 1 McFarland. 200 mL of this solution was transferred to each well of the panels and the panels were incubated at 30 °C for 24-48 hours (Gökçe et al., 2010).

Molecular identification

Bacteria were inoculated in nutrient broth and at the end of the growth period, genomic DNA was extracted from the bacteria using Quick-DNA Fungal/Bacterial Miniprep Kit (Zymo Research) according to the manufacturer's protocols. The 16S rRNA genes of the bacterial isolates were amplified by PCR using universal bacterial forward and reverse primers (Weisburg et al., 1991).

PCR reactions were performed in a final volume of 50 µL containing DNase-free water, 10 µL of 5X phusion reaction buffer, 200 µM dNTPs, 1 µL (0.5 µM) of each primer, and 0.02 U/µL unit of phusion DNA polymerase (Phusion™ High-Fidelity DNA Polymerase). The amplification program included an initial step of denaturation at 98 °C for 1 min, followed by 30 cycles at 98 °C for 50 s, 53 °C for 30 s, 72 °C for 50 s, and a final extension at 72 °C for 15 min. The obtained amplicons were evaluated by 0.8% (w/v) agarose gel electrophoresis stained with ethidium bromide and excised from the gel using the NucleoSpin Gel and PCR Clean-up Kit. Gel-purified 16S rRNA gene fragments were cloned directly into the PUC vector cloning system. Sequencing of the amplicons was performed by MACROGEN sequencing service, Amsterdam. Sequences were checked for vector contamination by NCBI Vecscreen tool and compared with known 16S rRNA gene sequences in the NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> BLAST) (Altschul et al., 1990).

Phylogenetic analysis

Multiple sequence alignment was performed, and phylogenetic trees for the 16S rRNA gene were constructed using MEGA X software, version 7.0.26 (Kumar et al., 2018) and phylogenetic analysis was performed to compare them to similar species (Benson et al., 2013). The robustness of the Neighbor-Joining tree was tested by bootstrapping analysis of 1000 replicates.

Insecticidal activity

Bioassays were carried out to determine the insecticidal effect of the bacterial isolates from Hatay yellow strain against hybrid *Bombyx mori* larvae that was taken Kozabirlik in Bursa. The Hatay yellow strain is a sensitive and less produced breed. Since it will be used in large numbers for the experiment, the larvae of *Bombyx mori* obtained from Kozabirlik were used in the experiment.

Bacteria were incubated in nutrient broth at 30°C for 18 h, and their density were adjusted at 1.89 at OD₆₀₀. Mulberry leaves contaminated with bacterial suspensions were used in bioassays. Contaminated leaves were placed into individual sterile plastic box including 4-5 hours starved 30 second instar larvae, also clean leaves were placed in control group (Figure 2). The leaves were replaced with fresh ones every day. Mortality were recorded every day until 10 days after inoculation (Demir et al., 2012). Then, mortality ratios were calculated according to Abbot's formula (Abbott, 1925).

RESULTS and DISCUSSIONS

Sixteen bacterial isolates belonging to nine different genera were isolated from Hatay yellow strain cadavers and identified based on phenotypic, genotypic, and phylogenetic characteristics. Colony color of the isolates were cream (BM-1, BM-9, BM-10, BM-17, BM-19, BM-20, BM-21, BM-23), yellow (BM-5, BM-7, BM-22, BM-25), white (BM-8, BM-16, BM-18) and red (BM-24) on the agar plates. It was observed that the color characteristics of the colonies were reflected in the shapes and height levels of the colonies. In the Gram reaction, while 11 of the isolates (BM-1, BM-5, BM-7, BM-8, BM-9, BM-10, BM-16, BM-18, BM-19, BM-21, BM-25) were positive, the others gave negative reactions. It was determined that BM-8, BM-9 and BM-10 produced spores during the culture process. It was determined that eight of the isolates (BM-8, BM-9, BM-10, BM-17, BM-20, BM-22, BM-23, BM-24) were rod-shaped and the others were round-shaped, and all of the rod-shaped were mobile. All bacterial isolates caused

turbidity in nutrient broth (Table 1). The species belonging to the *Staphylococcus* and *Bacillus* genera turned out to be the most common species in bacterial density.

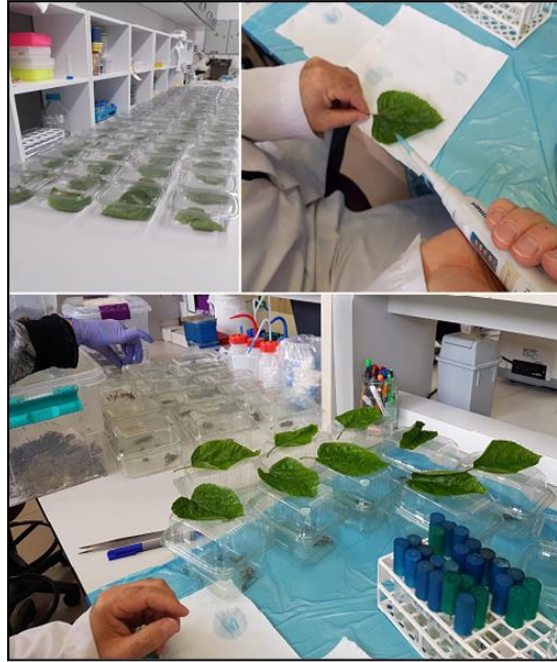


Figure 2. Bioassay applications on hybrid *Bombyx mori* larvae
Şekil 2. Hybrid *Bombyx mori* larvalarında biyoassay uygulaması

Table 1. Phenotypic properties of the bacterial isolates

Çizelge 1. Bakteri izolatlarının fenotipik özellikleri

Isolates	Colony Appearance		Cell Typical				
	Color	Elevation	Gram's reaction	Spore	Shape	Motility	Turbidity
BM-1	Cream	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-5	Yellow	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-7	Yellow	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-8	White	Raised	+	+	Rod	+	Turbid
BM-9	Cream	Umbonate	+	+	Rod	+	Turbid
BM-10	Cream	Raised	+	+	Rod	+	Turbid
BM-16	White	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-17	Cream	Umbonate	-	-	Rod	-	Turbid
BM-18	White	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-19	Cream	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-20	Cream	Raised	-	-	Rod	+	Turbid
BM-21	Cream	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid
BM-22	Yellow	Raised	-	-	Rod	+	Turbid
BM-23	Cream	Convex	-	-	Rod	+	Turbid
BM-24	Red	Umbonate	-	-	Rod	+	Turbid
BM-25	Yellow	Convex	+	-	Coccus	-	Turbid

All metabolic and biochemical results from API 20E are given in Table 2. API 20E test was used to determine the metabolic and biochemical properties of the isolates. According to the test results, the biochemical characters differed from each other. In the test, while H₂S production was positive only in BM-17 coded isolate, β-galactosidase

Table 2. API 20E test results of the bacterial isolates

Çizelge 2. Bakteri izolatlarının API 20E test sonuçları

Tests	Activities	Isolates															
		BM-1	BM-5	BM-7	BM-8	BM-9	BM-10	BM-16	BM-17	BM-18	BM-19	BM-20	BM-21	BM-22	BM-23	BM-24	BM-25
ONPG	β-galactosidase	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Arginine	Arginine dihydrolase	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Lysine	Lysine decarboxylase	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
Ornithine	Ornithine decarboxylase	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Citrate	Use of citrate	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
Nathiosulfate	H ₂ S Production	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Urea	Urea hydrolysis	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Tryptophan	Deaminase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İndole	İndole production	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Napyruvate	Acetone production	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-
Coal gelatin	Gelatinase	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+
Glucose	Fermentation/oxidation	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Mannitol	Fermentation/oxidation	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
Inositol	Fermentation/oxidation	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Sorbitol	Fermentation/oxidation	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Rhamnose	Fermentation/oxidation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Sucrose	Fermentation/oxidation	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
Melibiosis	Fermentation/oxidation	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
Amygdalin	Fermentation/oxidation	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Arabinose	Fermentation/oxidation	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+

enzyme production was positive in all isolates except BM-8 and BM-25. Deaminase enzyme and indole production did not occur in any of the isolates. It has been found that fermentation reactions in API 20E are generally negative. In the reactions, inositol was fermented by BM-17 and BM-24, while rhamnose was fermented only by BM-22 and BM-23. Other test results in the API 20E test were obtained as positive or negative, depending on whether the isolates were gram positive or gram negative.

An approximately 1,400 bp fragment of the 16S rRNA gene regions sequenced for further characterization were used for blast in NCBI for molecular identification of the isolates. The isolates showed similarity to its counterpart in GenBank at different rates (Table 3).

Table 3. Taxonomic identification of the bacterial isolates

Çizelge 3. Bakteri izolatlarının taksonomik tanımlaması

Isolates	Very likely identical taxonomic genus and species	Family	16S similarity (%)	rRNA	Accession number
BM-1	<i>Staphylococcus</i> sp.	Staphylococcaceae	97.91		KC951997.1
BM-5	<i>Staphylococcus xylosus</i>	Staphylococcaceae	97.48		MT353655.1
BM-7	<i>Staphylococcus succinus</i>	Staphylococcaceae	97.41		KX959978.1
BM-8	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacillaceae	98.10		KM401866.1
BM-9	<i>Bacillus subtilis</i>	Bacillaceae	97.80		KC433738.1
BM-10	<i>Bacillus</i> sp.	Bacillaceae	97.85		MW012645.1
BM-16	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Staphylococcaceae	98.58		OP028003.1
BM-17	<i>Klebsiella</i> sp.	Enterobacteriaceae	97.16		HQ204283.1
BM-18	<i>Staphylococcus arlettae</i>	Staphylococcaceae	96.97		OK618378.1
BM-19	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	Staphylococcaceae	90.78		MN603663.1
BM-20	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Pseudomonadaceae	96.34		MT393981.1
BM-21	<i>Enterococcus mundtii</i>	Enterococcaceae	88.13		MH644178.1
BM-22	<i>Pantoea agglomerans</i>	Erwiniaceae	90.42		MT605813.1
BM-23	<i>Kluyvera intermedia</i>	Enterobacteriaceae	98.86		MT102139.1
BM-24	<i>Serratia</i> sp.	Yersiniaceae	88.46		MN874174.1
BM-25	<i>Mammaliicoccus sciuri</i>	Staphylococcaceae	94.57		OK412723.1

According to phenotypic and genotypic analysis, bacterial diversity in the cadavers of Hatay yellow strain were determined as *Staphylococcus* sp. (BM-1), *Staphylococcus xylosus* (BM-5), *Staphylococcus succinus* (BM-7), *Bacillus thuringiensis* (BM-8), *Bacillus subtilis* (BM-9), *Bacillus* sp. (BM-10), *Staphylococcus saprophyticus* (BM-16), *Klebsiella* sp. (BM-17), *Staphylococcus arlettae* (BM-18), *Staphylococcus saprophyticus* (BM-19), *Pseudomonas aeruginosa* (BM-20), *Enterococcus mundtii* (BM-21), *Pantoea agglomerans* (BM-22), *Kluyvera intermedia* (BM-23), *Serratia* sp. (BM-24) and *Mammaliicoccus sciuri* (BM-25). The 16S rRNA gene partial sequences of isolates were deposited in the GenBank database under the accession numbers given in the Table 3. In addition, phylogenetic analysis matched up with phenotypic and genotypic identification (Figure 3).

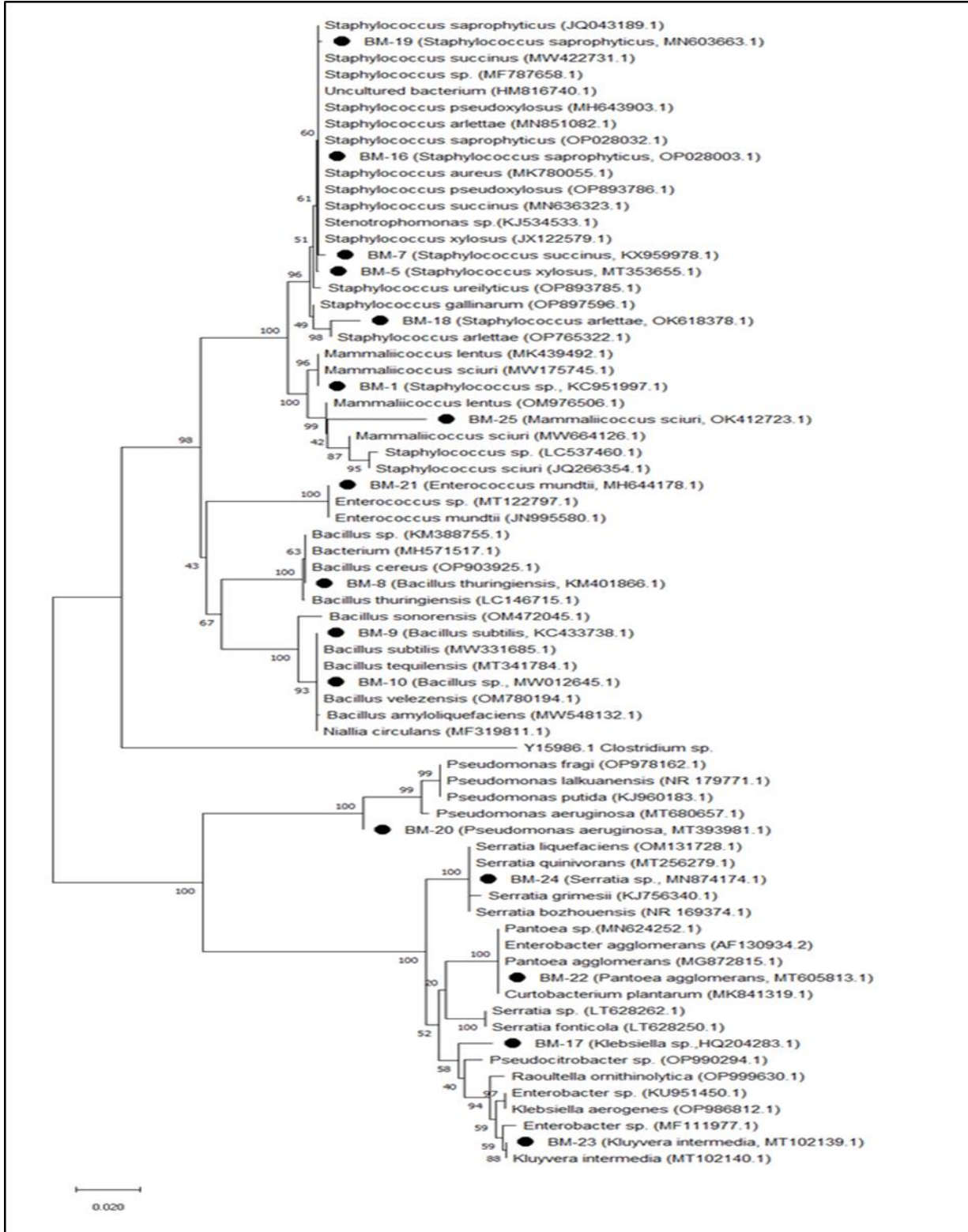


Figure 3. The neighbor-joining tree of the bacterial isolates and their closely related bacterial species. The approximately 1400-bp sequence of the 16S rRNA gene was used to construct the dendrogram. Bootstrap values based on 1000 replicates were indicated above nodes

Şekil 3. Bakteri izolatlarının ve bunların yakından ilişkili bakteri türlerinin komşu birleştirme ağacı. Dendrogramı oluşturmak için 16S rRNA geninin yaklaşık 1400 bp'lik dizisi kullanıldı. 1000 kopyaya dayalı önyükleme değerleri, düğümlerin üzerinde belirtilmiştir

Bacterial isolates were not caused remarkable mortalities against hybrid *Bombyx mori* larvae that was obtained from Kozabirlik. Mortality rates; BM-1: 3.3%, BM-5: 10%, BM-7:10%, BM-8: 3,3%, BM-9: 13.33%, BM-10: 6.6%, BM-16: 6,6%, BM-16: 6,6%, BM-17: 0%, BM-18: 6,6%, BM-19: 0%, BM-20: 6,6%, BM-21: 0%, BM-22: 0%, BM-23: 0%, BM-24:0%, BM-25: 0%. The highest mortality was obtained from BM-9 (13.33%) (Figure 4).

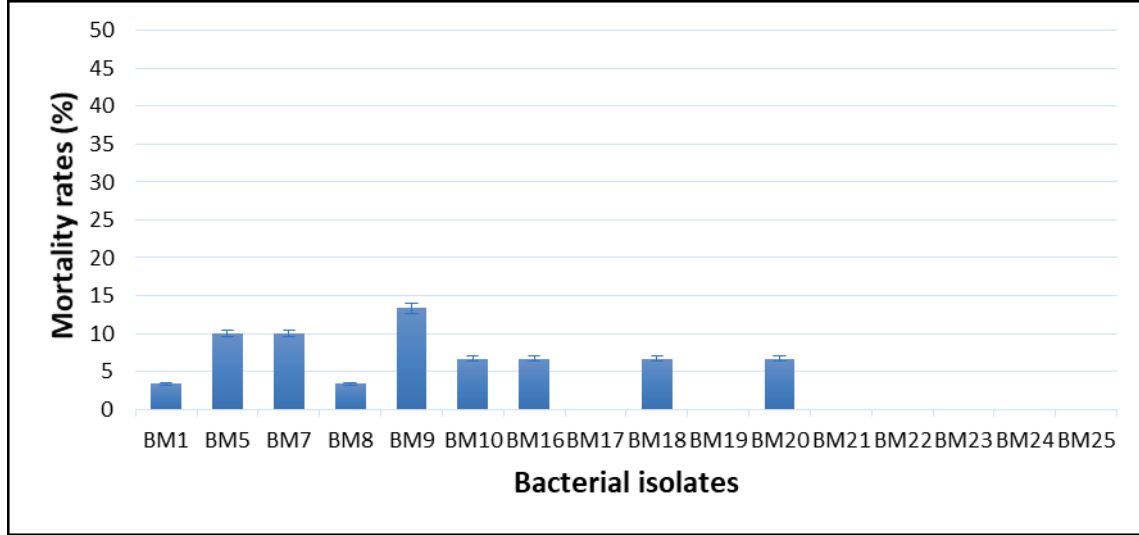


Figure 4. Mortality rates caused by bacterial isolates on hybrid *Bombyx mori* larvae obtained from Kozabirlik
Şekil 4. Bakteri izolatlarının Kozabirlik'den temin edilen hibrid *Bombyx mori* larvaları üzerinde neden oldukları ölüm oranları

Growth retardation was observed in infected larvae and darkening was detected in larval tissues. Observations revealed that some bacterial isolates caused larval growth stages to be longer than normal (Figure 5).



Figure 5. Growth retardation in infected hybrid *Bombyx mori* larvae in the experimental group
Şekil 5. Deney grubunda enfekteli hibrid *Bombyx mori* larvalarında büyüme geriliği

The bacterial diversity of Hatay yellow strain cadavers is highly compatible with the results of similar studies on both harmful and beneficial insects such as silkworms (Eski et al., 2018; Demir et al., 2012). Numerous studies on many agricultural and forest pest insects have shown that bacteria belonging to the genus *Bacillus* such as *B. thuringiensis* and *B. subtilis* are the most common in pests and the most effective bacterial agents on pests (Eski et al., 2018; Eski et al., 2019). Due to their high insecticidal effects, these bacteria have been developed as biological control preparations and are used in pest management programs. *Staphylococcus* species are opportunistic pathogens that are occasionally lethal and are common in insect microbiomes (Ayoade et al., 2014). *Serratia* with its characteristic red pigment, is widely found in the insect microbiomes, but is occasionally pathogenic (Pineda-Castellanos et al., 2015). *Pseudomonas aeruginosa* is also an opportunistic pathogenic species commonly found in insect microbiomes (Banerjee & Danger, 1995). Bacteria belonging to the Enterobacteriaceae family detected in the Hatay yellow strain are also among the species commonly found in the normal flora of insects.

Bacteria that cause the death of silkworms have been the subject of some studies in different countries and geographies (Ayoade et al., 2014; Chopade et al., 2021). The findings obtained from the current study are consistent with the results of these studies in the literature, although the strains are different. Silkworms infected by bacterial pathogens showed symptoms such as cessation of feeding, flaccidity, loss of body brightness, formation of brown spot on body, swelling of thorax, sluggishness of silkworms with slow growth, oral and anal discharge, straightened appearance of body, liquefaction of inner organs, rupturing of skin and rupturing of skin and oozing of bad smelling sluggish brown liquid, depending on the infectious agent and the breeding season (summer and rainy season) (Zhang et al., 2013). These signs of infection were consistent with the signs of infection in Hatay yellow silkworm strains used in bacterial isolation in the present study (Figure 1). Silkworm bacterial diseases known as flacherie, and collected in three groups such as bacterial septicemia, bacterial toxicosis and bacterial gastro-intestinal diseases. The agents that cause these diseases are *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus liquifactions*, *Staphylococcus acire*, *Staphylococcus epidermidis*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas* sp., *Micrococcus* sp. and *Bacillus* sp. (Karthikairaj et al., 2013; Ayoade et al., 2014). As in the literature, in the current study, the most common bacterial disease agent in silkworm is *Staphylococcus* species. Six of the sixteen bacterial disease agents detected and identified in Hatay yellow strain seem to be included in the *Staphylococcus* genus. Species of this genus are the most important pathogens of this local species in our country. Another dominant genus that causes disease and death in Hatay yellow is *Bacillus*. In the present study, three species belonging to this genus were identified. *Serratia* genus, which shows its presence both on cadavers and on agar medium with its characteristic red color, is a common pathogen in silkworm diseases. Apart from the ones mentioned, some other pathogenic bacteria are also detected in different areas and in different silkworm strains.

In the current study, most *Staphylococcus* and *Bacillus* isolates isolated from cadavers showed that have a low level of pathogenic activity against the silkworm strain distributed by Kozabirlik. That means, hybrid *Bombyx mori* from taken Kozabirlik is a potent and commercially productive strain against the pathogens isolated in this study.

Temperature, high humidity, and unsuitable growing conditions cause bacterial diseases to spread rapidly among silkworms (Nataraju et al., 2005). As seen in the literature, although the bacteria causing flacherie are present in the insect population, the epidemic will be prevented if proper hygiene is provided by the farmers and the insects are raised under optimum conditions for productivity (Ayoade et al., 2014; Saad et al., 2019). In addition to combating bacterial pollution, it is necessary to use leaves with high nutritional value and quality in production facilities in order to be resilient during the development process of insects.

Bacterial flora and bacterial diversity are extremely important for the survival of insects, as in all living things. Bacterial diversity and burden in insects are effectively influenced by their feeding preferences and habits and living conditions (He et al., 2013). Depending on ecological conditions and food preferences, the degree of relationships between microorganisms and their hosts can vary between mutualistic and parasitic. In this study, culture-dependent and nucleic acid-based techniques were used to reveal the bacterial diversity of cadavers of Hatay yellow strain to determine the bacteria causing the death of the host. According to the literature and written records, this is the first

study to determine the bacterial diversity and bacterial load associated with Hatay yellow strain cadavers. As a result, the fact that Hatay yellow strain, whose bacterial disease agents were determined for the first time in Türkiye, is extremely sensitive to these agents which is also extremely worrying for the continuity of the generation of this local strain. In order to achieve success, the above-mentioned recommendations should be applied more precisely and carefully for Hatay yellow strain.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Mrs. Emel DUMAN and Mr. Fikret DUMAN, who provided the opportunity to breed silkworms in their personal production facilities in Harbiye district of Hatay province for their great support and also we would like to thank Mr. Onur BAYRAKTAR for helping to supply mulberry leaves for raising silkworms in Trabzon. This study was supported by the Hatay Mustafa Kemal University Research Foundation (grant number 21.GAP.001).

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not applicable, because this article does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., & Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215, 403-410. [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)
- Ayoade, F., Oyejide, N.E., & Fayemi, S.O. (2014). Isolation, identification, antibiogram and characterization of bacterial pathogens of the silkworm, *Bombyx mori* in South-West Nigeria. *Journal of Biological Sciences*, 14, 425-430. <https://doi.org/10.3923/jbs.2014.425.430>
- Banerjee, A., & Dangar, T.K. (1995). *Pseudomonas aeruginosa*, a facultative pathogen of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 11, 618-620. <https://doi.org/10.1007/BF00361002>
- Benson, D.A., Cavanaugh, M., Clark, K., Karsch-Mizrachi, I., Lipman, D.J., Ostell, J., & Sayers, E.W. (2013). GenBank. *Nucleic Acids Research*, 41, 36-42. <https://doi.org/10.1093/nar/gks1195>
- Bindroo, B.B., & Moorthy, S.M. (2014). Genetic divergence, implication of diversity, and conservation of silkworm, *Bombyx mori*. *International Journal of Biodiversity*, 2014, 15. <https://doi.org/10.1155/2014/564850>
- Chopade, P., Raghavendra, C.G., & Bhaskar, R.N. (2021). Assessment of diseases in *Bombyx mori* silkworm—A survey. *Global Transitions Proceedings*, 2 (1), 133-136. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2021.01.019>
- Claus, D. (1992). A standardized gram staining procedure. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8, 451-452. <https://doi.org/10.1007/BF01198764>
- Demir, I., Eryuzlu, E., & Demirbag, Z. (2012). A study on the characterization and pathogenicity of bacteria from *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae). *Turkish Journal of Biology*, 36, 459-468. <https://doi.org/10.3906/biy-1107-18>

- Eski, A., Demir, I., Güllü, M., & Demirbag, Z. (2018). Biodiversity and pathogenicity of bacteria associated with the gut microbiota of beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Microbial Pathogenesis*, *121*, 350-358. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.05.012>
- Eski, A., Demirbag, Z., & Demir, I. (2019). Microencapsulation of an indigenous isolate of *Bacillus thuringiensis* by spray drying. *Journal of Microencapsulation*, *36*, 1-9. <https://doi.org/10.1080/02652048.2019.1572238>
- Gokce, C., Sevim, A., Demirbag, Z., & Demir, I. (2010). Isolation, characterization and pathogenicity of bacteria from *Rhynchites bacchus* (Coleoptera: Rhynchitidae). *Biocontrol Science and Technology*, *20* (9), 973-982. <https://doi.org/10.1080/09583157.2010.498083>
- He, C., Nan, X., Zhang, Z., & Li, M. (2013). Composition and diversity analysis of the gut bacterial community of the Oriental armyworm, *Mythimna separata*, determined by culture-independent and culture-dependent techniques. *Journal of Insect Science*, *13*, 165. <https://doi.org/10.1673/031.013.16501>
- İleri, B. (2019). *Hatay'da İpeğin Tarihi*. Hatay Araştırmaları IV. Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara 85-96.
- Jiang, Y.L. (1982). *The Origination and Differentiation of Domesticated Silkworms*. Jiangsu Scientific and Technical Press, Nanjing.
- Karthikairaj, K., Prasannakumar, K., & Isaiarasu, L. (2013). Use of plant extracts for the control of fleck disease in silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *International Journal of Microbiology Research*, *4*, 158-161. <https://doi.org/10.5829/idosi.ijmr.2013.4.2.72105>
- Krieg, N.R. (2001) *Identification of Prokaryotes*. Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology. Springer New York Publisher, New York, 33-38.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Nuyt, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, *35*, 1547-1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>
- Li, A., Zhao, Q., Tang, S., Zhang, Z., Pan, S., & Shen, G. (2005). Molecular phylogeny of the domesticated silkworm, *Bombyx mori*, based on the sequences of mitochondrial cytochrome b genes. *Journal of Genetics*, *84*, 137-142. <https://doi.org/10.1007/BF02715839>
- Mishra, S.A. (2017). Diseases of silk worm (*Bombyx mori*) and protocol for treatment. *International Journal of Zoology*, *2*, 116-118.
- Nataraju, B., Sathyaprasad, K., Manjunatha, D., & Aswani Kumar, C. (2005). *A Text Book on Silkworm Crop Protection*. Central Silk Board Publisher, Bangalore.
- Ozkan-Cakici, F., Ozgen, I., Bolu, H., Erbas, Z., Demirbag, Z., & Demir, I. (2015). Highly effective bacterial agents against *Cimbex quadrimaculatus* (Hymenoptera: Cimbicidae: isolation of bacteria and their insecticidal activities. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *31*, 59-67. <https://doi.org/10.1007/s11274-014-1764-3>
- Pineda-Castellanos, M.L., Rodríguez-Segura, Z., Villalobos, F.J., Hernández, L., Lina, L., & Nuñez-Valdez, M.E. (2015). Pathogenicity of isolates of *Serratia marcescens* towards larvae of the scarab *Phyllophaga blanchardi* (Coleoptera). *Pathogens*, *4* (2), 210-228. <https://doi.org/10.3390/pathogens4020210>
- Reynolds, J., Moyes, R., & Breakwell, D.P. (2009). Differential staining of bacteria: endospore stain. *Current Protocols in Microbiology*, Appendix 3J. <https://doi.org/10.1002/9780471729259.mca03js15>
- Saad, M.S., Elyamani, E.M., & Helaly, W.M. (2019). Controlling of bacterial and fungal diseases that contaminating mulberry silkworm, *Bombyx mori* by using some plant extracts. *Bulletin of the National Research Centre*, *43* (1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0218-3>
- Secil, E.S., Sevim, A., Demirbag, Z., & Demir, I. (2012). Isolation, characterization and virulence of bacteria from *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Biologia*, *67* (4), 767-776. <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0070-5>
- Sevim, A., Eryuzlu, E., Demirbag, Z., & Demir, I. (2012). A Novel cry2Ab gene from the indigenous isolate *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, *22* (1), 137-144. <https://doi.org/10.4014/jmb.1108.08061>

- Sharma, A., Sharma, P., Thakur, J., Murali, S., & Bali, K. (2020). Viral diseases of mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. - A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9 (2), 415-423.
- Sneath, P.H.A. (2001). *Numerical Taxonomy*. Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology, Springer New York Publisher, New York, 39-42.
- Ulaşlı, B., İleri, B., & Can, F. (2021). Hatay yellow strain (*Bombyx mori* L.) under the threat of extinction: Determination of morphological and biological features with some reviews. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 266-27. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.860085>
- Weisburg, W.G., Barns, S.M., Pelletier, D.A., & Lane, D.J. (1991). 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology*, 173, 697-703. <https://doi.org/10.1128/jb.173.2.697-703.1991>
- Zhang, J., Rajkhowa, R., Li, J.L., Liu, X.Y., & Wang, X.G. (2013). Silkworm cocoon as natural material and structure for thermal insulation. *Materials & Design*, 49, 842-849. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.02.006>

Buğday üretiminde girdi kullanım düzeyinin ve son yıllarda girdi kullanımında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi: Hatay ili örneği

Determination of input usage level for wheat production and changes of input usage in recent years: A case of Hatay province

Ahmet Duran ÇELİK¹, Tuğçe SARIOĞLU¹

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antakya, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 02.07.2023 Accepted / Kabul: 14.08.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Buğday üretimi Girdi kullanımı İşgücü Verim Hatay</p> <p>Keywords: Wheat production Input usage Labor force Yield Hatay</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ahmet Duran ÇELİK adcelik@mku.edu.tr</p>	<p>Bu çalışmada, Hatay yöresinde buğday üretiminde kullanılan girdi kullanımı incelenmiştir. Hatay İli Türkiye'nin tarımsal üretim potansiyeli yüksek illerinden biridir. İlerdeki toplam tarım arazisinin %53'ünde tarla bitkileri yetiştirilirken, pamuk ve buğday bitkileri yörede yetiştirilen başlıca iki tarla bitkisidir. 2021 yılında, Hatay ilinde 540 988 da alanda toplam 247 960 ton buğday üretimi gerçekleşmiş olup, bu miktar Türkiye'nin toplam buğday üretiminin %1.38'ini oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında, Hatay yöresinde 104 işletme ile anket yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, anket yapılan işletmelerde toplam 16 539 da alanda buğday üretimi gerçekleşirken, ortalama 555 kg da⁻¹ verim elde edildiği belirlenmiştir. Buğday üretiminde kullanılan girdilerin ortalama kullanım miktarları şu şekildedir; kullanılan tohum miktarı: 28.87 kg da⁻¹, zirai ilaç (herbisit, fungusit, insektisit): 345.55 cc da⁻¹, birim alanda kullanılan gübre miktarı: 72.34 kg da⁻¹, toprak işleme, gübreleme, ilaçlama ve hasat için harcanan mazot miktarı: 14.94 lt da⁻¹, makine gücü kullanımı: 1.34 sa da⁻¹, sulama için harcanan; elektrik gücü: 51.54 KW da⁻¹ ve mazot miktarı: 3.21 lt da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bunlara ek olarak işletme başına 2.45 yevmiyeli işçi çalışırken, yevmiyeli olarak çalışılan gün sayısı ortalaması 7.9 gün olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında, üreticilerin buğday üretiminden genel olarak memnun olduğu belirlenirken, son yıllarda artan girdi maliyetleri nedeni ile girdi kullanımında kesintiye gittikleri araştırma kapsamında bulunana önemli sonuçlardır.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the input usage situation of wheat production in the Hatay province of Turkey was investigated. Hatay is one of the regions in Turkey with a high agricultural production potential. While field crops take up 53% of the total agricultural area in Hatay, cotton and wheat crops are the two main crops grown in the province. According to the data of 2021; in Hatay 247 960 tons of wheat was produced in a 540 988 da area, and this amount constitutes 1.38% of Turkey's total wheat production. Within the research, a survey study was carried out with 104 enterprises in Hatay. According to the research results, it was determined that wheat production was realized in a total area of 16 539 da, and the average yield was found as 555 kg da⁻¹. The average usage amounts of inputs in wheat production were as follows; seed usage: 28.87 kg da⁻¹, pesticide usage (herbicide, fungicide, insecticide): 345.55 cc da⁻¹, fertilizer usage per unit area: 72.34 kg da⁻¹, diesel fuel usage (soil cultivation, fertilization, spraying and harvesting): 14.94 lt da⁻¹, machine power usage: 1.34 h da⁻¹, electric power usage for irrigation: 51.54 KW da⁻¹ and diesel fuel usage for irrigation: 3.21 lt da⁻¹. In addition, while 2.45 daily laborers were working per enterprise, the average number of days worked was determined as 7.9. In addition, it was found that the producers were generally satisfied with wheat production; however, in recent years they cut their input usage due to the increase of input costs.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Çelik, A.D., & Sarioğlu, T. (2023). Buğday üretiminde girdi kullanım düzeyinin ve son yıllarda girdi kullanımında meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi: Hatay ili örneği. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 606-615. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1321727</p>

GİRİŞ

Buğday, tarihte ve günümüzde insanoğlunun en temel besin maddelerinden birisi olmuştur. Buğday bitkisinin yetiştiriciliği, binlerce yıl önce Anadolu'da başlamış ve buradan bütün dünyaya yayılmıştır (Yara, 2021). Günümüzde tarım sektörü insanların beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için önemli bir rol üstlenir. Bu amaçla, her ülke beslenme açısından temel (stratejik) olan ürünlerde, en azından yurt içi arzını karşılayacak düzeyde kendine yeterlilik sağlama amacı güder (Eraktan, 2001; Kızılaslan, 2004). Dünya genelinde ve Türkiye'de üretilen buğday, hem büyük bir üretici kitlesini ilgilendirmesi hem de insanların temel gıdası olan ekmek gibi birçok unlu mamulün hammaddesi olması nedeniyle son derece önemli bir üründür (Kızılaslan, 2004). Günümüzde üretilen buğday türleri; makarnalık (*Triticum durum*), ekmeklik (*Triticum aestivum*) ve bisküvilik (*Triticum compactum*) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Duru ve ark., 2019). 2021 yılında, Dünya'da 221 milyon ha alanda yıllık 771 milyon ton buğday üretilmiştir. Türkiye, dünya buğday üretim alanları içerisindeki payı %3, üretim miktarındaki payı ise ortalama %2 civarındadır (FAO, 2023).

Türkiye'de özellikle son 10 yılda meydana gelen göç dalgası ve buna bağlı olarak artan nüfusla birlikte, ekmek gibi temel gıda maddelerinin üretiminde kullanılan buğday bitkisine olan talepte hızla artmıştır. Bu durum, ihtiyaç duyulan buğday arzının yetersiz kalmasına ve buğday ithalatının artmasına neden olmuştur. Buğday bitkisinin üretimi, anavatanı olan Türkiye'de ayrıca önem taşımaktadır. Türkiye 2022 yılı itibarıyla, dünyada buğday üretiminde ilk on ülkeden biri olmakla birlikte, buğday ithalatında, Çin (14 milyon ton) ve Avrupa Birliği'nden (11.5 milyon ton) sonra üçüncü sırada (11 milyon ton) yer almaktadır (USDA, 2023). İthalat yolu ile elde edilen buğdayın bir kısmı iç talebin karşılanmasında kullanılırken, diğer bir kısmı ise ihracat teşvik sistemi olan, Dahilde İşleme Rejimi (DİR) kapsamında işlenerek, makarna başta olmak üzere, unlu mamül olarak ihraç edilmektedir (Duru ve ark., 2019; FAO, 2023). Türkiye, 2021 yılında 5.27 milyon ton un ve unlu mamülleri ihracatı gerçekleştirmiştir ve 3.23 milyar dolar ihracat geliri elde etmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022). 2021/22 sezonunda, Türkiye'nin buğday üretiminde kendine yeterlilik oranı %87.26 olup, buğday üretim alanları yıllar itibarıyla daralmaktadır (TÜİK, 2023a; TÜİK, 2023b).

Bugüne kadar, buğday üretimi konusunda yürütülen çalışmalar genellikle maliyet analizi, girdi kullanımı, yetiştiricilik, dış ticaret, politika uygulamaları, teknik ve ekonomik etkinlik ve enerji kullanım etkinliği gibi farklı konular üzerine yoğunlaşmaktadır.

Birinci & Küçük (2004), Erzurum ilinde yaptıkları çalışmada, buğday üretimi için birim alanda kullanılan girdi miktarlarını ortaya koymuştur. Bayramoğlu ve ark. (2005), Tokat ilinde, bazı önemli tarla ürünlerinin (ayçiçeği, buğday, soğan, şeker pancarı) fiziki üretim girdilerini ve maliyetlerini karşılaştırarak, buğday üretimi için gereken fiziki işgücünün diğer ürünlere nazaran daha az olduğunu belirlemişlerdir. Hussain ve ark. (2010) Pakistan'da gerçekleştirdikleri çalışmada, geleneksel yöntemlerle sulanan arazilerde yapılan buğday üretimi ile yükseltilmiş yataklarda yapılan buğday üretiminde kullanılan enerji ihtiyacını karşılatılmıştır. Semerci ve ark. (2012); Semerci (2013), Ankara, Diyarbakir, Konya ve Edirne illerinden elde ettikleri verileri, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu aracılığı analiz etmiş ve buğday üretiminde girdi kullanım etkinliğini ortaya koymuşlardır. Zhang ve ark. (2016), gübre, sulama ve makine kullanım masraflarının buğday üretim maliyetini önemli ölçüde etkilediğini, ancak işgücü maliyetlerinin nispeten fazla etkilemediği sonucuna varmışlardır. Duru ve ark. (2019), Türkiye'nin buğday dış ticaretini irdeleyerek, Dahilde İşleme Rejimi (DİR) özelinde buğday ithalatını ve işlenmiş ürün ihracatını incelemişlerdir. Saini ve ark. (2019), Hindistanın buğday üretimini ekonomik açıdan inceleyerek, değişik ölçekteki işletmelerin karlılıkları arasındaki farkları ortaya koymuşlardır. Erbaş (2020) ise, Yozgat ilinde kışlık buğday üretiminin birim başına maliyetini analiz etmiştir. Çelik (2021), Türkiye'nin buğday üretimini yıllar itibarıyla inceleyerek, buğdayda kendine yeterlilik durumunu ve işlenmiş buğday ürünleri dış ticaretini irdelemiştir. Verma ve ark. (2021); Verma ve ark. (2023), Hindistanda, tahıl üretimini etkileyen faktörleri ve buğday özelinde kaynak kullanım etkinliğini araştırmışlardır. Mala & Akbay (2022), Irakta buğday üretiminde girdi kullanımını inceleyerek,

ekonomik analiz yapmışlardır.

Hatay ili Türkiye'nin tarımsal üretim potansiyeli yüksek illerinden biridir. Tarla bitkileri yöresinde üretim deseni önemli bir yer tutmaktadır. Hatay ilindeki toplam tarım arazisinin %53'ünde tarla bitkileri yetiştirilmektedir. Özellikle pamuk ve buğday yörede yetiştirilen en önemli başlıca iki tarla ürünüdür. 2021 yılı verilerine göre, Hatay ilinde 540 988 da alanda toplam 247 960 ton buğday üretimi gerçekleşmiş olup, bu miktar Türkiye'nin toplam buğday üretiminin %1.38'ini oluşturmaktadır (TÜİK, 2022).

Bu çalışmanın amacı, Hatay yöresinde buğday üretiminde girdi kullanım düzeylerinin belirlenmesi, son yıllarda girdi kullanım miktarlarında meydana gelen değişikliklerin ve üreticilerin girdiler konusunda yaşadıkları sorunların irdelenmesi ve üretimin artırılması için çözüm önerilerinin getirilmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini, Hatay ilinde bulunan ve Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi ile belirlenen yerleşim birimlerindeki buğday üreten işletmelerden yüz-yüze anket yöntemiyle elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Araştırmada ayrıca, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) gibi kurumlardan ve daha önce konu üzerine yapılan farklı çalışmalardan elde edilen ikincil verilerden de faydalanılmıştır. Araştırmada buğday üretim faaliyetinde girdi ve işgücü kullanım durumu incelenmiştir.

Örneklem yöntemi

2021 Yılı Hatay İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerine göre Hatay ilinde toplam buğday üretim alanı 359 106 da, üretici sayısı ise 23 301'dir. İl genelinde buğday üretim alanlarında Kırıkhan ilçesi %34.61, Antakya ilçesi %21.46, Reyhanlı ilçesi %14.63, Kumlu ilçesi %8.82, Altınözü ilçesi %5.46, Hassa ilçesi %5.31 ve Yayladağı ilçesi %4.70 oranında paya sahiptir. Belirtilen 7 ilçenin il buğday üretim alanlarındaki payı %94.99 düzeyindedir. Hatay ili buğday üretim alanlarının yaklaşık %95'i ve üreticilerin %92'sinin bu ilçelerde olması nedeniyle araştırmanın yukarıda belirtilen 7 ilçede yürütülmesine karar verilmiştir.

Araştırma kapsamında örnek hacminin belirlenmesinde 'Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi' kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996);

$$n = \frac{NS^2 t^2}{(N-1)d^2 + S^2 t^2} \quad \text{Eq.(1)}$$

Formülde;

n=Örnek Hacmi

N=Örneklem Çerçevesinde Ait Toplam Birim Sayısı

S=Standart Sapma

t=Güven Sınırı

d=Kabul Edilebilir Hata

Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi formülüne göre, %90 güven aralığı ve %10 ortalamadan sapma ile yapılacak anket sayısı toplam 104 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın örneklem birimini işletme sayıları oluşturması nedeniyle örnek hacminin ilçelere göre dağıtılmasında gayeli olarak belirlenen 7 ilçede faaliyet gösteren buğday işletmelerinin sayıları dikkate alınmıştır. Araştırma kapsamında uygulanan anket sayısının ilçelere göre dağılımında; her bir ilçenin örneklem çerçevesindeki toplam işletme sayıları içerisindeki oransal payı dikkate alınarak yapılmıştır. Hesaplama göre; Kırıkhan ilçesinde 27, Antakya ilçesinde 27, Altınözü ilçesinde 14, Yayladağı ilçesinde 13,

Reyhanlı ilçesinde 11, Hassa ilçesinde 7 ve Kumlu ilçesinde 5 anket olmak üzere toplam 104 anket yapılmıştır. Uygulanan anket sayısının ilçelere göre dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanında uygulanan anket sayısının ilçelere göre dağılımı

Table 1. Distribution of the number of surveys between districts in the research area

İlçeler	Üretici Sayısı	Araştırma Alanındaki Payı (%)	Uygulanan Anket Sayısı
Kırıkhan	5 491	25.78	27
Antakya	5 471	25.68	27
Altınözü	2 916	13.69	14
Yayladağı	2 598	12.20	13
Reyhanlı	2 246	10.54	11
Hassa	1 563	7.34	7
Kumlu	1 016	4.77	5
Toplam	21 301	100.00	104

BULGULAR ve TARTIŞMA

Dünyada ve Türkiye’de buğday üretimi

Dünya’nın ve Türkiye’nin buğday üretimine ait değerler Çizelge 2’de verilmiştir. Türkiye, 2021 yılı itibariyle 6.76 milyon ha alan ile dünyadaki toplam üretim alanlarının %3.06’sını oluştururken, toplam 17.9 milyon ton üretim ile dünyadaki toplam buğday üretiminin %2.33’ünü karşılamaktadır. Dünya verim değeri ortalaması 349 kg da⁻¹ olup, Türkiye 266 kg da⁻¹ verim ile dünya ortalamasının altında kalmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Dünyada ve Türkiye’de buğday üretimi (2021)

Table 2. Wheat production in Turkey and in the world (2021)

Kriterler	Türkiye	Dünya	Oran (%)
Ekim Alanı (ha)	6 760 712	220 759 739	3.06
Üretim Miktarı (ton)	17 937 683	770 877 072	2.33
Verim (kg da ⁻¹)	266	349	-

Kaynak: FAO, 2023; TUIK, 2023.

Türkiye’nin yıllar itibariyle buğday üretimine ait değerler Çizelge 3’te verilmiştir. Türkiye’nin buğday ekim alanlarında yıllar itibariyle daralma yaşanmaktadır. 2005 yılı ile 2022 yılları arasında buğday ekim alanları %28 oranda daralırken, verim değerlerinde yaşanan artış ile üretim miktarındaki azalma nispeten sınırlı kalmıştır. Türkiye’nin 2005 yılında 235 kg da⁻¹ olan buğday verimi, gelişen üretim teknolojileri ve daha kaliteli tohum kullanımına bağlı olarak yaklaşık %26’lık bir artışla 2022 yılında 296 kg da⁻¹ değerine ulaşmıştır. Bununla birlikte üretilen toplam buğday miktarı yıllar içerisinde ufak dalgalanmalar yaşansa da ortalama olarak 20 milyon ton civarındadır.

Hatay yöresinin 2021 yılına ait buğday üretiminin ilçeler bazındaki dağılımı Çizelge 4’de verilmiştir. Hatay yöresinde 2021 yılında toplam 540 988 da alanda 247 960 ton buğday üretimi gerçekleştirilmiştir. Hatay yöresi, Türkiye’deki buğday üretim alanlarının yaklaşık %1’ine sahip olup, ülkenin toplam buğday üretimi içerisindeki payı ise %1.38’dir. Buğday üretiminin gerçekleştiği başlıca ilçeler sırasıyla; Kırıkhan, Antakya, Reyhanlı, Altınözü, Kumlu ve Hassa olup, bu altı ilçe yörede yetişen toplam buğday miktarının %88’ini karşılamaktadır (TÜİK, 2022).

Çizelge 3. Türkiye'nin yıllar itibariyle buğday üretimi (2005-2022)

Table 3. Wheat production of Turkey by years (2005-2022)

Yıllar	Ekilen Alan (ha)	İndeks	Üretim (x1000 Ton)	İndeks	Verim (kg da ⁻¹)	İndeks
2005	9 250 000	100	21 500	100	235	100
2010	8 103 400	88	19 674	92	241	103
2015	7 866 887	85	22 600	105	281	120
2020	6 922 236	75	20 500	95	292	124
2021	6 760 712	73	17 938	83	266	113
2022	6 646 419	72	20 062	93	296	126

Kaynak: TÜİK, 2023a.

Çizelge 4. Hatay ilinde buğday üretimine ait bilgiler (2021)

Table 4. Wheat production in the Hatay province (2021)

İlçeler	Alan (da)	Payı (%)	Üretim (ton)	Payı (%)
Kırıkhan	155 500	28.74	77 991	31.45
Antakya	85 000	15.71	43 500	17.54
Reyhanlı	65 535	12.11	33 643	13.57
Altınözü	93 718	17.32	29 362	11.84
Kumlu	31 673	5.85	16 706	6.74
Hassa	32 125	5.94	16 288	6.57
Arsuz	17 600	3.25	8 941	3.61
Yayladağı	28 565	5.28	8 888	3.58
Samandağ	8 450	1.56	3 369	1.36
Belen	5 750	1.06	2 961	1.19
İskenderun	7 540	1.39	2 565	1.03
Erzin	5 250	0.97	1 834	0.74
Dörtyol	2 700	0.50	1 305	0.53
Defne	1 100	0.20	374	0.15
Payas	482	0.09	233	0.09
HATAY	540 988	100.00	247 960	100.00
TÜRKİYE	67 607 116	0.80	17 937 683	1.38

Kaynak: TÜİK, 2022.

Araştırma alanına ait bulgular

Araştırma alanındaki üreticilere ait demografik özellikler Çizelge 5'de verilmiştir. Buna göre; üreticilerin yaş ortalaması 51.63, eğitim seviyesi ortalaması 8.29 yıl, buğday üretimindeki tecrübe ortalaması 27.58 yıl ve hane genişliği ortalaması 4.69 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5. Araştırma alanındaki üreticilere ait demografik özellikler

Table 5. Demographic characteristics of the producers in the research area

Kriterler	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama	Standart Sapma
Yaş	104	20	89	51.63	12.01
Eğitim (yıl)	104	5	15	8.29	3.65
Buğday tecrübesi (yıl)	104	2	56	27.58	12.81
Hane genişliği	104	1	12	4.69	2.06

Anket çalışması kapsamında görüşülen tarım işletmelerinin üretim deseni dağılımı Çizelge 6'da verilmiştir. Buna göre, pamuk bitkisi toplam 20 543 da alan (%45.69) ile ilk sırada gelirken, buğday 16 539 da ile ikinci sırada (%36.78) ve mısır 5 612 da alan ile üçüncü sırada (%12.48) gelmektedir.

Çizelge 6: Araştırma alanına ait üretim deseni

Table 6. Production pattern of the research area

Ürün	Alan (da)	Oran (%)
Pamuk	20 543	45.69
Buğday	16 539	36.78
Mısır	5 612	12.48
Sebze	542	1.21
Havuç	450	1.00
Zeytin	393	0.87
Patates	393	0.87
Meyve	195	0.43
Soya	130	0.29
Yer Fıstığı	100	0.22
Yem Bitkisi	70	0.16
Toplam	44 967	100.00

Araştırma alanındaki tarım işletmelerinin buğday üretimine ait genel bilgiler Çizelge 7'de verilmiştir. Araştırma alanında işletme başına ortalama çalıştırılan işçi sayısı 2.45, buğday üretiminde çalışılan toplam gün sayısı 7.9, toplam arazi varlığı genişliği ortalaması 433.19 da, ortalama buğday üretim alanı genişliği 159.03 da, ortalama buğday verimi 555 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Kiralanan arazi ortalaması ise 72.49 da olarak bulunmuştur.

Çizelge 7: Araştırma alanında buğday üretimine ait genel bilgiler

Table 7. General information about wheat production in the research area

Kriterler	N	En Düşük	En Yüksek	Toplam	Ortalama	Standart Sapma
İşçi sayısı	102	1	6	250	2.45	1.26
Çalışılan gün sayısı	103	1	30	814	7.90	4.85
Arazi varlığı (da)	104	4	2370	45 052	433.19	448.40
Buğday üretim alanı (da)	104	4	600	16 539	159.03	131.68
Buğday verimi (kg da ⁻¹)	104	200.00	837.00	57 720	555.00	131.45
Kiralanan alan (da)	86	0.00	500.00	6 234	72.49	101.67

Araştırma alanında buğday üretiminde tohum, gübre ve zirai ilaç kullanımına ait bilgiler Çizelge 8'de verilmiştir. Buna göre, birim alana atılan ortalama tohum miktarı 28.97 kg da⁻¹ olarak hesaplanırken, taban gübresi ortalaması 72.34 kg da⁻¹, yaprak gübresi ortalaması 223.10 cc da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Zirai ilaç kullanım bakımından, herbisit kullanımı 148.32 cc da⁻¹, insektisit kullanımı 63.38 cc da⁻¹, fungusit kullanımı 171.19 cc da⁻¹ olmak üzere, 104 işletmenin birim alanda toplam zirai ilaç kullanım ortalaması 345.55 cc da⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Araştırma alanında buğday üretiminde gübre ve tohum kullanımına ait veriler

Table 8. Fertilizer, pesticide, and seed usage in wheat production in the research area

Değişkenler	N	En Düşük	En Yüksek	Toplam	Ortalama	Standart Sapma
Gübre						
18-46 (kg da ⁻¹)	65	10.00	50.00	1 488.00	22.89	6.03
20-20 (kg da ⁻¹)	19	15.00	40.00	568.00	29.89	8.83
15-15-15 (kg da ⁻¹)	15	15.00	60.00	410.00	27.33	9.97
Şeker gübresi (kg da ⁻¹)	3	30.00	40.00	100.00	33.33	5.77
Üre (kg da ⁻¹)	98	10.00	100.00	4 262.00	43.49	15.84
26 Nitrat (kg da ⁻¹)	18	20.00	50.00	490.00	27.22	7.32
Toplam Gübre (kg da ⁻¹)	104	00.00	125.00	7 523.00	72.34	20.52
Yaprak gübresi (cc da⁻¹)	50	80.00	800.00	11 155.00	223.10	107.46
Tohum (kg da⁻¹)	104	20.00	38.00	3 013.00	28.97	3.31
Zirai ilaç						
Herbisit (cc da ⁻¹)	100	53.00	600.00	14 832.00	148.32	55.53
İnsektisit (cc da ⁻¹)	71	0.00	200.00	4 500.00	63.38	33.46
Fungusit (cc da ⁻¹)	97	50.00	400.00	16 605.00	171.19	79.67
Toplam zirai ilaç (cc da⁻¹)	104	0.00	740.00	35 937.00	345.55	125.56

Araştırma alanında buğday üretiminde, toprak işleme, sulama ve hasat işlemleri için kullanılan makine gücü ve bu işlemler için harcanan elektrik ve yakıt miktarlarına ait veriler Çizelge 9'da verilmiştir. Buna göre, birim alana harcanan makine gücü biçerdöver hariç 1.24 sa da⁻¹, biçer döver dahil 1.34 sa da⁻¹; arazi işleme için harcanan mazot miktarı, biçerdöver hariç 12.82 lt da⁻¹, biçerdöver dahil 14.94 lt da⁻¹ ve ortalama sürüm sayısı 4.30 olarak hesaplanmıştır.

Buğday, sulama ihtiyacı genellikle az olan bir bitki türü olmasına karşın, araştırma alanındaki üreticiler son yıllarda yükselen sıcaklıklardan dolayı daha fazla sulama ihtiyacı duyduklarını belirtmişlerdir. Araştırma alanında ortalama 0.9 kez sulama yapılırken, sulama işlemi elektrik motoru veya traktör yardımı ile mazot kullanarak gerçekleşmektedir. Buna göre sulama için harcanan ortalama mazot miktarı 3.21 lt da⁻¹, elektrik gücü ise 51.54 KW da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 9. Araştırma alanında makine gücü kullanımına ait veriler

Table 9. Machine power, diesel fuel, and electricity usage in wheat production in the research area

Değişkenler	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Toprak işleme ve hasat				
Sürüm sayısı	104	2.00	10.00	4.30
Makine gücü (biçerdöversiz) sa da ⁻¹	104	0.41	2.81	1.24
Makine (biçerdöverli) sa da ⁻¹	104	0.51	2.91	1.34
Mazot miktarı (biçerdöversiz) lt da ⁻¹	104	2.16	30.00	12.82
Mazot miktarı (biçerdöverli) lt da ⁻¹	104	4.16	32.00	14.94
Sulama				
Sulama sayısı	97	0	3	0.90
Elektrik tüketimi (sulama) KW da ⁻¹	28	7.00	133.00	51.54
Mazot miktarı (sulama) lt da ⁻¹	39	0.60	10.00	3.21

Araştırma alanındaki üreticilere, buğday üretiminde son üç yılda üretimle ilgili çeşitli konularda artış veya azalma olup olmadığı sorusu yöneltilmiştir (Çizelge 10). Artan girdi maliyetleri nedeniyle, üreticilerin %39.42'sinin gübre kullanımı, %25.00'inin toprak işleme sayısını, %22.12'sinin makine gücü kullanımını azalttığı, buna bağlı olarak elektrik ve mazot kullanım miktarlarının da azaldığı belirlenmiştir. Üreticilerin %44.23'ü son yıllarda azalan girdi kullanımına bağlı olarak buğday veriminde azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 10. Buğday üretiminde son 3 yılda girdi kullanımında meydana gelen değişiklikler

Table 10. Changes in input use in wheat production in the last 3 years

Değişkenler	Azaldı		Değişmedi		Arttı		Toplam	
	Frekans	Oran (%)	Frekans	Oran (%)	Frekans	Oran (%)	Frekans	Oran (%)
Gübre Miktarı	41	39.42	50	48.08	13	12.50	104	100.00
İlaç Miktarı	19	18.27	66	63.46	19	18.27	104	100.00
Toprak işleme sayısı	26	25.00	69	66.35	8	7.69	103	99.04
Makine gücü	23	22.12	69	66.35	11	10.58	103	99.05
İşgücü	16	15.38	67	64.42	8	7.69	91	87.49
Sulama sayısı	3	2.88	41	39.42	20	19.23	64	61.53
Elektrik kullanımı	25	24.04	15	14.42	40	38.46	80	76.92
Mazot miktarı	24	23.08	64	61.54	15	14.42	103	99.04
Ekim alanı	24	23.08	57	54.81	20	19.23	101	97.12
Borçlanma ihtiyacı	1	0.96	24	23.08	63	60.58	88	84.62
Verim	46	44.23	33	31.73	23	22.12	102	98.08
Hastalıklar	3	2.88	61	58.66	40	38.46	104	100.00

Sonuç olarak, bu çalışmada Hatay yöresinde tarla üretiminde pamuk ile birlikte en çok paya sahip olan buğday üretimi incelenmiştir. Araştırma alanında, toplam 16 539 da alanda buğday üretimi yapılırken, ortalama 555 kg da⁻¹ verim elde edilmektedir. Buğday üretiminde kullanılan temel girdilerin kullanım miktarları şu şekildedir; tohum: 28.87 kg da⁻¹, zirai ilaç (herbisit, fungusit, insektisit) toplam: 345.55 cc da⁻¹, azotlu gübre: 72.34 kg da⁻¹, biçer döver dahil mazot kullanımı: 14.94 lt da⁻¹, makine gücü: 1.34 sa da⁻¹, sulama için elektrik gücü: 51.54 KW da⁻¹, sulama için mazot kullanımı: 3.21 lt da⁻¹ olup ortalama toprak sürüm sayısı 4.3 olarak belirlenmiştir. Bunlara ek olarak işletme başına 2.45 yevmiyeli işçi çalışırken, yevmiyeli olarak çalışılan gün sayısı ortalaması 7.9 gün olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında, üreticilerin özellikle diğer ürünlere göre yetiştiriciliğinin daha kolay olması ve daha az işgücü istemesi nedeni ile buğday üretiminden genel olarak memnun oldukları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, üreticilerin son yıllarda döviz kurlarında meydana gelen artışa bağlı olarak, özellikle dövize endekli olarak fiyatlanan; mazot, zirai ilaç, tohum gibi girdilerin fiyatlarının da hızlı şekilde arttığını, bu sebeple girdi kullanımında kesintiye gittikleri belirtmişlerdir. Özellikle, gübre, toprak işleme sayısı ve buna bağlı olarak makine gücü kullanımında üreticilerin azaltma yaparak masraflarını düşürmeye çalıştıkları, ancak bu nedenle buğday veriminde düşüşler yaşandığı araştırma kapsamında belirlenen en önemli sonuçlardır.

Buğday üretim alanları, anavatanı olan Anadolu'da yıllar itibariyle azalmaktadır. Son 17 yıllık süre içerisinde buğday ekim alanları %28 civarında azalmıştır. Diğer yandan, 2005 yılında 68 milyon olan Türkiye nüfusu %25 artış ile 2023 yılı itibariyle 85 milyona ulaşmıştır. Bununla birlikte, Türkiye'de bulunan sığınmacılar ve her yıl ağırlanan milyonlarca turist ile birlikte, Türkiye'nin beslemek zorunda olduğu nüfus sayısı yıllık 100 milyonu rahatlıkla aşmaktadır. Bu durum, ekmek ve makarna gibi temel gıda maddelerinin hammaddesi olan buğday üretiminin önemini daha da artırmaktadır. Stratejik tarım ürünlerinden olan buğdayın dışa bağımlı olmadan, öz kaynaklarla üretilmesi büyük önem taşımaktadır. Türkiye, bugün dünyadaki 3. büyük buğday ithalatçısı ülke konumundadır. Buğday üretiminin teşvik edilerek üretim miktarının artırılması, dışa olan bağımlılığı azaltırken, işlenmiş buğday ürünlerinin ihracatından elde edilen gelir ile milli gelirin artmasına da katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, buğday üretiminin sürdürülebilir şekilde teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: 22.GAP.037). Bu çalışmanın gerçekleşmesinde verdikleri maddi katkıdan ötürü HMKÜ BAP Koordinatörlüğü'ne ve teknik destekten ötürü Antakya İlçe Tarım Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Anket çalışmalarının gerçekleşmesinde büyük katkıları bulunan ve 6 Şubat 2023 depreminde hayatını kaybeden, Antakya İlçe Tarım personeli Yasin TÜRKMEN'i minnet ve rahmetle anıyoruz.

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.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışma için etik onay ve izin, HMKÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'ndan alınmıştır. Onay yazısı numarası 07/04 ve tarihi 07.06.2022'dir.





KAYNAKLAR

- Bayramoğlu, Z., Göktolga, Z.G., & Gündüz, O. (2005). Tokat ili Zile ilçesinde yetiştirilen bazı önemli tarla ürünlerinde fiziki üretim girdileri ve maliyet analizleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11 (2), 101-109.
- Birinci, A., & Küçük, N. (2004). Erzurum ili tarım işletmelerinde buğday üretim maliyetinin hesaplanması/Calculating wheat production cost on the farms in Erzurum Province. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (3-4), 177-181.
- Çelik, A. (2021). Türkiye'nin buğday üretimi ve dış ticareti. *10. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi*, 11-12 Nisan, Ankara, 320-325.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). *Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat, 62 s.
- Duru, S., Gül, A., & Hayran, S. (2019). Türkiye'de buğday ve buğday mamulleri dış ticaret yapısı. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (2), 552-564.
- Eraktan, G. (2001). *Tarım Politikası Temelleri ve Türkiye'de Tarımsal Destekleme Politikası*. Uzel Yayınları, ISBN 975-8437-01-1, İstanbul.
- Erbaş, N. (2020). Yozgat ili tarım işletmelerinde kışlık buğday (*Triticum aestivum* L.) üretiminin maliyet analizi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (2), 1318-1328.
- FAO (2023). *The Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Crops and Livestock Products Data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>
- Hussain, Z., Khan, M.A., & Irfan, M. (2010). Water energy and economic analysis of wheat production under raised bed and conventional irrigation systems: A case study from a semi-arid area of Pakistan. *Elsevier, Soil & Tillage Research*, 109, 61-67.
- Kızılaslan, H. (2004). Dünya'da ve Türkiye'de buğday üretimi ve uygulanan politikaların karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 23-38.
- Mala, S.N., & Akbay, C.K. (2022). Input use, cost structure and economic analysis of wheat production in the Northern Region of Iraq. *Custos e agronegócio online*, 18 (1), 250-270.
- Saini, S., Nimbrayan, P.K., & Jeet, A. (2019). An economic analysis of wheat and paddy cultivation in Kurukshetra District of Haryana. *International Archive of Applied Sciences and Technology*, 10 (3), 28-31.
- Semerci, A., Mazid, A., Amegbeto, K.N., Keser, M., Morgounov, A., Peker, K., Bağcı, A., Akın, M., Küçükçongar, M., Kan, M., Karabak, S., Altıkat, A., & Yaktubay, S. (2012). The production functions of wheat production in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18 (2), 240-253.
- Semerci, A. (2013). Determining the resource use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) production: A case study of Edirne Province – Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19, 314-324.

- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). Türkiye Cumhuriyeti, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ürün Masaları. Buğday Bülteni, Dünyada Buğday; Mayıs 2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/YATIRIMCI%20REHBER%C4%B0/Bu%C4%9Fday%20May%C4%B1s%20B%C3%BClteni.pdf>
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>
- TÜİK (2023a). Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>
- TÜİK (2023b). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Ürün Denge Tabloları, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari-2022-49456#:~:text=Toplam%20tah%C4%B1%20%C3%BCretiminde%20en%20b%C3%BCy%C3%BCk,derecesi%20ise%20%256%20olarak%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fti>
- USDA (2023). United States Department of Agriculture. Grain: World Markets and Trade. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>
- Verma, D.K., Singh, H., & Meena, G.L. (2021). Factors affecting production of cereal crops in Rajasthan: The Cobb-Douglas Analysis. *Economic Affairs*, 66 (2), 01-06.
- Verma, S.K., Singh, R., Pratap, A., Yadav, S., Shakya, A.K., & Kumar, K. (2023). Economics of production and resource use efficiency wheat cultivation in Hardoi District of Uttar Pradesh. *Environment and Ecology*, 41 (1A), 284-291.
- Yara, (2021). <https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/wheat/wheat-historical-development/#:~:text=The%20cultivation%20of%20wheat%20was,containing%20two%20sets%20of%20chromosomes>
- Zhang, F., Zhan, J., Zhang, Q., Yan, H., & Sun, Z. (2016). Allocating agricultural production factors: A scenario-based modeling of wheat production in Shandong Province, China. *Physics and Chemistry of the Earth Parts*, 96, 55-63.

Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler: Bazı fasulye çeşitlerinin tarımsal karakterleri üzerine etkileri

Plant promoting bacteria: Effects on agricultural characteristics of some bean varieties

Barış YILDIRIM¹ , Mesude Figen DÖNMEZ¹ , Büşran SUNYAR¹ , İrfan ÇORUH² 

¹İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır, Türkiye.

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 01.06.2023 Accepted / Kabul: 17.08.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: PGPB <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Verim</p> <p>Keywords: PGPB <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Yield</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Mesude Figen DÖNMEZ sudefigen@hotmail.com</p>	<p>Bu çalışmada, bitki gelişimini teşvik eden bakteri (PGPB) strainlerinin Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinin bazı büyüme parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma petri ve saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Petri denemesinde bakteri uygulamalarının fasulye tohumlarının çimlenmesine etkisi %1,5'lük agar içeren ortamda değerlendirilmiştir. Saksı denemesi, 3 farklı bakteri straini (<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> strain SY55, <i>Microbacterium esteraromaticum</i> strain SY48 ve <i>Rhizobium radiobacter</i> strain SK63), bakteri strainlerinin kombinasyonu (SY55+SY48+SK63), gübre ve negatif kontrol olarak 6 uygulamadan oluşmuştur. In vitro ortamda çeşitler ile uygulamaların interaksiyonunun ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı üzerine etkili olduğu görülmüştür. In vivo ortamda, Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinde bakteri uygulamalarının Seyman çeşidinde çıkış süresi (4,83 gün), kök uzunluğu (12,94 cm), gövde uzunluğu (35,71 cm), boğum sayısı 2,67 adet, gövde yaş ağırlığı (6,86 g) ve kök kuru ağırlığında (0,11 g), Sarıkız çeşidinde tohumların çıkış süresi (5,83 gün), kök uzunluğu (16,09 cm), yaprak sayısı (4,17 adet), boğum sayısını (3,33 adet) arttırdığı bulunmuştur. En etkili bakteri uygulamasının <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> strain SY55 olduğu tespit edilmiştir. Strainlerin bitki gelişimini teşvik etmede rol alan bazı spesifik özellikleri (katalaz, siderofor, ACC deaminaz ve indol asetik asit üretimleri) belirlenmiştir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the effects of plant growth promoting bacterial (PGPB) strains on some growth parameters of Seyman and Sarıkız bean varieties were investigated. The study was carried out as a petri dish and pot experiment. In the petri experiment, the effect of bacterial applications on the germination of bean seeds was evaluated in a medium containing 1.5% agar. The pot experiment consisted of 6 applications: 3 different bacterial strains (<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> strain SY55, <i>Microbacterium esteraromaticum</i> strain SY48 and <i>Rhizobium radiobacter</i> strain SK63) combination of 3 bacterial strains (SY55+SY48+SK63), fertilizer and negative control. It was observed that the interaction of cultivars and applications in vitro was effective on average germination time and germination rate. In vivo, emergence time of bacterial applications (4.83 days), root length (12.94 cm), stem length (35.71 cm), number of nodes (2.67), stem fresh weight (6.86 g) in Seyman variety and root dry weight (0.11 g), emergence time of seeds (5.83 days), root length (16.09 cm), number of leaves (4.17), number of nodes (3.33) in Sarıkız variety was found to increase. It was determined that the most effective bacterial application was <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> strain SY55. Some specific properties of strains (catalase, siderophore, ACC deaminase and indole acetic acid production) that play a role in promoting plant growth were determined.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Yıldırım, B., Dönmez, M.F., Sunyar, B., & Çoruh, İ. (2023). Bitki gelişimini teşvik eden bakteriler: Bazı fasulye çeşitlerinin tarımsal karakterleri üzerine etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 616-632. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1307958</p>

GİRİŞ

Yemelik tane baklagiller içerisinde yer alan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) dünya genelinde çok fazla üretim ve ekim alanına sahip olması ile ülke ekonomisi için büyük önem taşımaktadır (Sağlam ve ark., 2005). Fasulye insan ve hayvan beslenmesinin yanı sıra Rhizobium bakterileri ile olan etkileşimi yoluyla hektar başına 160 kg'dan fazla atmosferik nitrojeni fikse ederek toprak verimliliğini artırmaktadır (Beshir ve ark., 2015). Bu yönüyle her bir baklagil bitkisi kimyasal gübrenin küçük ölçekli bir fabrikası olarak kabul edilmekte, tarımsal sistemlerin sürdürülebilirliğinde önemli rol oynamaktadır (Chekanai ve ark., 2018).

Azot (N) ve fosfor (P), bitki gelişimini en sınırlayıcı besin maddeleri arasındadır ve noksanlıkları verimin düşmesine neden olmaktadır (Collavino ve ark., 2010). Verimi yükseltmek için yapılan aşırı kimyasal gübre uygulaması ise üretim maliyetini artırmakta (Graham & Vance, 2002), toprak yapısına zarar vermekte, biyoçeşitliliği azaltmakta, çevre kirliliğine neden olmakta, gıda güvenliği konusunda endişe yaratmakta, bitki, hayvan ve insan sağlığını tehdit etmektedir (Amani Machiani ve ark., 2018). Bu nedenlerden dolayı tarım alanlarında toprak verimliliğini koruyarak bitki gelişimini destekleyen ve ürün kalitesinin artırılmasına yardımcı olan biyolojik uygulamalar önem kazanmaktadır (Prasad ve ark., 2019; Bechtaoui ve ark., 2020). Son yıllarda tarımsal üretimin ve çeşitli stres faktörlerine karşı bitkilerin toleransının artırılmasında bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPB) başarıyla kullanılmaktadır (Nadeem ve ark., 2010; Sülü ve ark., 2016; Mahmood ve ark., 2022).

Bakteriler azot bağlayarak, fosfor ve diğer bazı ağır metalleri çözerek bitkiler için yararlı formlara dönüştürmektedir (Barea & Richardson, 2015; Kumari ve ark., 2018). Birçoğu pirolnitritin, fenazinler, 2,4-diasetilfloroglusinol, tensin ve viskozinamid gibi antimikrobiyal maddeler (Ahemad & Kibret, 2014), HCN (Blumer & Hass, 2000) ve siderofor (Shen ve ark., 2013; Kara & Soylu, 2022) üreterek patojen gelişimini baskılayan biyokontrol etmenleri olarak işlev görmektedir. PGPB strainleri biyofilm ve ekzopolisakkarit üretme yetenekleri ile çeşitli stres koşullarında (tuzluluk, kuraklık vb.) bitki büyümesini iyileştirmektedir (Sandhya ve ark., 2009; Kasım ve ark. 2016; Mohammed, 2018). PGPB'ler tarafından üretilen indol asetik asit, gibberellik asit ve sitokininler gibi farklı fitohormonlar bitkinin tohum çimlenmesini, kök yüzey alanını, uzunluğunu ve sayısını artırarak bitki gelişimini teşvik etmektedir (Spaepen & Vanderleyden, 2011). Bazı PGPB'ler sahip oldukları ACC deaminaz ile ACC'yi amonyak ve a-ketobutirata hidrolize ederek bitkideki etilen seviyelerini düşürmekte ve stres faktörlerinin olumsuz etkisinin giderilmesini sağlayarak bitki gelişimi ve verimini önemli ölçüde arttırmaktadır (Yang ve ark. 2009; Saleem ve ark., 2018). Ayrıca bitkideki antioksidan enzim aktivitesini artırmaları, sistemik olarak dayanıklılığı uyarmaları (Munees & Mohammad, 2011) ve pestisit parçalanması (Ahemad & Kibret, 2014) gibi etkilerinden dolayı da bitki sağlığını desteklemektedirler. Bu konuda tarımsal ekosistemlerin devamlılığını ve verimliliğini sağlayacak bakteri strainlerinin seçimi oldukça önem taşımaktadır.

Bu çalışmada çeşitli bitkilerden izole edilen bitki gelişimini teşvik eden bakteri (PGPB) strainlerinin Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinin bazı büyüme ve gelişim karakterleri üzerine etkisinin araştırılması ve strainlerin bitki gelişiminin artışında rol oynadığı varsayılan etki mekanizmalarından bazılarının in vitro koşullarda belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan bitki çeşitleri ve bakteri strainleri

Çalışmada Seyman ve Sarıkız isimleriyle Türkiye'de tescil edilmiş fasulye çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada yer alan üç bakteri straini (*Stenotrophomonas maltophilia* strain SY55, *Microbacterium esteraromaticum* strain SY48 ve *Rhizobium radiobacter* strain SK63) 2017-FBE-A26'nolu Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi kapsamında elde edilen strainler arasından seçilmiştir (Yılmaz ve ark., 2020). Strainlere ait bazı bilgiler Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bakteri strainlerine ait bazı bilgiler (Yılmaz ve ark., 2020)

Table 1. Some information about the bacterial strains used in the study (Yılmaz et al., 2020)

BAKTERİ STRAİNLERİ	İZOLE EDİLDİĞİ BİTKİ	A	P	Ka	F	HR
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> strain SY55	<i>Xanthium spinosum</i> (Yaprak)	-	-	-	+	-
<i>Microbacterium esteraromaticum</i> strain SY48	<i>Xanthium spinosum</i> (kök)	+	K ⁺	+	+	-
<i>Rhizobium radiobacter</i> strain SK63	<i>Veronica chamaedrys</i> L. (kök)	+	-	-	K ⁺	-

A: Azot fikse etme özelliği, P: Potasyum çözme özelliği, Ka: Kalsiyum kullanma özelliği, F: Fosfor çözme özelliği, HR: Tütünde aşırı duyarlılık testi K+: Kuvvetli pozitif sonuç, +: Pozitif sonuç, -: Negatif sonuç

Bakteri solüsyonlarının hazırlanması

Bakteri strainleri -80°C'de muhafaza edilen stok kültürlerinden alınarak Nutrient agar (NA) besi ortamında 48 saat süreyle 27°C'ye ayarlı inkübatörde gelişmeleri için inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen bakteri kültürlerinden bir öze dolusu alınarak Nutrient broth (NB) besi ortamına aktarılmış ve solüsyon bir gece çalkalayıcıda (140 rpm) inkübe edilmiştir. Inkübasyon sonrası solüsyonunun konsantrasyonu steril distile su (sdH₂O) ile 107 CFU ml⁻¹ olacak şekilde turbidimetre ile ayarlanmıştır.

Tohum dezenfeksiyonu ve bakterizasyonu

Fasulye çeşitlerine ait tohumlar %70'lik etil alkol içerisinde 5 dakika bekletilmiş, ardından sdH₂O ile yıkandıktan sonra %5'lik NaOCl'de 3 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda tohumlar sdH₂O ile durularak kurumaya bırakılmıştır. Dezenfekte edilen tohumlar bakterizasyon işlemi için 107 CFU ml⁻¹ konsantrasyonunda sukroz içeren bakteri solüsyonları içerisine bırakılmış ve 120 rpm'de 2 saat çalkalayıcıda inkübasyona bırakılmıştır.

Bakteri uygulamalarının tohum çimlenmesine etkisi

Bakteri uygulamalarının fasulye tohumlarının çimlenmesine etkisi %1.5'lük agar ortamında 25±0.5°C'de test edilmiştir. Her bir petri kutusuna dezenfeksiyonu yapılmış 20 tohum bırakılmış ve çalışma 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmıştır. Kökçük 10 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve ortamdaki uzaklaştırılmıştır (Goertz & Coons, 1989; Elkoca, 1997). Çimlenme tamamlandıktan sonra çimlenme hızı (çimlenen tohum sayısı çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısına oranlanarak bulunmuştur), çimlenme oranı (Eşitlik 1) ve ortalama çimlenme zamanı (Eşitlik 2) aşağıda belirtilen formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Murillo-Amador ve ark., 2002; Kaya ve ark., 2005; Yıldırım & Güvenç, 2006). Ortalama çimlenme zamanı formülünde f; sayım gününde çimlenen tohum sayısını ve x; sayım yapılan gün sayısını ifade etmektedir.

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = \frac{\text{Çimlenen tohum sayısı} * 20}{100} \quad \text{Eq.(1)}$$

$$\text{Ortalama Çimlenme Zamanı (gün)} = \frac{\sum (fx)}{\sum f} \quad \text{Eq.(2)}$$

Saksı denemesi

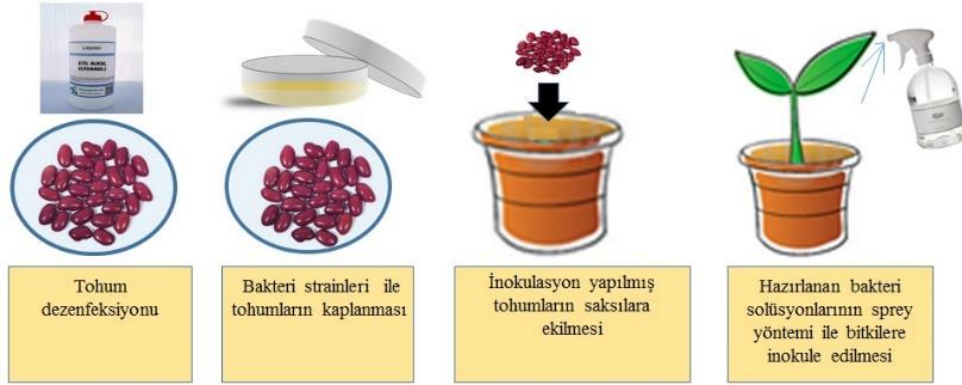
Saksı denemesi üç bakteri straini (*Stenotrophomonas maltophilia* strain SY55, *Microbacterium esteraromaticum* strain SY48 ve *Rhizobium radiobacter* strain SK63), strainlerin kombinasyonu (SY45+SY48+SK63), gübre (saksı başına 50 ppm N, 250 ppm K ve 100 ppm P) ve negatif kontrol (sdH₂O) olmak üzere 6 uygulama ile 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 2). Her bir uygulama için saksılara 6 adet fasulye tohumu ekilmiş ve çıkıştan sonra seyreltme yapılarak 3 bitki bırakılmıştır. Bakteri uygulaması tohuma ve gerçek yapraklar çıktıktan bir hafta sonra bitkilere sprey şeklinde uygulanmıştır (Şekil 1). Tohumların çıkış süresi kaydedilmiştir. Çıkış süresi (Eşitlik 3) aşağıda belirtilen

formül yardımı ile hesaplanmıştır. Formülde MGT; ortalama çıkış süresini, f; çıkan tohum sayısı, ve x; çıkış gününü ifade etmektedir.

$$MGT = \frac{\sum(fx)}{\sum f}$$

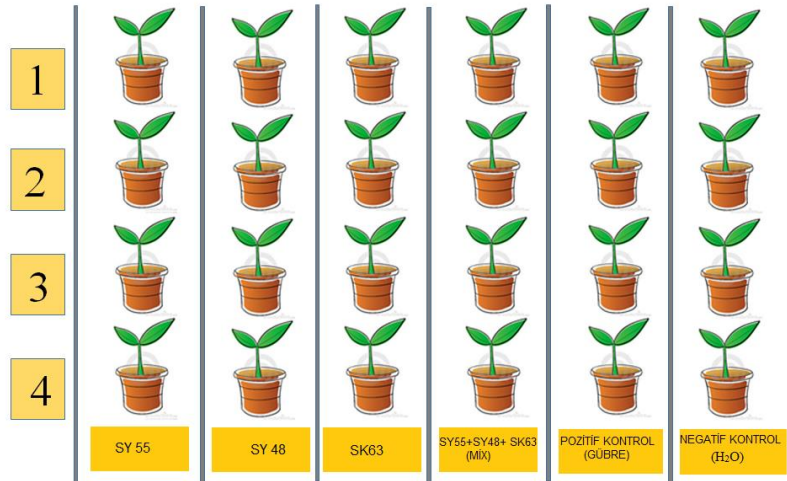
Eq.(3)

Bitkiler 1 ay sonra sökülüş ve uygulamaların bitki boyu, yaprak sayısı, ana gövdedeki boğum sayısı, toprak üstü yaş ağırlığı, toprak üstü kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kuru kök ağırlığı belirlenmiştir. Kjeldahl yöntemi ile azot oranı tespit edilmiştir (Kacar, 1972). Belirlenen azot miktarı 6.25 katsayısı ile çarpılarak ham protein oranı % olarak hesaplanmıştır (Bremmer, 1965).



Şekil 1. Tohum ve bitkilere bakteri inokülasyonu

Figure 1. Bacterial inoculation into seeds and plants



Şekil 2. Deneme deseni

Figure 2. Experimental design

Verilerin değerlendirilmesi

In vitro ortamda, Seyman ve Sarıkız çeşitlerinde çimlendirme testi sonucu elde edilen verilerin varyans analizine uygunluğu Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile belirlenmiştir ($p>0.05$). Levene Homojenlik testiyle varyansların homojenliği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ortalama çimlenme zamanı ve çimlenme hızı için interaksiyon etkisi önemli bulunmuştur ve gruplar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi belirlenmiş, gruplar arasındaki farklılıklar farklı harflerle ifade edilmiştir.

Bakteri strainlerinin etki mekanizmalarının belirlenmesi

Katalaz testi

Katalaz enziminin varlığı Klement ve ark. (1990)'ın belirttiği yöntemle yapılmıştır. NA besi ortamında 24-48 saat geliştirilen bakteri kültüründen alınan koloniler lam üzerine bırakılmış ve %70'lik H₂O₂ solüsyonundan ilave edilmiştir. Gözlenen kabarcık oluşumu katalaz pozitif olarak kaydedilmiştir.

1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase aktivitesi

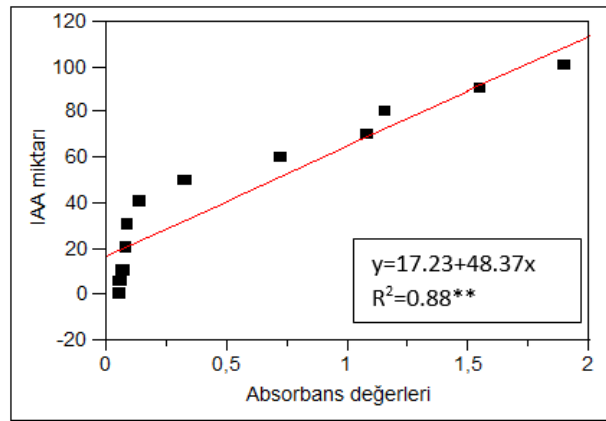
Bakteri strainlerinin ACC deaminaz aktivitesi Penrose & Glick (2003) yöntemine göre belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan PGPB strainlerinin Dworkin-Foster (1958) minimal tuz içeren besi ortamına çizgi ekimle inokule edilmiştir. ACC içeren besi ortamında bakteri gelişimi ACC deaminaz pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Siderofor üretiminin belirlenmesi

Bakteri strainlerinin siderofor üretimi Blue-CAS Agar besi ortamı belirlenmiştir. Bakteri strainleri besi ortamına birbirlerine eşit uzaklıkta olacak şekilde dört noktaya ekim yapılarak 24°C'de 7 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda bakteri kolonisi etrafında portakal renkli alanın meydana gelmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (Klement ve ark., 1990) ve bu alanın çapı ve koloni çapı ölçülerek siderofor üretim indeksleri belirlenmiştir (Duman & Soylu, 2019).

İndol asetik asit (IAA) üretimi

Test edilen bakteri strainleri triptofan içeren Luria Broth (LB) besi ortamında (1 g L⁻¹) 30°C'de ve üç gün inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda süspansiyonun 1 ml'si 10 dk 10.000 rpm'de santrifüjlenmiştir. Ardından süpernatant kısmı tüpe aktarılmış, 2-3 damla ortofosforik asit ve 4 ml Salkowski ayırıcı eklenmiştir. Tüpler 30 dakika oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletildiğinde meydana gelen pembe renk IAA üretimi pozitif olarak değerlendirilmiştir. Spektrofotometrede 535 nm'de yapılan ölçüm değerleri farklı konsantrasyonlarda IAA içeren çözeltiler ile spektrofotometrede yapılan ölçümler sonrası elde edilen standart eğriye (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 ppm) göre hesaplanarak IAA miktarları µg ml⁻¹ olarak belirlenmiştir (Kaya Özdoğan, 2020).



Şekil 3. İndol Asetik Asit standart eğrisi
Figure 3. Indole Acetic Acid standard curve

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uygulamaların çimlenme oranına (%), hızına ve zamanına (gün) etkisi

Yapılan petri denemesinde uygulamaların çimlenme oranına, hızına ve zamanına etkisi Çizelge 2’de sunulmuştur. Her iki fasulye çeşidinde de tohum inokulasyonunun çimlenme oranına etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Tohumların bakterizasyonunun çimlenme hızına ve ortalama çimlenme zamanına etkisi Seyman ve Sarıkız çeşitlerinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p= 0.000$). Bakteri uygulamalarının çimlenme hızına etkisi incelendiğinde hepsinin negatif kontrole kıyasla iyi sonuç verdikleri ve aynı grupta yer aldıkları tespit edilmiştir. Çimlenme zamanına bakteri uygulamalarının etkisi değerlendirildiğinde Seyman çeşidinde en iyi sonucu veren uygulama MİX (6.67 gün) olarak belirlenirken, *Stenotrophomonas maltophilia* strain SY55 uygulamasının kontrole göre tohumların çimlenme zamanını kısalttığı (7.18 gün) saptanmıştır. Uygulamalarının Sarıkız çeşidinin ortalama çimlenme zamanına etkisi değerlendirildiğinde ise bakteri inokulasyonlarının kontrol grubuna göre daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir. Bakteri uygulamalarının hepsinin kontrol grubuna kıyasla ortalama çimlenme zamanının düşürdüğü belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar bakteri uygulamaları ile çeşit interaksiyonunun çimlenme hızı, çimlenme zamanı ve çıkış sürelerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2. Bakteri uygulamalarının çimlenme oranına, çimlenme hızına ve çimlenme zamanına etkisi

Table 2. Effect of bacterial applications on germination rate, germination rate and germination time

Çeşitler	Çimlenme Oranı (%)		Çimlenme Hızı (Gün)		Çimlenme Zamanı (Gün)	
	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız
SY55	100	100	2.92 ± 0.03 ^a	2.07 ± 0.06 ^a	7.18 ± 0.09 ^b	9.47 ± 0.12 ^a
SY48	100	100	3.00 ± 0.01 ^a	2.11 ± 0.02 ^a	6.88 ± 0.03 ^a	9.55 ± 0.08 ^a
SK63	100	100	3.01 ± 0.06 ^a	2.08 ± 0.02 ^a	6.88 ± 0.18 ^a	9.68 ± 0.08 ^a
Mix	100	100	3.1 ± 0.06 ^a	2.07 ± 0.01 ^a	6,67 ± 0.06 ^a	9.72 ± 0.04 ^a
Kontrol	100	100	2.26 ± 0.,02 ^b	1.85 ± 0.01 ^b	9,00 ± 0,08 ^c	10.92 ± 0.07 ^b
Sign.			0.000	0.000	0.000	0.000

*Değerler 3 tekerrür ortalamasıdır. Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p\leq 0.01$)

**SY-55; *Stenotrophomonas maltophilia*, SY-48; *Microbacterium esteraromaticum*, SK-63; *Rhizobium radiobacter*, MİX; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*

Uygulamaların fasulye bitkisinin bazı tarımsal karakterleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi

Çıkış süresi (gün)

Uygulamaların Seyman ve Sarıkız çeşitlerinin çıkış süresine etkisi istatistiki olarak önemli ($p=0.000$) bulunmuştur ve sonuçlar Çizelge 3’te belirtilmiştir. Seyman çeşidinde bakteri inokulasyonu yapılan tohumların negatif kontrol ve gübre uygulamasına kıyasla daha hızlı çıkış gösterdiği tespit edilmiştir. Tohumlarda en hızlı çıkış, strainlerinin karışım şeklinde uygulandığı grupta (4.83 gün) belirlenmiştir. Bu değer gübre uygulamasında 6.84, negatif kontrol grubunda ise 7.42 gün olarak saptanmıştır. Sarıkız fasulye çeşidi için sonuçlar değerlendirildiğinde bakteri uygulamalarının gübre ve negatif kontrol grubuna göre ortalama çimlenme zamanını düşürdüğü tespit edilmiştir. En hızlı çıkış süresi (5.83 gün) *S. maltophilia* strain SY55 uygulaması yapılan tohumlarda belirlenirken gübre uygulamasının negatif kontrol ile aynı grupta yer aldığı ve en uzun çıkış süresine (10.08 gün) sahip olduğu saptanmıştır.

Kök uzunluğu (cm)

Uygulamaların çeşitlerin kök uzunluğuna etkisi Çizelge 3’de sunulmuştur. Seyman çeşidi için sonuçlar incelendiğinde en iyi kök uzunluğu 12.9 cm ile *S. maltophilia* strain SY55 inokulasyonu yapılan bitkilerde ölçülmüştür. Bakteri strainlerinin karışım şeklinde inokule edildiği bitkilerde ölçülen 11.2 cm kök uzunluğu ise ikinci en iyi sonuç olarak kaydedilmiştir. *R. radiobacter* strain SK63 uygulamasının ise gübre ve negatif kontrole göre kök uzunluğunda etkili

olmadığı belirlenmiştir. Çizelde 3 Sarıkız fasulye çeşidi için değerlendirildiğinde kök uzunluğu için ilk üç sırada *S. maltophilia* strain SY55 (16.09 cm), gübre (14.92 cm) ve *R. radiobacter* strain SK63 (10.85 cm) uygulamalarının yer aldığı görülmüştür.

Gövde uzunluğu (cm)

Uygulamaların fasulye çeşitlerinin gövde uzunluğuna etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Seyman çeşidinde en iyi gövde uzunluğu 3.71 cm ile *S. maltophilia* strain SY55 inokulasyonu sonucunda elde edilmiştir. Gübre ve *M. esteraromaticum* strain SY48 uygulamalarının sırasıyla 31.58 cm ve 32.13 cm bitki boyu uzunluğu ile aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Negatif kontrol grubu ile kıyaslandığında strainlerin karışım şeklinde inokulasyonunun Seyman çeşidinde gövde uzunluğuna etkisi daha düşük bulunmuştur. Sarıkız çeşidinde ise uygulamaların gövde uzunluğuna etkisinin $p \leq 0.01$ ihtimal sınırlarında önemsiz olduğu görülmüştür.

Yaprak sayısı (adet)

Yapılan uygulamaların Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinin yaprak sayısına etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Seyman çeşidinde uygulamaların yaprak sayısına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sarıkız çeşidinde yapılan karşılaştırma testi sonucunda en yüksek yaprak sayısı (4.17 adet) *S. maltophilia* strain SY55 inokulasyonu sonucu elde edilmiştir. Ancak negatif kontrol grubuna göre *R. radiobacter* strain SK63, MİX ve gübre uygulamalarının daha az yaprak sayısına neden olduğu ve aynı grupta yer aldıkları tespit edilmiştir.

Boğum sayısı (adet)

Bitkilerin boğum sayısına uygulamaların etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Seyman çeşidi için sonuçlar incelendiğinde en yüksek boğum sayısı *S. maltophilia* strain SY55 ve *M. esteraromaticum* strain SY48 uygulamalarında sırasıyla 2.67 ve 2.58 adet olarak sayılmıştır. Sarıkız fasulye çeşidinde de 3.33 adet boğum sayısı ile en yüksek değer *S. maltophilia* strain SY55 uygulamasında belirlenmiştir. Her iki çeşit için de MİX uygulamasının negatif kontrol gurubu ile aynı gurupta yer aldığı, dolayısıyla etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Kök yaş ağırlığı (g)

Uygulamaların bitkilerin kök yaş ağırlığına etkisi Çizelge 3'te belirtilmiştir. Seyman çeşidinde *S. maltophilia* strain SY55, MİX ve gübre uygulamalarının negatif kontrol ile aynı grupta yer aldığı, yaş kök ağırlığına etkisi bakımından aralarında bir fark olmadığı tespit edilmiştir. *M. esteraromaticum* strain SY48 ve *R. radiobacter* strain SK63 uygulamalarının aynı grupta yer aldığı ve negatif kontrolle kıyaslandığında fasulyede kök yaş ağırlığı üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Sarıkız fasulye çeşidinde bakteri uygulamalarının etkili olmadığı, en iyi kök ağırlığının (1.73 g) gübre uygulaması sonucunda ortaya çıktığı görülmüştür.

Gövde yaş ağırlığı (g)

Uygulamaların Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinin gövde yaş ağırlığına etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. Seyman çeşidinde en yüksek ağırlık 6.86 g ile *S. maltophilia* strain SY55 straininin inokulasyonu sonucunda elde edilirken, Sarıkız çeşidinden uygulamaların bitkilerin gövde yaş ağırlığı üzerinde etkisi %1 ihtimal seviyesinde önemsiz bulunmuştur.

Kök kuru ağırlığı (g)

Uygulamaların fasulye bitkilerinin kök kuru ağırlığına etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Seyman çeşidinde en iyi sonuç *S. maltophilia* strain SY55 uygulaması sonucunda 0.11 g olarak elde edilmiştir. Strainlerin karışım şeklinde uygulanmasının negatif kontrol grubu ile aynı sonucu verdiği, kök kuru ağırlığına etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Negatif kontrol ile kıyaslandığında *R. radiobacter* strain SK63 uygulamasının kök kuru ağırlığına etkisinin olmadığı görülmüştür. Sarıkız çeşidinde ise uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerinde etkisiz olduğu saptanmıştır.

Gövde kuru ağırlığı (g)

Yapılan varyans analizi sonucunda Seyman ve Sarıkız çeşitlerinde uygulamaların gövde kuru ağırlığına etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulamaların bazı bitki parametreleri üzerine etkisi

Table 3. The effect of applications on some plant parameters

Çeşitler	Çıkiş Süresi (Gün)		Yaprak Sayısı (adet)		Boğum Sayısı (adet)	
	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız
SY55	5.25 ± 0.16 ^{abc}	5.83 ± 0.10 ^a	3.42 ± 0.08	4.17 ± 0.07 ^a	2.67 ± 0.14 ^a	3.33 ± 0.24 ^a
SY48	5.08 ± 0.16 ^{ab}	6.33 ± 0.24 ^{bc}	3 ± 0.001	3.5 ± 0.07 ^{cd}	2.58 ± 0.08 ^a	2.5 ± 0.1 ^{bc}
SK63	5.08 ± 0.21 ^{ab}	5.92 ± 0.28 ^{ab}	3.08 ± 0.08	3.67 ± 0.001 ^c	2.08 ± 0.08 ^b	2.83 ± 0.1 ^{ab}
MiX	4.83 ± 0.21 ^a	6.08 ± 0.16 ^{bc}	3.17 ± 0.1	3.33 ± 0.001 ^e	2.17 ± 0.1 ^b	2.33 ± 0.001 ^c
Gübre	6.84 ± 0.10 ^{de}	10.08 ± 0.16 ^d	3.33 ± 0.14	3.67 ± 0.14 ^c	2.5 ± 0.22 ^{ab}	2.92 ± 0.16 ^{ab}
NK	7.42 ± 0.64 ^d	9.42 ± 0.21 ^d	3.17 ± 0.1	3.83 ± 0.07 ^b	2.17 ± 0.1 ^b	2.33 ± 0.14 ^c
Sign.	0.000	0.000	0.170	0.002	0.030	0.005
Çeşitler	Gövde Uzunluğu (cm)		Gövde Yaş Ağırlığı (g)		Gövde Kuru Ağırlığı (g)	
	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız
SY55	35.71 ± 1.59 ^a	31.53 ± 2.47	6.86 ± 0.31 ^a	9.33 ± 0.41	0.5 ± 0.05	0.71 ± 0.04
SY48	32.13 ± 1.5 ^{ab}	25.75 ± 0.98	5.38 ± 0.33 ^{cd}	8.03 ± 0.85	0.44 ± 0.03	0.63 ± 0.06
SK63	27.81 ± 0.95 ^{bc}	28.33 ± 2.53	4.31 ± 0.35 ^d	9.84 ± 0.67	0.38 ± 0.03	0.74 ± 0.04
MiX	26.19 ± 1.33 ^c	31.17 ± 1.04	4.7 ± 0.05 ^{cd}	7.37 ± 0.87	0.36 ± 0.01	0.66 ± 0.04
Gübre	31.58 ± 1.9 ^{ab}	30.92 ± 0.37	6.54 ± 0.46 ^{ab}	8.58 ± 0.52	0.46 ± 0.04	0.69 ± 0.08
NK	29.42 ± 2 ^{bc}	27.58 ± 1.07	5.64 ± 0.49 ^{bc}	8.36 ± 0.5	0.41 ± 0.02	0.65 ± 0.06
Sign.	0.007	0.114	0.001	0.159	0.066	0.711
Çeşitler	Kök Uzunluğu (cm)		Kök Yaş Ağırlığı (g)		Kök Kuru Ağırlığı (g)	
	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız
SY55	12.94 ± 0.67 ^a	16.09 ± 0.72 ^a	0.54 ± 0.09 ^a	0.99 ± 0.14 ^{bc}	0.11 ± 0.02 ^a	0.25 ± 0.01
SY48	10.76 ± 1.04 ^{ab}	9.21 ± 0.36 ^b	0.32 ± 0.02 ^b	0.75 ± 0.11 ^{bc}	0.07 ± 0.001 ^b	0.09 ± 0.01
SK63	7.46 ± 0.77 ^c	10.85 ± 0.77 ^b	0.23 ± 0.06 ^b	0.74 ± 0.09 ^{bc}	0.04 ± 0.01 ^c	0.1 ± 0.01
MiX	11.24 ± 0.31 ^a	9.65 ± 0.59 ^b	0.56 ± 0.02 ^a	0.64 ± 0.05 ^c	0.06 ± 0.001 ^{bc}	0.11 ± 0.02
Gübre	10.33 ± 1.2 ^{ab}	14.92 ± 1.82 ^a	0.56 ± 0.06 ^a	1.73 ± 0.3 ^a	0.07 ± 0.01 ^b	0.22 ± 0.15
NK	8.58 ± 0.64 ^{bc}	10.33 ± 1.2 ^b	0.72 ± 0.07 ^a	1.23 ± 0.12 ^b	0.06 ± 0.001 ^{bc}	0.12 ± 0.01
Sign.	0.003	0.000	0.000	0.001	0.001	0.336

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır. Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

**SY-55; *Stenotrophomonas maltophilia*, SY-48; *Microbacterium esteraromaticum*, SK-63; *Rhizobium radiobacter*, MiX; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, NK; Negatif kontrol

Azot oranı (%)

Uygulamaların fasulye çeşitlerinin azot oranına etkisi Çizelge 4'te belirtilmiştir. Seyman fasulye çeşidinde uygulamaların interaksiyonunun önemsiz olduğu görülmüştür. Sarıkız çeşidinde ise uygulamaların azot oranına etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. Uygulamalar arasında *S. maltophilia* strain SY55, *R. radiobacter* strain SK63 ve strainlerin karışım şeklinde muamelesinin azot oranına etkisinin en yüksek değerde olduğu ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldıkları tespit edilmiştir.

Ham protein oranı (%)

Fasulye çeşitlerinde 6 farklı uygulamanın ham protein oranına etkisi Çizelge 4'te belirtilmiştir. Seyman çeşidinde, ham protein oranı üzerinde bakteri uygulamalarının istatistiksel olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir. Uygulamaların ham protein oranına etkisi Sarıkız çeşidi için değerlendirildiğinde istatistiki olarak farklılıkların önemli ($p=0.000$) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ham protein oranı *R. radiobacter* strain SK63 (48.51), *S. maltophilia* strain SY55 (48.04) ve MİX (47.22) uygulamalarında elde edilmiştir.

Çizelge 4. Uygulamaların ham protein ve azot oranı üzerine etkisi

Table 4. The effect of applications on crude protein and nitrogen ratio

Çeşitler	Azot Oranı (%)		Ham Protein Oranı (%)	
	Seyman	Sarı Kız	Seyman	Sarı Kız
SY55	6.19 ± 0.15	7.69 ± 0.06 ^a	38.71 ± 0.96	48.04 ± 0.37 ^a
SY48	6.08 ± 0.44	6.2 ± 0.13 ^c	37.98 ± 2.72	38.71 ± 0.80 ^c
SK63	6.45 ± 0.55	7.76 ± 0.13 ^a	40.29 ± 3.45	48.51 ± 0.82 ^a
MİX	38.71 ± 0.96	48.04 ± 0.37 ^a	38.71 ± 0.96	48.04 ± 0.37 ^a
Gübre	5.57 ± 0.1	6.88 ± 0.04 ^b	34.84 ± 0.66	42.65 ± 0.22 ^b
NK	5.41 ± 0.29	6.65 ± 0.37 ^{bc}	33.84 ± 1.78	41.55 ± 2.33 ^{bc}
Sign.	0.242	0.000	0.242	0.000

*Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır. Aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan fark yoktur ($p \leq 0.01$)

**SY-55; *Stenotrophomonas maltophilia*, SY-48; *Microbacterium esteraromaticum*, SK-63; *Rhizobium radiobacter*, MİX; *Stenotrophomonas maltophilia*+ *Microbacterium esteraromaticum*+*Rhizobium radiobacter*, NK; Negatif kontrol

PGPB strainlerinin etki mekanizmaları

Bakteri strainlerinin etki mekanizmalarına ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Test edilen bakteri strainlerin hepsinin katalaz pozitif sonuç verdiği ve aynı zamanda ACC deaminaz aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur. Çalışmada yer alan 3 bakteri strainin de IAA ürettiği belirlenmiş, en yüksek IAA 41.02 $\mu\text{g ml}^{-1}$ ile *M. esteraromaticum* strain SY-48'de tespit edilmiştir. *S. maltophilia* strain SY-55 ve *R. radiobacter* strain SK-63'ün sırasıyla 3,25 ve 2,8 siderofor üretim indeksine sahip oldukları saptanırken, *M. esteraromaticum* strain SY-48'in siderofor üretimi negatif bulunmuştur.

Çizelge 5. Bakteri strainlerinin etki mekanizmaları

Table 5. Mechanisms of mode of action of bacterial strains

Strain No	Katalaz	Acc-Deaminaz	Siderofor Üretim İndeksi	IAA ($\mu\text{g ml}^{-1}$)
SY-55	+	+	3,25	26.71
SK-63	+	Z ⁺	2,8	24.53
SY-48	+	Z ⁺	-	41.02

*SY-55: *Stenotrophomonas maltophilia*, SK-63: *Rhizobium radiobacter*, SY-48: *Microbacterium esteraromaticum*, IAA: İndol Asetik Asit, Z⁺: Zayıf pozitif

Yapılan bu çalışmada bakteri uygulamalarının *in vitro* ortamda Seyman ve Sarıkız çeşitlerine ait tohumların çimlenme hızı ve zamanı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Farklı çalışmalarda tohuma yapılan bakteri uygulamalarının tohumun çimlenme karakterlerini iyileştirdiği, tohumların çimlenme yüzdesini (Forti ve ark., 2020) ve çimlenme hızını (Gholami ve ark., 2009) artırdığı ortaya konulmuştur. Benzer şekilde, Entesari ve ark., (2013) ve Kumar ve ark., (2014) tarafından yapılan araştırmalarda da bakterilerle yapılan biyopriming uygulamasının tohum çimlenmesi üzerine olumlu sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar çimlenme hızındaki artışı, hızlandırılmış hücre bölünme hızına, proteaz ve nükleaz gibi çimlenmeye özgü enzimlerin aktivitesinin uyarılması üzerinde etkili olan IAA ve giberellinler gibi hormonların artan sentezine bağlamışlardır (Bench & Sanchez, 2004; Vishwa ve ark.,

2017; Kara ve ark., 2020). Artan giberallik asit sentezinin, α -amilaz gibi spesifik bir enzimin aktivitesini tetikleyeceği, bunun nişasta asimilasyonunun mevcudiyetinde bir artışa neden olarak erken çimlenmeyi etkileyebileceği belirtilmiştir (Gholami ve ark., 2009).

Mevcut çalışmada *in vivo* ortamda bakteri uygulamalarının fasulye tohumlarının çıkış süresini olumlu etkilediği, sonuçların gübre uygulamasından daha iyi olduğu görülmüştür. Bakteri uygulamaların etkisinin ise çeşitlere göre farklılık gösterdiği bulunmuştur. Seyman çeşidinde bakterilerin karışım şeklinde uygulanması en iyi sonucu verirken, Sarıkız çeşidinde *S. maltophilia* strain SY55 uygulamasının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Negi ve ark., (2020) tarafından fasulye tohumlarında, Kumar ve ark., (2014) tarafından nohut tohumlarında PGPB uygulamalarının etkili olduğunu gösteren raporlarda bildirilmiştir. Bakteri uygulamalarının Sarıkız çeşidinde gövde ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve boy uzunluğu üzerinde, Seyman çeşidinde ise yaprak sayısı, azot ve ham protein oranında etkisi önemsiz tespit edilmiştir. Negatif kontrolle kıyaslandığında genel olarak bakteri uygulamalarının incelenen parametreler üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Özellikle *S. maltophilia* strain SY55 uygulamasının Seyman çeşidinde kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, boy uzunluğu, gövde ağırlığı ve boğum sayısı üzerindeki etkisi gübre uygulamasından daha etkili bulunmuştur. Aynı strainin Sarıkız çeşidinde gübre uygulamasına göre kök uzunluğunu, yaprak sayısını, boğum sayısını, azot ve ham protein oranını artırdığı tespit edilmiştir. Angin & Dadaşoğlu (2022) tarafından bakteri strainleri ile yapılan tohum uygulamasının İspir ve Hınıs fasulye genotiplerinin protein oranını, bitki boyunu, yaprak sayısını, bitki yaş ağırlığını, bitki kuru ağırlığını, kök uzunluğunu, kök yaş ve kuru ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Korir ve ark. (2017) tarafından fasulyede rhizobiyal strain IITA-PAU 987 ve *B. megaterium*'un kombinasyon şeklinde uygulanmasının, yüksek sürgün kuru ağırlığına (6.84 g) yol açtığı, ancak *P. polymyxa* ile birlikte inokülasyonun önemli bir farka neden olmadığı bulunmuştur. Soya fasulyesinin *Bacillus* strainlerinin *Bradyrhizobium japonicum* ile birlikte inokülasyonunun sürgün ağırlığı, kök ağırlığı, toplam biyokütle, toplam nitrojen ve tane veriminde en büyük artışlar sağladığı bildirilmiştir (Bai ve ark., 2003). *P. stutzeri* strain AK17 ve *P. polymyxa* strain KM6 ile inokülasyonun normal ve kuraklık stresi koşullarında inokule edilmemiş kontrole kıyasla fasulye gelişim parametrelerini (kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, bitki taze ve kuru ağırlığı) iyileştirdiği tespit edilmiştir (Magnucka & Pietr, 2015). Abd El-Azeem ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada bakteri uygulamasından 39 gün sonra, kontrol ile karşılaştırıldığında 56 bakteri straininden 52'sinin baklanın bitki boyunu %0.47-27.2 oranında, sürgün kuru ağırlığını ise %3.87-41.9 oranında artırdığı bulunmuştur. Ricci ve ark. (2019), tarafından PGPB uygulamasının sürgün ve kök taze ağırlığını ve bunların kuru ağırlığını, bitki uzunluğunu ve boyunu iyileştirdiği gösterilmiştir. *B. cereus* inokülasyonunun, (Faisal & Hasnain, 2006), Rhizobium ile birlikte inokule edilen PGPB strainlerinin (Raza ve ark., 2004) maş fasulyesinin büyümesini ve verimini önemli ölçüde artırdığı, *Pseudomonas aeruginosa* BHU B13-398 ve *Bacillus subtilis* BHU M strainleri ile inokülasyonun ise maş fasulyesinin kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök ve sürgün taze ve kuru ağırlığı, yaprak alanı ve klorofil içeriği gibi büyüme parametrelerini geliştirdiği ortaya konulmuştur (Kumar ve ark., 2018).

Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etki mekanizmaları değerlendirildiğinde hepsinin katalaz pozitif özellikte olduğu belirlenmiştir. Katalaz aktivitesine sahip PGPB'lerin, stres sırasında bitki ROS seviyesini ayarladıkları (Cowell ve ark., 1994), bunun sonucunda bitkileri kimyasal, çevresel ve mekanik strese karşı koruyarak bitki büyümesini destekleyici potansiyel sergiledikleri bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2018). Bu çalışmada yer alan üç strainin IAA ürettikleri (26.71-41.02 $\mu\text{g ml}^{-1}$) tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular Rana ve ark. (2011) tarafından bildirilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ancak Kumari et al., 2018 tarafından yapılan çalışmada *Pseudomonas* (iki), *Bacillus* (bir) ve *Acinetobacter* (bir) strainleri tarafından üretilen IAA konsantrasyonunun 45.66 ile 111.94 $\mu\text{g ml}^{-1}$ arasında, *Ensifer* (iki), *Rahnella* (bir) ve *Acinetobacter* (bir) strainleri tarafından üretilen IAA'nın ise 10.76-290.64 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Bechtaoui ve ark., 2019). Bu durum kültür süpernatantlarının analizi ile açıklanmıştır ve bakteri strainlerinin farklı L-triptofan konsantrasyonlarında değişken miktarlarda oksin ürettiği ortaya konulmuştur (Akhtar & Basharat, 2011). Bakteri strainlerinin fasulye bitkisinin gelişim parametreleri üzerindeki olumlu etkisi kök proliferasyonunu arttırmakla ilgili olan IAA'yi sentezleme kabiliyetleri ile açıklanmaktadır

(Spaepen ve ark., 2008). Akhtar & Basharat (2011) tarafından fasulyede yapılan çalışmada bakteriyel IAA'in biyolojik aktivitesi, kök uzunluğu üzerindeki inhibitör etkisi ve yanal kök sayısındaki artış ile gösterilmiştir. IAA'in kök yüzey alanını artırarak daha fazla besin alımı sağladığı ve bitki gelişimini uyardığı ifade edilmektedir (Bechtaoui ve ark., 2020). Yapılan bu çalışmada strainlerin siderofor üretimleri incelendiğinde *S. maltophilia* strain SY55'in pozitif, diğer iki strainin ise zayıf pozitif karakterde olduğu tespit edilmiştir. Siderofor üreten bakteri strainlerinin, bitki hastalık etmenlerinin in vitro ve in vivo koşullarda antifungal etkinlikte rol oynadığı gibi (Aktan & Soylu, 2020; Soylu ve ark., 2021; Soylu ve ark., 2022) çeşitli seviyelerde bitki büyümesini arttırdığı rapor edilmiştir (Verma ve ark. 2015; Ahmad ve ark., 2016). Bakteriler tarafından üretilen sideroforun, bitkilerin demir alımına yardımcı olduğu, demir-siderofor kompleksini absorbe edemeyen fitopatojenler için demir mevcudiyetini sınırlandırarak gelişmelerinde inhibisyona neden olduğu belirlenmiştir (Shen ve ark., 2013).

Mevcut çalışmada *S. maltophilia* strain SY55'in ACC deaminaz enzimine sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da bakteri strainlerinin ACC deaminaz enzimine sahip oldukları ve bu enzimin aktivitesinin bitkilerin büyüme teşvikinde çok önemli rol oynadığı gösterilmiştir (Noreen ve ark., 2011; Lim & Kim, 2013; Naveed ve ark., 2014; Duman & Soylu, 2019). Önceki çalışmalarda, bakteri kaynaklı ACC deaminazın köklerdeki ACC seviyesini önemli ölçüde azalttığı ortaya konulmuştur (Penrose & Glick, 2003; Kruasuwan & Thamchaipenet, 2018). ACC, bitki köklerinden rizosfere salınmakta ve PGPB tarafından salgılanan ACC deaminaz tarafından NH₃ ve a-ketobutirata dönüştürülmekte ve böylece etilen seviyesi düşmektedir. Etilendeki azalmanın, uygun kök büyümesi, bitkiler tarafından iyileştirilmiş su ve besin alımı ile sonuçlandığı ve bitkinin genel büyümesini artırdığı belirtilmektedir (Naveed ve ark., 2014; Danish ve ark., 2019).

Yapılan bu çalışmada bakteri uygulamalarının Sarıkız çeşidinin ham protein oranına etkisi önemli bulunurken, Seyman çeşidinde uygulamaların etkisiz olduğu görülmüştür. Protein içeriğindeki artış, PGPB inokulasyonuna bağlı olarak nitrojen fiksasyonundaki daha yüksek nispi artışla ilişkili bulunmuştur (Stefan ve ark., 2013). Ancak bizim çalışmamızda, ham protein oranında en yüksek değere sahip olan *S. maltophilia* strain SY55'in nitrojen fiksasyon testi negatif bulunmuştur. Bu nedenle, protein içeriğindeki artış, bakteri inokulasyonu ile fasulye bitkisinin fizyolojik aktivitelerinin artması ve ardından büyümesi ile ilişkili olabilir. Aynı şekilde Stefan ve ark., (2013) tarafından yapılan araştırmada *Bacillus pumilus* Rs3 straini ile inokulasyonun soya fasulyesinde protein biyosentez süreçlerini uyardığı ve proteinin toplam miktarını %66 arttırdığı bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda fasulyede ham protein oranının genetik yapıya (Önder, 1992), biyoinkulanta (Nadeem ve ark., 2004) ve gübrelemeye (Erman ve ark., 2010) bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan bakteri strainlerinin her iki çeşitte incelenen parametreler açısından olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Kullanılan strainlerin etkisinin çeşit farklılığına bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Dos Santos ve ark. (2022) tarafından PGPB strainlerinin çeşitler arasında farklılık sergilediği ve her bitki türünün rizosferinde farklı zenginlik gösteren spesifik bakteri cinslerinin olduğu gösterilmiştir. Farklı araştırmalarda bitkilerin kök salgılarının kimyasal bileşenlerinin, bir organizmayı cezbederken, diğerini uzaklaştırabileceği (Chaparro ve ark., 2012), toprak özellikleri, bitki genotipleri ve bitkilerin gelişme dönemlerinin bakteri ve bitki interaksiyonunu şekillendirdiği bildirilmiştir (Moroenyane ve ark., 2021; Li ve ark., 2022).

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada farklı bakteri strainlerinin (tek ve karışım şeklinde) fasulye çeşitlerinin tohumuna ve yapraklarına yapılan inokulasyonun bazı büyüme parametlerine etkisi incelenmiştir. Bakteri strainlerinin etkisinin çeşitlere bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, genel olarak test edilen parametreler üzerinde olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle strainler arasında *Stenotrophomonas maltophilia* strain SY55'in Seyman ve Sarıkız fasulye çeşitlerinde kök uzunluğu, kök kuru ağırlığı, gövde ağırlığı, boy uzunluğu, boğum sayısı, yaprak sayısı, azot ve ham protein oranı bakımından gübre uygulamasından daha iyi sonuç verdiği, fosfat çözme, katalaz, ACC deaminaz siderofor ve IAA üretimi ile bitki büyümesini destekleyici özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla çiftçilere pahalı kimyasal gübrelere bir alternatif sunmak ve gübrelere aşırı kullanımından kaynaklanan çevresel sorunların hafifletilmesine yardımcı olmak için *S. maltophilia* strain SY55 ürün formülasyonunda

kullanılabilir. Bu konuda farklı toprak ve iklim özelliklerine sahip alanlarda, farklı fasulye çeşitlerine uygun strainlerin seçilmesi ihtiyacının altını çizmek gereklidir.

TEŞEKKÜR

2019-FBE-L09 numaralı projenin desteklenmesinde verdikleri katkıdan dolayı Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abd El-Azeem, S.A.M., Mehana, T.A., & Shabayek, A.A. (2007). Some plant growth promoting traits of rhizobacteria isolated from Suez Canal region, Egypt. *In African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1517-1525.
- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. *Journal of King Saud University-Science*, 26 (1), 1-20. <https://doi.org/10.1016/J.Jksus.2013.05.001>
- Ahmad, I., Akhtar, M.J., Asghar, H.N., Ghafoor, U., & Shahid, M. (2016). Differential effects of plant growth-promoting rhizobacteria on maize growth and cadmium uptake. *Journal of Plant Growth Regulation*, 35, 303-315. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9534-5>
- Akhtar, S., & Ali, B. (2011). Evaluation of rhizobacteria as non-rhizobial inoculants for mung beans. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (13), 1723-1729.
- Angın, H., & Dadaşoğlu, E. (2022). PGPR izolatlarının bazı fasulye genotiplerinde bitki gelişimi üzerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12 (4), 2495-2505. <https://doi.org/10.21597/jist.1146090>
- Bai, Y., Zhou, X., & Smith, D.L. (2003). Enhanced soybean plant growth resulting from coinoculation of *Bacillus* strains with *Bradyrhizobium japonicum*. *Crop Science*, 43 (5), 1774-781. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1774>
- Barea, J.M., & Richardson, A.E. (2015). Phosphate mobilisation by soil microorganisms. *Principles of Plant-Microbe Interactions: Microbes for Sustainable Agriculture*, 225-234. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08575-3>
- Bechtaoui, N., Raklami, A., Benidire, L., Tahiri, A.I., Göttfert, M., & Oufdou, K. (2020). Effects of PGPR co-inoculation on growth, phosphorus nutrition and phosphatase/phytase activities of faba bean under different phosphorus availability conditions. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29 (2), 1557-1565. <https://doi.org/10.15244/pjoes/110345>
- Bechtaoui, N., Raklami, A., Tahiri, A.I., Benidire, L., El Alaoui, A., Meddich, A., & Oufdou, K. (2019). Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and their benefits on growth and phosphate nutrition of faba bean and wheat. *Biology Open*, 8 (7), bio043968. <https://doi.org/10.1242/bio.043968>
- Bench Alr, Sanchez Ra. (2004). *Handbook of Seed Physiology*. Food Product Press, Ny/ London.

- Beshir, H.M., Walley, F.L., Bueckert, R., & Tar'an, B. (2015). Response of snap bean cultivars to Rhizobium inoculation under dryland agriculture in Ethiopia. *Agronomy*, 5 (3), 291-308. <https://doi.org/10.3390/agronomy5030291>
- Blumer, C., & Haas, D. (2000). Mechanism, regulation, and ecological role of bacterial cyanide biosynthesis. *Archives of Microbiology*, 173, 170-177. <https://doi.org/10.1007/s002039900127>
- Bose, B., & Mishra, T. (1992). Response of wheat seed to presowing seed treatment with Mg(NO₃)₂. *Annals Agriculture Research*, 13, 132-136.
- Bremner, J.M. (1965). Organic Forms of Nitrogen: Methods of Soil Analysis. *Chemical and Microbiological Properties Methods*, 9, 1238-1255.
- Chaparro, J.M., Sheflin, A.M., Manter, D.K., & Vivanco, J.M. (2012). Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. *Biology and Fertility of Soils*, 48, 489-499. <https://doi.org/10.1007/S00374-012-0691-4>
- Chekanai, V., Chikowo, R., & Vanlauwe, B. (2018). Response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to nitrogen, phosphorus and rhizobia inoculation across variable soils in Zimbabwe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 167-173. <https://doi.org/10.1016/J.Agee.2018.08.010>
- Collavino, M.M., Sansberro, P.A., Mroginski, L.A., & Aguilar, O.M. (2010). Comparison of in vitro solubilization activity of diverse phosphate-solubilizing bacteria native to acid soil and their ability to promote *Phaseolus vulgaris* growth. *Biology and Fertility of Soils*, 46, 727-738. <https://doi.org/10.1007/S00374-010-0480-X>
- Cowell, D.C., Dowman, A.A., Lewis, R.J., Pirzad, R., & Watkins, S.D. (1994). The rapid potentiometric detection of catalase positive microorganisms. *Biosensors and Bioelectronics*, 9 (2), 131-138. [https://doi.org/10.1016/0956-5663\(94\)80104-5](https://doi.org/10.1016/0956-5663(94)80104-5)
- Danish, S., Zafar-ul-Hye, M., Hussain, M., Shaaban, M., Núñez-Delgado, A., Hussain, S., & Qayyum, M.F. (2019). Rhizobacteria with ACC-deaminase activity improve nutrient uptake, chlorophyll contents and early seedling growth of wheat under PEG-induced osmotic stress. *International Journal of Agriculture & Biology*, 21 (6), 1212-1220. <https://doi.org/10.17957/ijab/15.1013>
- Dos Santos, S.R.L., Costa, R.M., de Aviz, R.O., Melo, V.M.M., de Almeida Lopes, A.C., de Araujo Pereira, A.P., & Araujo, A.S.F. (2022). Differential plant growth-promoting rhizobacteria species selection by maize, cowpea, and lima bean. *Rhizosphere*, 24, 100626. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100626>
- Duman, K., & Soyly, S. (2019). Characterization of antagonistic and plant growth-promoting traits of endophytic bacteria isolated from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Plant Protection Bulletin*, 59 (3), 59-69. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.597214>
- Dworkin, M., & Foster, J. (1958). Experiments with some microorganisms which utilize ethane and hydrogen. *Journal of Bacteriology*, 75 (5), 592-603.
- Elkoca, E. (1997). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de tuza dayanıklılık üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 s.
- Entesari, M., Sharifzadeh, F., Ahmadzadeh, M., & Farhangfar, M. (2013). Seed biopriming with *Trichoderma* species and *Pseudomonas fluorescent* on growth parameters, enzymes activity and nutritional status of soybean. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (4), 610-619.
- Erman, M., Kotan, R., Çakmakçı, R., Çiğ, F., Karagöz, F., & Sezen, M. (2010). Van Gölü Havzası'ndan izole edilen azot fikseri ve fosfat çözücü bakterilerin buğday ve şeker pancarında büyüme ve verim özellikleri üzerine etkileri. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 28, 325-329.
- Faisal, M., & Hasnain, S. (2006). Growth stimulatory effect of *Ochrobactrum intermedium* and *Bacillus cereus* on *Vigna radiata* plants. *Letters in Applied Microbiology*, 43 (4), 461-466. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2006.01977.x>

- Forti, C., Shankar, A., Singh, A., Balestrazzi, A., Prasad, V., & Macovei, A. (2020). Hydropriming and biopriming improve *Medicago truncatula* seed germination and upregulate DNA repair and antioxidant genes. *Genes*, 11 (3), 242. <https://doi.org/10.3390/genes11030242>
- Gholami, A., Shahsavani, S., & Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 3 (1), 9-14.
- Goertz, S.H., & Coons, J.M. (1989). Germination response of tepary and navy beans to sodium chloride and temperature. *Hortscience*, 24 (6), 923-925. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.24.6.923>
- Graham, P.H., & Vance, C.P. (2000). Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Research*, 65 (2-3), 93-106. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00080-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00080-5)
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri (I. Basım)*. Nobel Yayın No: 1241, Fen Bilimleri No: 63, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kara, M., & Soylu, 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*. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 36-46. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1021349>
- Kara, M., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E.M., & 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. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1290.25>
- Kasim, W.A., Gaafar, R.M., Abou-Ali, R.M., Omar, M.N., & Hewait, H.M. (2016). Effect of biofilm forming plant growth promoting rhizobacteria on salinity tolerance in barley. *Annals of Agricultural Sciences*, 61 (2), 217-227. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2016.07.003>
- Kaya Özdoğan, D. (2020). Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 120 s.
- Kaya, M.D., Kaya, G., & Kolsarıcı, Ö. (2005). Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (4), 448-452. http://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000567
- Klement, Z., Rudolph, K., & Sands, D.C. (1990). *Methods In Phytobacteriology*. Akademia Kiado, Budapest, Xiv+568 s.
- Korir, H., Mungai, N.W., Thuita, M., Hamba, Y., & Masso, C. (2017). Co-inoculation effect of rhizobia and plant growth promoting rhizobacteria on common bean growth in a low phosphorus soil. *Frontiers in Plant Science*, 8, 141. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00141>
- Kruasawan, W., & Thamchaipenet, A. (2018). 1-Aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase-producing endophytic diazotrophic *Enterobacter* sp. EN-21 modulates salt-stress response in sugarcane. *Journal of Plant Growth Regulation*, 37, 849-858. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9780-4>
- Kumar, A., Singh, A.K., & Kishore, A.S. (2018). *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture: Food Security and Environmental Management*. Woodhead Publishing. ISBN: 9780128158791.
- Kumar, V., Shahid, M., Singh, A., Srivastava, M., Mishra, A., Srivastava, Y.K., & Sharma, A. (2014). Effect of biopriming with biocontrol agents *Trichoderma harzianum* (Th. Azad) and *Trichoderma viride* (01pp) on chickpea genotype (Radhey). *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 5, 1000247. <http://doi.org/10.4172/2157-7471.1000247>
- Kumari, P., Meena, M., & Upadhyay, R.S. (2018). Characterization of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) isolated from the rhizosphere of *Vigna radiata* (mung bean). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.07.029>

- Li, Z., Zheng, Y., Li, Y., Cheng, X., Huang, S., Yang, X., & Qin, Y. (2022). Genotype-specific recruitment of rhizosphere bacteria from sandy loam soil for growth promotion of *Cucumis sativus* var. *hardwickii*. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.910644>
- Lim, J.H., & Kim, S.D. (2013). Induction of drought stress resistance by multi-functional PGPR *Bacillus licheniformis* K11 in pepper. *The Plant Pathology Journal*, 29 (2), 201. <http://doi.org/10.5423/PPJ.SI.02.2013.0021>
- Machiani, M.A., Javanmard, A., Morshedloo, M.R., & Maggi, F. (2018). Evaluation of yield, essential oil content and compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Cleaner Production*, 171, 529-537. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.062>
- Magnucka, E.G., & Pietr, S.J. (2015). Various effects of fluorescent bacteria of the genus *Pseudomonas* containing ACC deaminase on wheat seedling growth. *Microbiological Research*, 181, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.04.005>
- Mahmood, S., Daur, I., Yasir, M., Waqas, M., & Hirt, H. (2022). Synergistic practicing of rhizobacteria and silicon improve salt tolerance: Implications from boosted oxidative metabolism, nutrient uptake, growth and grain yield in mung bean. *Plants*, 11 (15), 1980. <https://doi.org/10.3390/plants11151980>
- Mohammed, A.F. (2018). Effectiveness of exopolysaccharides and biofilm forming plant growth promoting rhizobacteria on salinity tolerance of faba bean (*Vicia faba* L.). *African Journal of Microbiology Research*, 12 (17), 399-404.
- Moroenyane, I., Mendes, L., Tremblay, J., Tripathi, B., & Yergeau, É. (2021). Plant compartments and developmental stages modulate the balance between niche-based and neutral processes in soybean microbiome. *Microbial Ecology*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s00248-021-01688>
- Munees, A., & Mohammad, S.K. (2011). Functional aspects of plant growth promoting rhizobacteria. *Insight Microbiology*, 1 (3), 39-54.
- Murillo-Amador, B., López-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J., & Flores-Hernández, A. (2002). Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188 (4), 235-247. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00563.x>
- Nadeem, M., Ahmad, R., & Ahmad, M. (2004). Maş fasulyesinin (*Vigna radiata* L.) büyümesi ve verimi. *Tarla Bitkileri Dergisi*, 3 (1), 40-42.
- Nadeem, S.M., Zahir, Z.A., Naveed, M., Asghar, H.N., & Arshad, M. (2010). Rhizobacteria capable of producing ACC-deaminase may mitigate salt stress in wheat. *Soil Science Society of America Journal*, 74 (2), 533-542. <https://doi.org/10.2136/sssaj2008.0240>
- Naveed, M., Hussain, M.B., Zahir, Z.A., Mitter, B., & Sessitsch, A. (2014). Drought stress amelioration in wheat through inoculation with *Burkholderia phytofirmans* strain PsJN. *Plant Growth Regulation*, 73, 121-131. <https://doi.org/10.1007/s10725-013-9874-8>
- Negi, S., Bharat, N.K., Kaushal, R., & Rohiwala, P. (2020). Screening of bioagents for seed biopriming in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under laboratory condition. *International Journal of Chemical Studies*, 8 (3), 790-793. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3j.9298>
- Noreen, S., Ali, B., & Hasnain, S. (2012). Growth promotion of *Vigna mungo* (L.) by *Pseudomonas* spp. exhibiting auxin production and ACC-deaminase activity. *Annals of Microbiology*, 62, 411-417. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0277-7>
- Önder, M. (1992). Bodur kuru fasulye çeşitlerinin tane verimine ve morfolojik, fenolojik, teknolojik özelliklerine bakteri aşılama ve azot uygulamalarının etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 135 s.
- Penrose, D., & Glick, B. (2003) Methods for isolating and characterizing Acc deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia Plantarum*, 118, 10-15. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2003.00086.x>

- Prasad, M., Srinivasan, R., Chaudhary, M., Choudhary, M., & Jat, L.K. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) for sustainable agriculture: perspectives and challenges. *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture*, 129-157. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815879-1.00007-0>
- Rana, A., Saharan, B., Joshi, M., Prasanna, R., Kumar, K., & Nain, L. (2011). Identification of multi-trait PGPR isolates and evaluating their potential as inoculants for wheat. *Annals of Microbiology*, 61 (4), 893-900. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0211-z>
- Raza, W., Akhtar, M.J., Arshad, M., & Yousaf, S. (2004). Growth, nodulation and yield of mungbean (*Vigna radiata* L.) as influenced by coinoculation with rhizobium and plant growth promoting rhizobacteria. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 41 (3/4), 125.
- Ricci, E., Schwinghamer, T., Fan, D., Smith, D.L., & Gravel, V. (2019). Growth promotion of greenhouse tomatoes with *Pseudomonas* sp. and *Bacillus* sp. biofilms and planktonic cells. *Applied Soil Ecology*, 138, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.02.009>
- Sağlam, S., Çiftçi, C.Y., Khawar, K.M., Atak, M., & Özcan, S. (2005). *In vitro* koşullarda fasulye bitkisine dört yapraklı aşamada transformasyon çalışmaları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 291-294.
- Saleem, A.R., Brunetti, C., Khalid, A., Della Rocca, G., Raio, A., Emiliani, G., Mahmood, T., & Centritto, M. (2018). Drought response of *Mucuna pruriens* (L.) DC. inoculated with ACC deaminase and IAA producing rhizobacteria. *PLoS One*, 13 (2), e0191218. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191218>
- Sandhya, V., SK. Z., A., Grover, M., Reddy, G., & Venkateswarlu, B. (2009). Alleviation of drought stress effects in sunflower seedlings by the exopolysaccharides producing *Pseudomonas putida* strain GAP-P45. *Biology and Fertility of Soils*, 46, 17-26. <http://doi.org/10.1007/s00374-009-0401-z>
- Shen, X., Hu, H., Peng, H., Wang, W., & Zhang, X. (2013). Comparative genomic analysis of four representative plant growth-promoting rhizobacteria in *Pseudomonas*. *BMC Genomics*, 14, 1-20. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-271>
- Soylu, S., Kara, M., Soylu, E.M., Uysal, A., & Kurt, Ş. (2022). *Geotrichum citri-aurantii*'nin sebep olduğu turunçgil ekşi çürüklük hastalığının biyolojik mücadelesinde endofit bakterilerin biyokontrol potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19, 177-191. <https://doi.org/10.33462/jotaf.944704>
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., & Soylu, E.M. (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. <https://doi.org/10.13080/z-a.2021.108.039>
- Spaepen, S., & Vanderleyden, J. (2011). Auxin and plant-microbe interactions. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 3 (4), a001438. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001438>
- Spaepen, S., Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., & Vanderleyden, J. (2008). Effects of *Azospirillum brasilense* indole-3-acetic acid production on inoculated wheat plants. *Plant and Soil*, 312, 15-23. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9560-1>
- Stefan, M., Munteanu, N., Stoleru, V., & Mihasan, M. (2013). Effects of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on photosynthesis, antioxidant status and yield of runner bean. *Romanian Biotechnological Letters*, 18 (2), 8132-8143.
- Sülü, S.M., Bozkurt, İ.A., & Soylu, S. (2016). Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 103-111. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/226513>
- Verma, P., Yadav, A.N., Khannam, K.S., Panjiar, N., Kumar, S., Saxena, A.K., & Suman, A. (2015). Assessment of genetic diversity and plant growth promoting attributes of psychrotolerant bacteria allied with wheat (*Triticum aestivum*) from the northern hills zone of India. *Annals of Microbiology*, 65, 1885-1899. <https://doi.org/10.1007/s13213-014-1027-4>

- Vishwa, S., AK, C., Bineeta, Mb., Debnath, A., Parihar, Nn., Brunda, K., & Saxena, R. (2017). Effect of priming on germination and seedling establishment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6, 72-74.
- Yang, J., Kloepper, J.W., & Ryu, C.M. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Science*, 14 (1), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.10.004>
- Yıldırım, E., & Güvenç, İ. (2006). Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (5), 347-353.
- Yılmaz, S., Dönmez, M.F., & Çoruh, İ. (2020). Farklı Lokasyonlarda yabancı bitki türlerinden izole edilen bakterilerin tanısı ve azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyum çözme özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Agriculture*, 3 (2), 71-90. <https://doi.org/10.46876/ja.825647>

Changes in the weed flora of cotton fields in the Eastern Mediterranean region of Türkiye

Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan pamuk tarlalarında yabancı ot florasındaki değişimler


Ahmet Tansel SERİM¹, Mine OZKIL², İlhan UREMİS³, Ahmet ULUDAG⁴

¹Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department of Plant Protection, Bilecik, Türkiye.

²Biological Control Research Institute, Adana, Türkiye.

³Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Hatay, Türkiye.

⁴Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Çanakkale, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 11.07.2023 Accepted / Kabul: 03.09.2023</p> <p>Keywords: Weed shift Cotton Similarity index Ecological indices Canonical correspondence analysis</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yabancı ot değişimi Pamuk Benzerlik indeksi Ekolojik indeksler Kanonik uygunluk analizi</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Mine OZKIL mineozkil@hotmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Cotton is the most dominant field crop, especially in higher soil saline parts of the Eastern Mediterranean region of Türkiye. This study aims to determine the current statuses of weed flora of cotton fields in the East Mediterranean region, to compare it with weed flora in 1991-1992 and to understand whether a weed flora shift has occurred in these fields. Eighty-two cotton fields were surveyed during the growing season (July and August) in 2018, and thirty-seven weed species distributed in 17 families were found in the survey fields, where 18, 23, 17, and 33 of them were recorded in the Kahramanmaraş, Hatay, Mersin, and Adana provinces, respectively. Canonical correspondence analysis revealed that the phytosociological composition of the cotton fields was significantly related to the P content of the soil, average temperature, and cumulative rainfall. The current weed survey also indicated that these fields were under the threat of some invasive alien plant species that had not been found in previous surveys, such as <i>Ipomoea triloba</i> L., <i>Amaranthus palmeri</i> L., and <i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naudin. Although cotton fields in the region were reduced by two-thirds in 2018 compared to 1991-1992, weed richness increased. Weed flora shifts were influenced by crop, crop rotation, herbicide use, irrigation, and landscape factors of cotton fields in the East Mediterranean Region of Türkiye.</p> <p>ÖZET</p> <p>Pamuk, özellikle Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nin yüksek tuzlu topraklarının bulunduğu alanların en yaygın tarla bitkisi. Bu çalışmanın amacı, Doğu Akdeniz bölgesindeki pamuk tarlalarının mevcut yabancı ot florasını belirlemek, 1991-1992 yılları arasındaki yabancı ot florası ile karşılaştırmak ve bu tarlalarda yabancı ot florası bir değişiklik olup olmadığını anlamaktır. 2018 yılı yetiştirme sezonunda (Temmuz ve Ağustos), Kahramanmaraş, Hatay, Mersin ve Adana illerinde, sırasıyla 18, 23, 17 ve 33 olmak üzere 82 pamuk tarlasında sürvey yapılmış olup burada 17 familyaya dağılmış 37 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Kanonik uygunluk analizi, pamuk tarlalarının fitososyolojik bileşiminin, toprağın P içeriği, ortalama sıcaklık ve kümülatif yağışla önemli ölçüde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Mevcut çalışmada, bu alanlarda önceki çalışmalarda rastlanmayan <i>Ipomoea triloba</i> L., <i>Amaranthus palmeri</i> L. ve <i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naudin'e rastlanılmıştır. Bölgedeki pamuk tarlaları 2018'de 1991-1992'ye göre üçte iki oranında azalmasına rağmen yabancı ot zenginliği artmıştır. Yabancı ot florası değişimleri, Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki pamuk tarlalarının ürün, ürün rotasyonu, herbisit kullanımı, sulama ve peyzaj faktörlerinden etkilenmiştir.</p>
Cite/Atıf	Serim, A.T., Ozkil, M., Uremis, I., & Uludag, A. (2023). Changes in the weed flora of cotton fields in the Eastern Mediterranean region of Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 633-648. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1325888

INTRODUCTION

There are only a few crops that are used as raw materials, such as fiber, lint and seed, in many industrial branches, including fabric, oil, towel, medicine, furnishing and animal feed, and cotton is one of them. Although the balance between the production and consumption of cotton was broken in favour of production because of the COVID-19 pandemic, the annual demand of the world for cotton is nearly 25 mt, and it is expected that this demand will gradually increase until 2030 (OECD FAO, 2021). Turkey is one of the major world cotton producers, with 631.000 t in 2021; however, this production amount has supplied two-thirds of domestic consumption (CWMT, 2022; TUIK, 2022). Cotton production in Turkey remained at the same level during the time period because of the use of new cotton varieties with greater yield potential and intensive use of inputs such as agricultural chemicals, although cotton acreage has steadily declined in recent decades in Türkiye. Adana, located in the Çukurova region, was the province where cotton cultivation in the Mediterranean region of Turkey was launched and then spread to other provinces, especially along the Mediterranean coasts (Yaktı, 2013).

The Mediterranean region is covered by the most fertile soils of Turkey, and with adequate precipitation, a quarter of the region is allocated to crop cultivation (TADPORTAL, 2022; TUIK, 2022). The region is located in the southern part of Turkey and has many agricultural basins that may cultivate a variety of crops and orchards. Therefore, it has special importance in terms of providing the domestic demand of the country and bringing in currency via exportation (Durmuş & Yiğit, 2014). Although the region has only 7.2% of the arable fields of the country, the yield harvested from it reached half of the domestic production for oilseed crops and some fruits and vegetables, including tomato, citrus, cucumber, and strawberry (TUIK, 2022). In recent studies conducted in the different province located in the region, it has been reported that agricultural crops were severely affected by weeds and parasitic plants belonging to different species (Soylu et al., 2017; Üremiş et al., 2020; Üremiş et al., 2022). Cotton production has been compromised by many abiotic and biotic factors, including weeds (Shahrajabian, 2020).

Conventional cotton production has presented an opportunity to increase cotton yield with the use of irrigation and herbicides and fertilizers. Indeed, it is not a surprising result when the impacts of a new herbicide are considered as they may destroy some of the weeds while others stand and spread in the agricultural fields (Andreasen et al., 1996). Following a selective herbicide treatment, controlled weeds may result in the occurrence of some ecological niches in the field, and these niches are rapidly filled with the stands (Andreasen & Streibig, 2011). Fertilizers also have the potential to shape weed flora or weed shifts, especially N, P, and K (Andreasen & Skovgaard, 2009; Erviö et al., 1994), but their impact might be less significant compared to the site, crop species, herbicide, and irrigation, following Andersson & Milberg (1998) and Swanton et al. (1999). Moreover, irrigation has a crucial impact on arable weeds when growers intend to repeat the same crop. Bükün (2005) found that irrigation reshaped the weed flora of cotton fields in the Harran Plain in Turkey and that the frequency of some species changed, whereas new species joined irrigated cotton fields, such as *Physalis* species. Similar results have been shared by Arslan (2018) in Turkey and Ramôa et al. (2017) in Portugal. However, the growers are intended to regrow the same crop again and again using irrigation facilities. Hence, the behaviour of farmers results in the salinity of soil or a reduction in biodiversity (Sans et al., 2011; Storkey & Westbury, 2007).

However, more factors might affect weed composition, such as tillage, crop species, crop rotation, temperature, site, and edaphic conditions, and herbicide-resistant biotypes have directly influenced this composition (Bükün, 2005; Andreasen & Streibig, 2011). Moreover, the combination of the aforementioned factors may increase weed diversity in arable fields (Fried et al., 2019). Although there is not a consensus about the impact of tillage on weed density (Swanton et al., 1999), the biodiversity parameters, including weed abundance, evenness, and density, were generally higher in the area where no-tillage systems were performed than in the fields that were applied in tillage systems or conventional systems (Mulugeta et al., 2001). These practices may also trigger a weed shift between annual weeds and perennial weeds (Pollard et al., 1982) or wind-dispersed species (Pardo et al., 2019).

Furthermore, the effects of site and crop species on the weed flora were higher than those of nitrogen application and crop rotation (Andersson & Milberg, 1998).

Sustainability of the cotton production in the East Mediterranean depends on the factors that were affected by abiotic stressors and abiotic agents including plant diseases, pests, and weeds. Weed flora of the cotton fields of the East Mediterranean has been under suppression of intensive agricultural production systems depending on high input use for 25 years; therefore, the switch from vegetables to field crops or vice versa has been experienced each year. This study aims to determine the current weed flora of cotton fields in the East Mediterranean region, to compare it with weed flora in 1991-1992 and to understand whether a weed flora shift has occurred in these fields for 25 years.

MATERIALS and METHODS

Study area

A weed survey was carried out to determine the weed flora of cotton fields of the Adana, Hatay, Kahramanmaraş, and Mersin provinces in the eastern Mediterranean region of Turkey (Figure 1). The region has a typical Mediterranean climate with Csa based on Köppen's climate classification (MGM, 2022). The annual total rainfall in the region varies between 615.5 (Mersin Province) and 1163.5 (Hatay province) mm, and the mean temperatures are 16.7 °C (Kahramanmaraş province) and 19.2 °C (Adana and Mersin provinces), respectively (MGM, 2022). Terra Rossa soil is the most common soil type of the region and may be derived from marl and conglomerate parent materials.

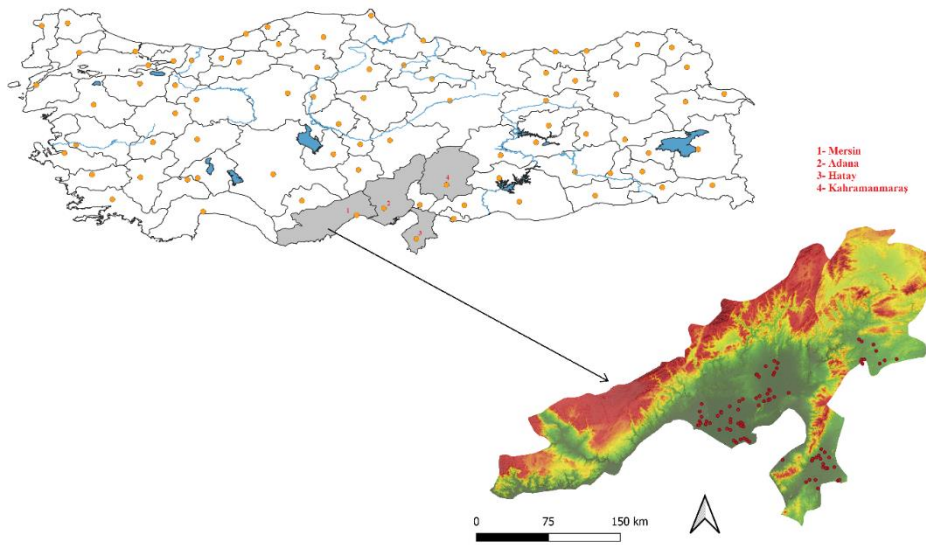


Figure 1. Cotton survey fields of the Mediterranean region of Turkey. Red dots indicate the cotton fields visited during the surveys

Şekil 1. Türkiye'nin Akdeniz bölgesindeki pamuk survey alanları. Kırmızı noktalar, survey yapılan pamuk tarlalarını göstermektedir

Data collection

The survey in cotton fields was carried out along roadsides with a stop in every 10 km. A total of 82 cotton fields, 8 in Kahramanmaraş, 20 in Hatay, 7 in Mersin, and 47 in Adana, were visited during the cotton growing season in 2018. Weed surveys were carried out in zigzag patterns to determine weed species, density, and coverage area of the fields. The survey plots were placed in cotton fields at least 10 m from the boundary to avoid edge effects. A

wooden frame quadrat which was 1 m x 1 m in size was used five times to count the weeds in each cotton field. The weed specimens in quadrats were botanically identified and counted in the field. The specimens, which could not be identified in the field, were collected and transferred to the laboratory for identification using diagnostic keys (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1988). Soil data of the cotton fields were obtained from the soil databank of the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry (TADPORTAL, 2022). The status of the weed species was also presented in the tables, as "old" is a species already found in 1991-1992 and as "new" is a species not found in 1991-1992 but found in 2018.

The phytosociological parameters used to identify the cotton fields in each province were frequency (F, %), density (D, plant m⁻²), abundance (A), relative frequency (RF, %), relative density (RD, %), relative abundance (RA, %), and importance value index (IVI), formulas 1-7.

$$F = (\text{Number of frames containing the species}) / (\text{Total number of frames surveyed}) \quad (1)$$

$$D = (\text{Total number of individuals in the frames per species}) / (\text{Total weed surveyed area}) \quad (2)$$

$$A = (\text{Total number of individuals in the frames per species}) / (\text{Total number of the frames containing the species}) \quad (3)$$

$$RF = (\text{Frequency of per species}) / (\text{Total frequency of per species}) \quad (4)$$

$$RD = (\text{Density of species}) / (\text{Total density of species}) \quad (5)$$

$$RA = (\text{Abundance of species}) / (\text{Total abundance of species}) \quad (6)$$

$$IVI = RD + RF + RA \quad (7)$$

The floristic composition of the cotton fields was compared within the province and the time using the Sørensen coefficient index (similarity index: SI), Shannon-Weiner diversity index (H'), and Simpson dominance index (D) described by Nkoa et al. (2015), formulas 8-10.

$$SI = \frac{2J}{a+b} \times 100 \quad (8)$$

$$H' = - \sum_{j=1}^n (p_i \times \ln(p_i)) \quad (9)$$

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \quad (10)$$

where J is the number of species common to all sites; a is the species number of species site a; b is the species number of species site b; N is the number of all specimens of all species; p_i is the relative abundance of the i-th species in the community; and n is the number of species of a given species.

Survey study in 1991-1992 and 2018

Eighty-four cotton fields, eight in Kahramanmaraş, twenty-four in Hatay, ten in Mersin, and forty-two in Adana, were surveyed twice during the growing season (June, July, and August) in 1991-1992 (Kadioğlu et al., 1993). The first survey was conducted before the first hand-hoeing, whereas the latter was carried out after the first irrigation. These surveys in cotton fields were carried out along roadsides with a stop every 3 km, and the plots were placed at least 15 m from the nearest boundary to avoid the edge effect. A classification scale was used to determine weed density in the fields ranging from A to E; these classes represented >10 plant/m², 1-10 plant m⁻², 0.1-1 plant m⁻², 0.01-0.1 plant m⁻², and <0.01 plant m⁻², respectively. The results of the second survey were used to compare the results of the 2018 survey because the survey times overlapped.

Statistical analysis

Canonical correspondence analysis (CCA) was separately performed to understand the relation between the weed flora and the variables related to the soil, geographic, and meteorological variables obtained in 2018. To investigate

the variance, the vegan package (Oksanen et al., 2013) was used in the R statistical software program (R Core Team 2022). The significance of CCA constraints was tested with the analysis of the variance using a CCA permutation test function (n=999) in the Vegan package. A total of 23 weed species whose frequencies were less than 5% were considered rare species and were removed from the original data (Fanfarillo et al., 2020) because these species have had low inputs and low productivity in arable species (Solé-Senan et al., 2014). Prior to the analysis, the data were normalized by log transformation, $y=\log(x+1)$. A variance inflation factor (VIF) was detected to measure the degree of multicollinearity in the regression analysis for cumulative rainfall, average temperature, and P content (Soil) because other variables were not significant.

RESULTS and DISCUSSIONS

Weed flora in 2018

A total of 37 weed species were identified in the survey fields, 18, 23, 17, and 33 of which were recorded in the Kahramanmaraş, Hatay, Mersin, and Adana provinces, respectively. Most of these weeds were dicotyledonous weeds belonging to 17 families, including Brassicaceae, Ranunculaceae, and Amaranthaceae. Monocotyledonous weeds were from the Poaceae and Cyperaceae families. There were 29 annual species and 8 perennial species (Table 1 to 4). Previous research indicated that Mediterranean basins became foregrounding in terms of weed richness compared to other basins to provide suitable growth conditions for the weeds because of climatic conditions and geological factors (Ramôa et al., 2017; Glemnitz et al., 2006). This richness was more apparent in the survey fields when the number of rare or less frequent species were considered. The weeds were only being in Kahramanmaraş cotton fields in 1991-1992: *Chenopodium album*, *Phragmites australis*, *Alhagi pseudalhagi*, *Paspalum paspalodes*. In Hatay cotton fields, the weeds were only found in 1991-1992: *Corchorus olitorius*, *Glycyrrhiza glabra*, *Heliotropium europaeum*, *Hypericum perforatum*, *Phragmites australis*, *Setaria verticillata*, *Amaranthus viridis*, *Digitaria sanguinalis* and *Physalis lanceifolia*. Some weeds were only observed in Mersin cotton fields in 1991-1992 such as *Abutilon theophrasti*, *Heliotropium europaeum*, *Hypericum perforatum*, *Paspalum paspalodes*, *Solanum nigrum*, and *Physalis lanceifolia*. *Corchorus olitorius*, *Euphorbia macroclada*, *Hypericum perforatum*, *Paspalum paspalodes*, *Amaranthus viridis*, and *Physalis lanceifolia* were only found in Adana cotton fields in 1991-1992.

Table 1. Phytosociological parameters of the weed species in cotton fields of Kahramanmaraş in 2018 and comparing with the previous survey the previous survey in 1991-1992

Çizelge 1. Kahramanmaraş pamuk tarlalarında 2018 yılı yabancı ot türlerinin fitososyolojik parametreleri ve 1991-1992 yılındaki çalışma ile karşılaştırılması

Species	IVI	D	F	A	RD	RF	RA	Status
<i>Cyperus rotundus</i> L.	77.7	2.325	45.0	5.2	37.2	20.5	20.0	O
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	37.7	1.175	20.0	5.9	18.8	9.1	9.8	O
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	31.2	0.425	25.0	1.7	6.8	11.4	13.0	O
<i>Solanum nigrum</i> L.	24.4	0.2	20.0	1.0	3.2	9.1	12.1	O
<i>Physalis angulata</i> L.	24.4	0.2	20.0	1.0	3.2	9.1	12.1	N
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	21.5	0.8	10.0	8.0	12.8	4.5	4.2	N
<i>Portulaca oleracea</i> L.	20.0	0.25	25.0	1.0	4.0	11.4	4.7	O
<i>Xanthium strumarium</i> L.	15.4	0.275	15.0	1.8	4.4	6.8	4.2	O
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	9.3	0.075	7.5	1.0	1.2	3.4	4.7	O
<i>Sinapis arvensis</i> L.	8.3	0.075	7.5	1.0	1.2	3.4	3.7	N

Table 1 (continued). Phytosociological parameters of the weed species in cotton fields of Kahramanmaraş in 2018 and comparing with the previous survey the previous survey in 1991-1992

Çizelge 1 (devamı). Kahramanmaraş pamuk tarlalarında 2018 yılı yabancı ot türlerinin fitososyolojik parametreleri ve 1991-1992 yılındaki çalışma ile karşılaştırılması

Species	IVI	D	F	A	RD	RF	RA	Status
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	6.4	0.2	5.0	4.0	3.2	2.3	0.9	N
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) Rafin.	5.4	0.05	5.0	1.0	0.8	2.3	2.3	N
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	4.7	0.075	2.5	3.0	1.2	1.1	2.3	O
<i>Amaranthus albus</i> L.	3.9	0.025	2.5	1.0	0.4	1.1	2.3	N
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2.9	0.025	2.5	1.0	0.4	1.1	1.4	N
<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	2.9	0.025	2.5	1.0	0.4	1.1	1.4	N
<i>Hibiscus trionum</i> L.	2.0	0.025	2.5	1.0	0.4	1.1	0.5	O
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	2.0	0.025	2.5	1.0	0.4	1.1	0.5	N

O: Old; N: New; IVI: Importance Volume Index; D: Density (plant m⁻²); F: Frequency (%), A: Abundance; RD: Relative Density (%); RF: Relative Frequency (%); RA: Relative Abundancy (%)

Table 2. Phytosociological parameters of the weed species in cotton fields of Hatay in 2018 and comparing with the previous survey the previous survey in 1991-1992

Çizelge 2. Hatay pamuk tarlalarında 2018 yılı yabancı ot türlerinin fitososyolojik parametreleri ve 1991-1992 yılındaki çalışma ile karşılaştırılması

Species	IVI	D	F	A	RD	RF	RA	Status
<i>Cyperus rotundus</i> L.	86.7	1.720	38.0	4.5	42.9	22.6	21.2	O
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	58.8	0.550	36.0	1.5	13.7	21.4	23.6	O
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	24.4	0.470	8.0	5.9	11.7	4.8	8.0	O
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (Bieb) Desv.	17.0	0.160	13.0	1.2	4.0	7.7	5.3	O
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) Rafin	15.8	0.150	10.0	1.5	3.7	6.0	6.1	O
<i>Prosopis farcta</i> (Banks and Sol.) Macbrid	15.3	0.110	10.0	1.1	2.7	6.0	6.6	O
<i>Hibiscus trionum</i> L.	11.5	0.080	8.0	1.0	2.0	4.8	4.8	O
<i>Portulaca oleracea</i> L.	9.9	0.110	8.0	1.4	2.7	4.8	2.4	O
<i>Ipomoea triloba</i> L.	9.0	0.080	6.0	1.3	2.0	3.6	3.4	N
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	8.1	0.180	3.0	6.0	4.5	1.8	1.9	O
<i>Xanthium strumarium</i> L.	7.7	0.070	6.0	1.2	1.7	3.6	2.4	O
<i>Physalis angulata</i> L.	5.8	0.050	4.0	1.3	1.2	2.4	2.1	N
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	4.9	0.040	3.0	1.3	1.0	1.8	2.1	O
<i>Solanum nigrum</i> L.	4.4	0.030	3.0	1.0	0.7	1.8	1.9	O
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	3.7	0.080	2.0	4.0	2.0	1.2	0.5	N
<i>Amaranthus albus</i> L.	3.2	0.020	1.0	2.0	0.5	0.6	2.1	O
<i>Tribulus terrestris</i> L.	3.1	0.030	3.0	1.0	0.7	1.8	0.5	N
<i>Malva</i> spp.	2.2	0.010	1.0	1.0	0.2	0.6	1.3	N
<i>Chenopodium album</i> L.	2.2	0.010	1.0	1.0	0.2	0.6	1.3	O
<i>Xanthium spinosum</i> L.	1.6	0.010	1.0	1.0	0.2	0.6	0.8	N
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1.6	0.010	1.0	1.0	0.2	0.6	0.8	N
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	1.6	0.030	1.0	3.0	0.7	0.6	0.3	O
<i>Cynanchum acutum</i> L.	1.4	0.010	1.0	1.0	0.2	0.6	0.5	O

O: Old; N: New; IVI: Importance Volume Index; D: Density (plant m⁻²); F: Frequency (%), A: Abundance; RD: Relative Density (%); RF: Relative Frequency (%); RA: Relative Abundancy (%)

Table 3. Phytosociological parameters of the weed species in cotton fields of Mersin in 2018 and comparing with the previous survey the previous survey in 1991-1992

Çizelge 3. Mersin pamuk tarlalarında 2018 yılı yabancı ot türlerinin fitososyolojik parametreleri ve 1991-1992 yılındaki çalışma ile karşılaştırılması

Species	IVI	D	F	A	RD	RF	RA	Status
<i>Cyperus rotundus</i> L.	65.6	2.143	40.0	4.7	32.8	17.0	15.9	O
<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i>	34.6	0.371	32.5	1.0	5.7	13.8	15.1	N
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	27.2	0.857	20.0	3.8	13.1	8.5	5.6	N
<i>Portulaca oleracea</i> L.	25.7	0.429	30.0	1.3	6.6	12.8	6.3	O
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	25.3	0.857	10.0	7.5	13.1	4.3	7.9	O
<i>Chenopodium album</i>	23.8	0.257	22.5	1.0	3.9	9.6	10.3	N
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	19.8	0.2	15.0	1.2	3.1	6.4	10.3	O
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	15.7	0.457	7.5	5.3	7.0	3.2	5.6	N
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	14.8	0.429	10.0	3.8	6.6	4.3	4.0	N
<i>Amaranthus viridis</i> L.	12.3	0.143	12.5	1.0	2.2	5.3	4.8	N
<i>Physalis angulata</i> L.	10.8	0.114	10.0	1.0	1.7	4.3	4.8	O
<i>Prosopis farcta</i> (Banks and Sol.) Macbride	5.4	0.057	5.0	1.0	0.9	2.1	2.4	O
<i>Xanthium strumarium</i> L.	4.6	0.057	5.0	1.0	0.9	2.1	1.6	O
<i>Hibiscus trionum</i> L.	4.6	0.057	5.0	1.0	0.9	2.1	1.6	N
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	3.9	0.029	2.5	1.0	0.4	1.1	2.4	N
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	3.8	0.057	5.0	1.0	0.9	2.1	0.8	O
<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	2.3	0.029	2.5	1.0	0.4	1.1	0.8	N

O: Old; N: New; IVI: Importance Volume Index; D: Density (plant m⁻²); F: Frequency (%), A: Abundance; RD: Relative Density (%); RF: Relative Frequency (%); RA: Relative Abundancy (%)

Table 4. Phytosociological parameters of the weed species in cotton fields of Adana in 2018 and comparing with the previous survey the previous survey in 1991-1992

Çizelge 4. Adana pamuk tarlalarında 2018 yılı yabancı ot türlerinin fitososyolojik parametreleri ve 1991-1992 yılındaki çalışma ile karşılaştırılması

Species	IVI	D	F	A	RD	RF	RA	Status
<i>Cyperus rotundus</i> L.	63.6	1.523	32.3	4.7	31.1	15.1	17.3	O
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	34.9	0.430	29.4	1.5	8.8	13.7	12.4	O
<i>Cucumis melo</i> var. <i>agrestis</i> Naudin	24.0	0.204	18.7	1.1	4.2	8.7	11.1	N
<i>Ipomoea triloba</i> L.	19.4	0.285	11.5	2.5	5.8	5.4	8.2	N
<i>Portulaca oleracea</i> L.	19.4	0.268	17.0	1.6	5.5	8.0	5.9	O
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	18.6	0.451	11.1	4.1	9.2	5.2	4.3	O
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	16.0	0.391	8.1	4.8	8.0	3.8	4.3	O
<i>Xanthium strumarium</i> L.	15.2	0.170	11.9	1.4	3.5	5.6	6.1	O
<i>Physalis angulata</i> L.	13.0	0.123	10.6	1.2	2.5	5.0	5.6	N
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	7.3	0.170	3.8	4.4	3.5	1.8	2.1	O

Table 4 (continued). Phytosociological parameters of the weed species in cotton fields of Adana in 2018 and comparing with the previous survey the previous survey in 1991-1992

Çizelge 4 (devamı). Adana pamuk tarlalarında 2018 yılı yabancı ot türlerinin fitososyolojik parametreleri ve 1991-1992 yılındaki çalışma ile karşılaştırılması

<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	6.9	0.072	6.0	1.2	1.5	2.8	2.7	O
<i>Prosopis farcta</i> (Banks and Sol.) Macbride	6.5	0.068	6.0	1.1	1.4	2.8	2.3	O
<i>Chenopodium album</i> L.	6.4	0.077	6.4	1.2	1.6	3.0	1.9	N
<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	4.8	0.128	2.6	5.0	2.6	1.2	1.0	O
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	4.2	0.072	4.3	1.7	1.5	2.0	0.7	O
<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	4.1	0.030	3.0	1.0	0.6	1.4	2.1	N
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	3.9	0.047	3.8	1.2	1.0	1.8	1.2	O
<i>Amaranthus albus</i> L.	3.8	0.030	3.0	1.0	0.6	1.4	1.8	N
<i>Solanum nigrum</i> L.	3.6	0.034	3.4	1.0	0.7	1.6	1.3	O
<i>Hibiscus trionum</i> L.	3.3	0.034	3.4	1.0	0.7	1.6	1.0	O
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) Rafin	3.3	0.038	3.4	1.1	0.8	1.6	0.9	O
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	3.1	0.030	2.6	1.2	0.6	1.2	1.3	N
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	2.0	0.017	1.7	1.0	0.3	0.8	0.9	N
<i>Malva</i> spp.	1.8	0.034	1.7	2.0	0.7	0.8	0.3	N
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	1.6	0.034	1.3	2.7	0.7	0.6	0.3	N
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	1.6	0.038	0.9	4.5	0.8	0.4	0.4	O
<i>Ipomoea hederacea</i> (Linn) Jacq.	1.5	0.013	1.3	1.0	0.3	0.6	0.6	N
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	1.4	0.034	0.9	4.0	0.7	0.4	0.3	O
<i>Convolvulus betonicifolia</i> Mill.	1.3	0.013	0.9	1.5	0.3	0.4	0.6	N
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	1.1	0.009	0.9	1.0	0.2	0.4	0.5	N
<i>Cynanchum acutum</i> L.	0.9	0.009	0.9	1.0	0.2	0.4	0.3	N
<i>Amaranthus palmeri</i> L.	0.9	0.009	0.9	1.0	0.2	0.4	0.3	N
<i>Tribulus terrestris</i> L.	0.8	0.009	0.9	1.0	0.2	0.4	0.2	N

O: Old; N: New; IVI: Importance Volume Index; D: Density (plant m⁻²); F: Frequency (%), A: Abundance; RD: Relative Density (%); RF: Relative Frequency (%); RA: Relative Abundance (%)

Importance Value Index (IVI) values were used mainly in the discussions because the value represented all distribution parameters, including the relative frequency, the relative abundance, and the relative density, although all indicators related to the population are presented in Tables 1 to 4. *C. rotundus* had the highest IVI values in all the cotton fields, followed by the other species. In Hatay, the five weeds had the highest IVI in the 2018 survey, *Cyperus* sp., *C. arvensis*, *S. halepense*, *A. pseudohagi*, and *C. tinctoria* (Table 2), while four of the first five weeds were the same in Kahramanmaraş (Table 1). In Adana and Mersin, only three of the first five weeds were the same (Table 4). The new weeds with high IVI values were *E. crus-galli* and *C. melo* subsp. *agrestis* in Mersin, *I. triloba* in Hatay, *C. melo* subsp. *agrestis* and *I. triloba* in Adana, and *P. angulata* in Kahramanmaraş. Some other weeds that had moderate-high IVI values in the survey fields were *A. retroflexus*, *E. crus-galli*, *P. angulata*, *S. halepense*, *S. nigrum*, and *X. strumarium*. Species richness in the surveyed provinces was closely related to the total cotton fields of each province. Weed species richness was highest in Adana, where most fields were surveyed with 33 species, whereas it was the lowest in Mersin with 17 (Tables 1 to 4). A study conducted by Andersson & Milberg (1998) indicated that the site where crops were grown was the most significant factor in weed flora, whereas crop species

were the second most significant factor. The researchers' results may provide insight into why the weed floras of Kahramanmaraş, Adana, Hatay, and Mersin provinces differed, especially for the weed species with low IVI values. CCA was used to understand the reasons for weed diversity in the cotton fields and its relationship to the variables. The variance inflation factors, a measure of collinearity between the aforementioned variables in the CCA, were near 1, indicating that all these variables were independent (Table 5). CCA showed that there was a significant phytosociological difference between the weed species depending on the soil phosphorus content, cumulative rainfall, and average temperature (Table 6 and Fig 2). The total inertia was 2.479, and the constrained soil variables covered only 5.87% of the total inertia, in agreement with the values from earlier studies (Fanfarillo et al., 2020; Nowak et al., 2015). The three CCA axes explained 3.01, 1.97, and 0.89% of the variations, and they were highly correlated with the soil phosphorus content, the cumulative rainfall, and the high average temperature (Table 6 and Figure 2).

Table 5. Values of the variance inflation factor (VIF) in 2018

Çizelge 5. 2018 yılı varyans inflasyon faktörü (VIF) değerleri

Cumulative rain	Average temperature	Phosphorus
1.02	1.032	1.016

Table 6. The contribution of the soil features to the variation in the three axes

Çizelge 6. Toprak özelliklerinin üç eksenindeki değişime katkısı

Parameter	CCA1	CCA2	CCA3
Phosphorus	0.6971	0.6440	-0.3153
Average temperature	-0.7898	0.5849	-0.1844
Cumulative rain	0.1372	0.2638	0.9548

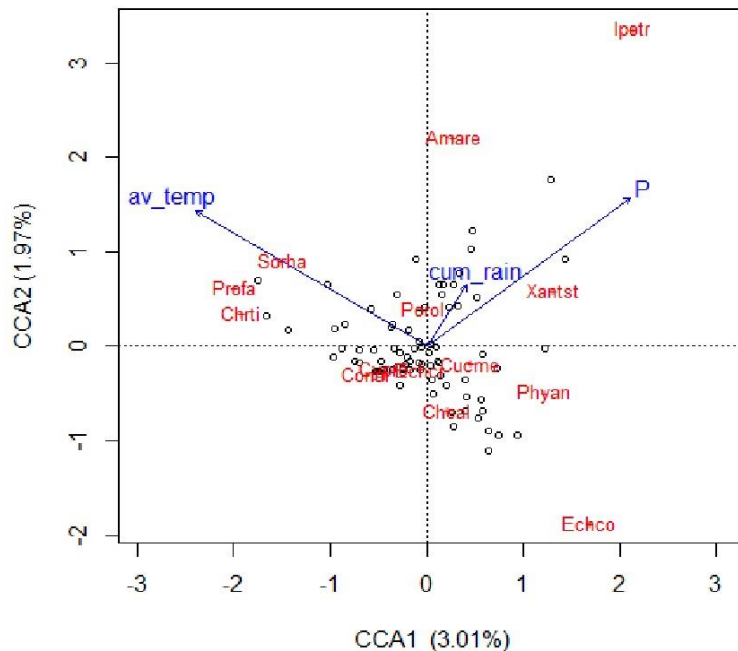


Figure 2. CCA ordination diagram of weed species and the soil and meteorological variables av_temp: Average temperature, cum_rain: Cumulative rainfall, P: Phosphorus content in soil

Şekil 2. Yabancı ot türlerinin ve toprağın CCA koordinasyon diyagramı ve meteorolojik değişkenleri, av_temp: Ortalama sıcaklık, cum_rain: Kümülatif yağış, P: Topraktaki fosfor içeriği

Amare: *Amaranthus retroflexus* L., Cheal: *Chenopodium album* L., Chrti: *Chrozophora tinctoria*, Conar: *Convolvulus arvensis* L., Cpyro: *Cyperus rotundus* L., Echcr: *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., Ipotr: *Ipomoea triloba* L., Porol: *Portulaca oleracea* L., Sorha: *Sorghum halepense* (L.) Pers., Xantst: *Xanthium strumarium* L., Cucme: *Cucumis melo* var. *agrestis*, Profa: *Prosopis farcta* (Banks and Sol.) Macbride, Phyan: *Physalis angulata* L.

Ipomoea triloba, *A. retroflexus*, and *X. strumarium* had a high correlation degree with the soil phosphorus content, while they had a slight relation with the cumulative rainfall (Fig 2). On the other hand, the average temperature resulted in an increase in some weed species, including *S. halepense*, *C. tinctoria*, and *P. farcta*. Önen et al. (2018) indicated that *X. strumarium* and *S. halepense* were closely associated with the soil phosphorus content in orchard fields of Turkey, but in the present study, *S. halepense* was highly associated with the average temperature, whereas *X. strumarium* had a moderate relationship with the soil phosphorus content. Although previous studies indicated that the density of *C. rotundus*, which was the most important weed species in this study, was closely affected by the soil phosphorus content (Shiratsuchi et al. 2005) or potassium content (Önen et al., 2018), in the cotton fields of the East Mediterranean region, no significant impact of these factors was detected. The soil variables had no significant effect on some weed species that were the most common and had high IVI values, such as *C. album*, *C. rotundus*, *C. arvensis*, *C. album*, *E. colonum*, *E. crus-galli*, and *P. angulata* (Table 1-4 and Figure 2).

Changing weed flora of the cotton fields

Weed species richness was 13 (Kahramanmaraş), 25 (Hatay), 14 (Mersin), and 25 (Adana) in 1991-1992 survey (Following first irrigation) (Kadioğlu et al., 1993), and 18, 23, 17, and 33 weed species were found in the survey conducted in the same provinces in 2018, respectively (Tables 1-4). Weed richness increased in the cotton fields of Kahramanmaraş, Mersin, and Adana provinces but slightly decreased in Hatay. The following weed species were found in four provinces in the 2018 survey: *A. retroflexus*, *C. arvensis*, *Cyperus* sp., *E. colonum*, *P. oleracea*, *S. halepense*, *S. nigrum*, and *X. strumarium*. In general, the density and frequency of *C. arvensis*, *C. rotundus*, and *P. oleracea* increased compared to those of other weeds. This finding is unsurprising because many of these weeds may create a strong weed seed bank in cotton fields (Uludağ et al., 2004; Kadioğlu et al., 2004), and some of them, including *C. album*, *C. rotundus*, *D. sanguinalis*, *E. colonum*, *P. oleracea* and *S. nigrum*, have a close relation to cotton from ancient times (Economou et al., 2016). Although *S. halepense* was not in high ranks according to IVI values, except in Hatay province, it also has special importance in cotton fields of Turkey because one weed per 8 m of cotton row may reduce cotton yield by 7.12% (Uludağ et al., 2007).

Ecological indices are also powerful indicators that reflect the change in weed flora in a specific field at various times or at the same time in various fields. The Shannon–Wiener diversity index showed that Hatay had the lowest plant biodiversity compared to the other provinces, while the Simpson dominance index had the highest value in Hatay (Table 7). The geographical position of the cotton fields of Hatay that spread in a plain surrounded by the mountains and far away from the national highways resulted in these unexpected values similar to the findings of Christen & Matlack (2006) (Figure 1).

Table 7. Ecological indices of the cotton fields of the Mediterranean provinces in 2018

Çizelge 7. 2018 yılında Akdeniz illerinin pamuk tarlalarının ekolojik indeksleri

Index	Kahramanmaraş	Hatay	Mersin	Adana
H'	1.18	1.15	1.32	0.44
D	0.199	0.223	0.158	0.132

H': Shannon-Weiner diversity index (H'), D: Simpson dominance index

The similarity index (SI) is a valuable indicator to compare plant communities at different moments, and values above 25% indicate that compared factors have a similarity to each other (Sørensen, 1948; Santos et al., 2017).

These values of Kahramanmaraş, Hatay, Mersin, and Adana for 1991-1992 and for 2018 are presented in Table 8. The similarities between the provinces were generally lower in 1991-1992 than in 2018, except for SIs between Adana and Hatay and between Adana and Mersin. This case is not a surprising result because of the aforementioned weed shift. SI varied in a narrow range between 64 and 78.95 in 2018. This trend showed that the region's floristic compositions changed and resembled each other over time similar to Fried & Reboud (2007) who indicated weed flora of oilseed rape changed over time because of crop rotation and environmental conditions, and more generalist weed species became prominent.

Table 8. Similarity index values of the cotton fields of the Mediterranean provinces (%)

Çizelge 8. Akdeniz illerinin pamuk tarlalarının benzerlik indeksi değerleri (%)

Province	Kahramanmaraş	Hatay	Mersin	Adana
Kahramanmaraş	-	78.951	68.571	58.821
Hatay	63.162	-	64.871	67.931
Mersin	66.672	61.542	-	64.001
Adana	57.892	84.002	66.672	-

1:SI values of the provinces calculated from the survey that employed in 2018;

2:SI values of the provinces calculated from the survey that employed in 1991-1992.

There was an apparent weed shift in all cotton fields compared to the survey in 1991-1992; four weed taxa were not found in Kahramanmaraş, while nine new weed species were detected (Table 1). A similar trend was observed in Mersin, where nine new weed species were found, while six weed species were not found in the 1991-1992 survey (Table 3). In Adana, a more dramatic change was found with 16 new weed species, whereas six weeds were not found (Table 4). In contrast to other provinces, the number of weed species not found in Hatay was higher than the number of new weeds (Table 3).

Some factors in crop production systems, including crop, crop rotation, irrigation, and herbicide use may change weed flora. Fried et al. (2008) stated that crop type and preceding crop type were the primary driving forces to explain the changing weed compositions in different fields. Crop rotation is another factor that has an impressive effect on arable weeds in crop fields, including cotton. Previous studies showed that crop sequences might increase weed control efficacy without decreasing weed diversity (Ulber et al., 2009). In addition, combining crop sequences with agricultural practices not only enhances weed control but also reduces the adverse impact of tillage (Ruisi et al., 2015). Similar to other factors, irrigation may also change the weed communities of horticultural and field crops including cotton at various degree (Ramôa et al., 2017; Bükün, 2005).

Weed shifts in crop fields also depend on agricultural chemicals such as fertilizers and herbicides. Mennan & Işık (2003) indicated that fertilization in maize fields for a long time had resulted in weed shift in these fields. Indeed, impact of the fertilizers on weed flora was limited compared to the main factors, site and crop species (Andersson & Milbergs, 1998). Another main variable that causes weed shifts in crop fields is the herbicide which may use as a main component and/or as a complementary part of integrated weed management to control weeds. For instance, herbicide use combining with crop rotation can achieve higher control of weed than crop rotation (Daucet et al., 1999). Salonen et al. (2001) stated that using herbicides in a cropping system resulted in a change in weed composition in wheat fields, and weeds that may not be controlled by herbicides were more common than others. *C. rotundus* was found to be the most prominent weed species in both surveys. Furthermore, its importance increased over time because the weed was not successfully controlled with only herbicides if some complementary control techniques, including cultivation and hand hoeing, were not employed, as mentioned in the study of Murray et al. (1992).

Adana may be a good example to understand the impact of crop species and crop rotation on the weed flora because cotton was one of the most common crops in this province until the 1990s; however, cotton was replaced or sequenced with maize, citrus and horticultural crops in the following years, especially in the fields where the soil salinity was above 200 mS m⁻¹ (Bülbul et al., 2013). Cotton husbandry in Adana along the seashore has continued as monoculture because of high soil salinity. As a consequence of this change, IVI, abundance, density and frequency of *C. rotundus* were the lowest in Adana compared to other provinces of the region.

New weed species are another significant problem in cotton fields because most of them have alien plants such as *A. palmeri*, *C. melo* var. *agrestis*, *I. triloba*, and *P. angulata*, while some alien plants have almost adopted Turkish flora, including *A. retroflexus*, *A. spinosus*, *C. album*, *C. rotundus*, *D. stramonium*, *E. colonum*, *E. nutans*, *E. prostrata*, *X. strumarium*, and *X. spinosum* (Uludağ et al., 2017; Mennan et al., 2018; Arslan & Aksoy, 2017). Üremiş et al. (2010) indicated that invasive *Physalis* species were introduced in the cotton fields of Turkey at the beginning of the 1990s and spread over time. Likewise, *I. triloba* was first found in the cotton fields of Antalya province and then spread to nearly all the cultivation fields of the Mediterranean region (Yazlık et al., 2013; Özkil & Üremiş, 2020). Similarly, *A. palmeri* was first reported in the middle of the 2010s in Turkey, and then it was introduced to other field crops, including cotton fields, in the following years (Mennan et al., 2018). Although nearly all of them completed their naturalization process in Turkish flora, controlling them was a significant problem, especially with herbicides, because a limited number of herbicides were registered to control them (PPPD, 2022). Invasive plants might replace native weed species in some fields due to their high competition ability compared to natural elements of agricultural and forestlands (Kumar et al., 2021). Moreover, there were no restrictive factors, such as intraspecific competition, natural enemies, and competitive natural plants, that may produce allelopathic chemicals in their new environment (May, 2007).

In conclusion, cotton husbandry has nearly two centuries of history in the East Mediterranean region of Turkey. Alternative crops replaced the cotton in the region, and the cotton fields were reduced to two-thirds compared to the previous years; however, cotton production remained nearly stable because of convenient agricultural practices, especially in weed control. To control weed species in cotton fields, weed flora should be well known by cotton farmers who may use proper weed control strategies, including herbicide use. The results of the recent survey showed the importance and increased density of some dominant weed species, such as *C. rotundus*, *C. arvensis*, *P. oleracea*, *P. angulata*, *S. nigrum*, and *S. halepense*, in all provinces. This increase was considered a threat to the biodiversity of agricultural fields (Krähmer et al., 2020). Management of invasive alien plants in cotton even if they were naturalized is another significant difficulty because no new herbicides have been registered in Turkey for them and they have no natural enemy in their new agroecosystem; therefore, integrated pest management strategies should be employed. Additionally, cotton growers should carefully manage the weed flora of cotton fields because the seeds of dominant weed species in the soil seed bank may decrease in time if precautions are taken.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was completed without any external funding.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

All authors declare that there are no conflicts of interest.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

Ahmet Tansel Serim created project idea, provided data, interpreted the data, drafted and wrote-reviewed & edited the article; Mine Ozkil created project idea, managed project, provided data, interpreted the data, drafted and wrote-reviewed & edited the article; İlhan Üremiş; provided data, interpreted the data, drafted the article; Ahmet Uludag interpreted the data, drafted and wrote-reviewed & edited the article.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not applicable, because this article does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- Andersson, T., & Milberg, P. (1998). Weed flora and the relative importance of site, crop, crop rotation, and nitrogen. *Weed Science*, 46 (1), 30-38. <https://doi.org/10.1017/S0043174500090135>
- Andreasen, C., & Skovgaard, I.M. (2009). Crop and soil factors of importance for the distribution of plant species on arable fields in Denmark. *Agriculture Ecosystems & Environmental*, 133, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.003>
- Andreasen, C., & Streibig, C. (2011). Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries – based on Danish long-term surveys. *Weed Research*, 51, 214-226. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00836.x>
- Andreasen, C., Stryhn, H., & Streibig, J.C. (1996). Decline of the flora in Danish arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 619-626. <https://doi.org/10.2307/2404990>
- Arslan, Z.F. (2018). Şanlıurfa ili pamuk tarlalarında sulama sonrası yabancı otlar ile ilgili yaşanan değişimler, sorunlar ve çözüm önerileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 109-125. (in Turkish). <https://doi.org/10.29050/harranziraat.306920>
- Arslan, Z.F., & Aksoy, N. (2017). Invasion potential of wild melon (*Cucumis melo* subsp. *agrestis*), recorded in cotton and maize fields in Southeastern Anatolia region of Turkey. II. *Workshop on Invasive Species: Global Meeting on Invasion Ecology*, 27-29 September 2017 Bodrum, Muğla, Turkey, pp. 48.
- Bükün, B. (2005). Weed flora changes in cotton growing areas during the last decade after irrigation of Harran plain in Şanlıurfa, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 37 (3), 667-672. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1530.1534>
- Bülbül, R., Barutçu, F., Uyan, A., Tepeli, E., & Çınar, M. (2013). *Adana Tarımsal Sulama Altyapısının Analizi Sulamanın Sorunları ve Çözüm Önerileri*. Yayın No: 26. 73 p (in Turkish). https://www.cka.org.tr/uploads/pages_v/8.pdf
- Christen, D., & Matlack, G. (2006). The role of roadsides in plant invasions: A demographic approach. *Conservation Biology*, 20 (2), 385-391. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00315.x>
- CWMT (2022). *Cotton: World Markets and Trade*. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. Available at <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/cotton.pdf> <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/cotton.pdf> (Accessed 01 May 2022).
- Davis, P.H. (Ed.) (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vols.1-9. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (Eds.) (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol.10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Doucet, C., Weaver, S., Hamill, A., & Zhang, J. (1999). Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. *Weed Science*, 47 (6), 729-735. <https://doi.org/10.1017/S0043174500091402>
- DPPP (2022). *Database of Plant Protection Products*. Available at <https://bku.tarimorman.gov.tr/> (Accessed 01 May 2022).
- Durmuş, E., & Yiğit, A. (2014). *Türkiye'nin Tarım Yöreleri ve Bölgeleri*. Nobel Akademi Yayıncılık, (in Turkish).
- Economou, G., Uludag, S., & Krähmer, H. (2016). *Summary of global cotton weed distribution*. In Atlas of Weed Mapping, H. Krähmer (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781118720691.ch10>

- Erviö, R., Hyvarinen, S., Ervio, L.R., & Salonen, J. (1994). Soil properties affecting weed distribution in spring cereal and vegetable fields. *Agricultural and Food Science in Finland*, 3 (5), 497-504. <https://doi.org/10.23986/afsci.72711>
- Fanfarillo, E., Petit, S., Dessaint, F., Rosati, L., & Abbate, G. (2020). Species composition, richness, and diversity of weed communities of winter arable land in relation to geo-environmental factors: A gradient analysis in mainland Italy. *Botany*, 98 (7), 381-392. <https://doi.org/10.1139/cjb-2019-0178>
- Fried, G., & Reboud, X. (2007). Évolution de la composition des communautés adventices des cultures de colza sous l'influence des systèmes de culture. *Oléagineux, Corps Gras et Lipides*, 14 (2), 130-138. (In French) https://biblio.cbnpmp.fr/doc_num.php?explnum_id=3155
- Fried, G., Cordeau, S., Metay, A., & Kazakou, E. (2019). Relative importance of environmental factors and farming practices in shaping weed communities structure and composition in French vineyards. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 275 (1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.01.006>
- Glemnitz, M., Radics, L., Hoffmann, J., & Czimber, G. (2006). Weed species richness and species composition of different arable field types – A comparative analysis along a climate gradient from south to north Europe. *Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XX*, (Special Issue), 577-586.
- Kadioğlu, İ., Uluğ, E., & Üremiş, İ. (1993). Investigation of weeds in cotton fields in Mediterranean region of Turkey. 1. *Turkish Weed Science Congress*, 3-5 February 1993, Adana, Turkey, p. 151-156.
- Kadioğlu, İ., Üremiş, İ., & Uludağ, A. (2004). Relationships between seedbank and weed flora in cotton areas in the Çukurova region of Turkey. *Bulletin of Pure and Application Science*, 23B (I), 61-69.
- Krähmer, H., Andreasen, C., Economou-Antonaka, G., Holec, J., Kalivas, D., Kolářová, M., Novák, R., Panozzo, S., Pinke, G., Salonen, J., Sattin, M., Stefanic, E., Vanaga, I., & Fried, G. (2020). Weed surveys and weed mapping in Europe: State of the art and future tasks. *Crop Protection*, 129, 105010. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105010>
- Kumar, M., Phukon, S.N., & Singh, H. (2021). The role of communities in sustainable land and forest management. *In: Forest Resources Resilience and Conflicts*, 305-318. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822931-6.00024-1>
- May, S. (2007). *Invasive Terrestrial Plants*. Chelsea House an imprint of Infobase Publishing. ISBN 0-7910-9128-7.
- Mennan, H., & Işık, D. (2003). Invasive weed species in onion production systems during the last 25 years in Amasya, Turkey. *Pakistan Journal of Agronomy Botany*, 35 (2), 155-160.
- Mennan, H., Doğan, M.N., Şahin, M., & Kaya Altop, E. (2018). *Amaranthus palmeri* new threat for Turkish Agriculture. *70th International Symposium on Crop Protection*, Ghent, May 22 2018, Ghent-Belgium, p. 15.
- MGM (2020). *Turkish State Meteorological Service*. www.mgm.gov.tr (Accessed on - 10.11.2022).
- Mulugeta, D., Stoltenberg, D.E., & Boerboom, C.M., (2001). Weed species–area relationships as influenced by tillage. *Weed Science*, 49, 217-223. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0217:WSARAI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0217:WSARAI]2.0.CO;2)
- Murray, D.S., Verhalen, V.L., & Tyrl, R.J. (1992). *Weeds of cotton: Characterization and control. Number 2. The cotton foundation reference book series*. Available at <https://www.cotton.org/foundation/reference-books/weeds/upload/Weeds-of-Cotton-144m.pdf> (Accessed 12 January 2022).
- Nkoa, R., Owen, M., & Swanton, C. (2015). Weed abundance, distribution, diversity, and community analyses. *Weed Science*, 63 (SP1), 64-90. <https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00075.1>
- Nowak, A., Nowak, S., Nobis, M., & Nobis, A. (2015). Crop type and altitude are the main drivers of species composition of arable weed vegetation in Tajikistan. *Weed Research*, 55, 525-536. <https://doi.org/10.1111/wre.12165>
- OECD/FAO (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>

- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M.H.H., Oksanen, M.J., et al. (2013). *The Vegan Package*. Community Ecology Package, R Package Version 2.6-2. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- Önen, H., Akdeniz, M., Farooq, S., Hussain, M., & Ozaslan, C. (2018). Weed flora of citrus orchards and factors affecting its distribution in Western Mediterranean Region region of Turkey. *Planta Daninha*, 36, e018172126. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100036>
- Özkil, M., & Üremiş, İ. (2020). The situation of morningglory (*Ipomoea* spp.) and field bindweed (*Convolvulus* spp.) species and their frequency and density in the agricultural areas of the Mediterranean region. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (2), 229-237. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.596203>
- Pardo, G., Cirujeda, A., Perea, F., Verdu, A.M.C., Mas, M.T., & Urbano, J.M. (2019). Effects of reduced and conventional tillage on weed communities: Results of a long-term experiment in Southwestern Spain. *Planta Daninha*, 37, e019201336. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100152>
- Pollard, F., Moss, S.R., Cussans, G.W., & Froud-Williams, R.J. (1982). The influence of tillage on the weed flora in a succession of winter wheat crops on a clay loam soil and a silt loam soil. *Weed Research*, 22, 129-136. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1982.tb00155.x>
- R Core Team. (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Ramôa, S., Oliveira e Silva, P., Travlos, I., Vasconcelos, T., Forte, P., & Portugal, J. (2017). Evaluation of weed flora changes in Portugal in a 10-year basis. *Australian Journal of Crop Science*, 11 (3), 322-328. <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.03.pne378>
- Ruisi, P., Frangipane, B., Amato, G., Badagliacca, G., Di Miceli, G., Plaia, A., & Giambalvo, D. (2015). Weed seedbank size and composition in a long-term tillage and crop sequence experiment. *Weed Research*, 55 (3), 320-328. <https://doi.org/10.1111/wre.12142>
- Salonen, J., Hyvönen, T., & Jalli, H., (2001). Weeds in spring cereal fields in Finland-a third survey. *Agricultural and Food Science*, 10, 347-364. <https://doi.org/10.23986/afsci.5705>
- Sans, F.X., Berner, A., Armengot, L., & L., Mäder, P. (2011). Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat-sunflower-spelt cropping sequence. *Weed Research*, 51, 413-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2011.00859.x>
- Santos, F.L.S., Teixeira, I.R., Timossi, P.C., Silverio, J.G.D., & Benett, C.G.S. (2017). Phytosociological survey of weed plants in intercrops of common beans and castor beans. *Planta Daninha*, 35, e017162166. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100033>
- Shahrajabian, M.H., Sun, W., & Cheng, Q. (2020). Considering white gold, cotton, for its fiber, seed oil, traditional and modern health benefits. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 14 (40), 25-39.
- Shiratsuchi, L.S., Fontes, J.R.A., & Resende, A.V. (2005). Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com a fertilidade dos solos. *Planta Daninha*, 23, 429-436. (in Portuguese) <https://doi.org/10.1590/S0100-83582005000300006>
- Solé-Senan, X.O., Juárez-Escario, A., Conesa, J.A., Torra, J., Royo-Esnal, A., & Recasens, J. (2014). Plant diversity in mediterranean cereal fields: Unraveling the effect of landscape complexity on rare arable plants. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 185, 221-230. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.01.003>
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, I.A., & Kurt, Ş. (2017). Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22, 23-33.
- Sørensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 5, 1-34.

- Storkey, J., & Westbury, D.B. (2007). Managing arable weeds for biodiversity. *Pest Management Science*, 63, 517-523. <https://doi.org/10.1002/ps.1375>
- Swanton, C.J., Shrestha, A., Roy, R.C., Ball-Coelho, B.R., & Knezevic, S.Z. (1999). Effect of tillage systems, N, and cover crop on the composition of weed flora. *Weed Science*, 47 (4), 454-461. <https://doi.org/10.1017/S0043174500092079>
- TADPORTAL (2022). *Automation of evaluation and management of agricultural fields*. <https://tad.tarim.gov.tr/> (Accessed 12 January 2022).
- TUIK (2022). *Agricultural statistic in Turkey*. Available at <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Accessed 12 January 2022).
- Ulber, L., Steinmann, H.H., Klimek, S., & Isselstein, J. (2009). An on-farm approach to investigate the impact of diversified crop rotations on weed species richness and composition in winter wheat. *Weed Reserch*, 49 (5), 534-543. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2009.00722.x>
- Uludağ, A., Aksoy, N., Yazlık, A., Arslan, Z.F., Yazmış, E., Üremiş, İ., Cossu, T.A., Groom, Q., Pergl, J., Pysek, P., & Brundu, G. (2017). Alien flora of Turkey: checklist, taxonomic composition and ecological attributes. *NeoBiota*, 35, 61-85. <https://doi.org/10.3897/neobiota.35.12460>
- Uludağ, A., Gözcü, D., Ruşen, M., Guvercin, R.S., & Demir, A. (2007). The effect of johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) densities on cotton yield. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10, 523-525. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.523.525>
- Uludağ, A., Üremiş, İ., Aksoy, E., Gönen, O., & Kadioğlu, İL. (2004). Relations between seedbank and weed flora in cotton areas. 22 German Conference on Weed Biology and Weed Control (2-4 March 2004, Stuttgart-Germany) *Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XIX*, 57-64.
- Üremiş, İ., Bükün, B., Zengin, H., Yazlık, A., & Uludağ, A. (2010). Alien plants in cotton fields and their impact on flora in Turkey. *2nd International Workshop on Invasive Plants in the Mediterranean Type Regions of the World*, pp. 78.
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E.M., & Sertkaya, E. (2020). Hatay ili havuç ekim alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yaygınlıkları, yoğunlukları ve durumlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17, 211-228. <https://doi.org/10.33462/jotaf.645336>
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., & Sertkaya, E. (2023). Hatay ili tarımsal alanlarında bulunan canavar otu türlerinin, yaygınlıklarının, yoğunluklarının ve potansiyel zarar seviyesinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 338-354. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1240285>
- Yaktı, Ö. (2013). American civil war and Adana: The impact of cotton agriculture in the modernization process. Ankara Üniversitesi. *Türk İnkılap Tarihi Enstitüsü Atatürk Yolu Dergisi*, 54, 273-296 (in Turkish).
- Yazlık, A., Üremiş, İ., Uludağ, A., & Uzun, K. (2013). A new threat in cotton fields in the West Mediterranean Region region of Turkey: *Ipomoea* spp. *4th Esenias Workshop Proceedings*, 16-17 December 2013 – Çanakkale-Türkiye, pp. 46-47.

Infestation rates of Mediterranean fruit fly [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] on common guava (*Psidium guajava* L.) fruits

Guava (*Psidium guajava* L.) meyvelerinde Akdeniz meyve sineği [*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)]'nin bulaşma oranları

Nihat DEMİREL¹ 

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

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 12.07.2023 Accepted / Kabul: 07.09.2023</p> <p>Keywords: Medfly <i>Psidium guajava</i> infestation rates Türkiye</p> <p>Anahtar Kelimeler: Akdeniz meyve sineği <i>Psidium guajava</i> Bulaşma oranları Türkiye</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Nihat DEMİREL ndemirel@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>The study was conducted to determine infestation rates of medfly on common guava, <i>Psidium guajava</i> L. (Myrtaceae), fruits in Hatay province of Türkiye. During the study, a different number of the common guava fruits were collected at University of Hatay Mustafa Kemal Research Center in Field 49. They were brought to the laboratory, placed in three plastic container, and each container put into three different mesh screen cages at room temperature. For each of the sampling year, the adults of medfly emerging from the infested fruits were counted in a three-mesh screen cages. Additionally, medfly infestation rates were evaluated as percentage by examining all fruits in plastic cups in each of the cages. As a result of four-year investigations, this pest was found on <i>P. guajava</i> fruits in all sampling years. Totals of 3240 medfly adults in 2016, 4161 medfly adults in 2017, 4621 medfly adults in 2019, and 2982 medfly adults in 2020 were counted in three mesh screen cages. In 2016, a total of 600 guava fruit samples were collected during the study period, of which 255 fruits (42.5%) were infested by medfly. In 2017, a total of 450 guava fruit samples were collected during the study period, of which 352 fruits (78.22%) were infested by medfly. In 2019, a total of 870 guava fruit samples were collected during the study period, of which 625 fruits (71.84%) were infested by medfly. In 2020, a total of 689 guava fruit samples were collected during the study period, of which 554 fruits (81.41%) were infested by medfly. The highest percentage infested rates was recorded as 81.41 in 2020, followed by 78.22 in 2017, 71.84 in 2019 and 42.5 in 2016.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışma, Türkiye'nin Hatay ilinde guava, <i>Psidium guajava</i> L. (Myrtaceae) meyvelerinde akdeniz meyve sineğinin bulaşıklık oranlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma sırasında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma Merkezi 49 nolu tarladan farklı sayıda guava meyvesi toplanmıştır. Laboratuvara getirilerek üç plastik kab ile üç farklı tel kafese oda sıcaklığında konulmuştur. Örneklem yılının her biri için, bulaşık meyvelerden çıkan Akdeniz meyve sineklerinin erginleri üç farklı tel kafesin içinde sayılmıştır. Ayrıca kafeslerin her birindeki plastik kaplardaki tüm meyveler incelenerek akdeniz meyve sineklerinin bulaşıklık oranları yüzde olarak değerlendirilmiştir. Dört yıllık araştırmalar sonucunda, tüm örneklem yıllarında <i>P. guajava</i> meyvelerinde bu zararıya rastlanmıştır. Üç farklı tel kafes içinden 2016'da toplam 3240, 2017'de toplam 4161, 2019'da toplam 4621 ve 2020'de toplam 2982 adet Akdeniz meyve sineği sayılmıştır. Çalışma döneminde, 2016 yılında toplanan 600 guava meyvesinin 255 (%42.5)'i, 2017 yılında toplanan 450 guava meyvesinin 352 (%78.22)'si, 2019 yılında toplanan 870 guava meyvesinin 625 (%71,84)'i ve 2020 yılında toplanan 689 guava meyvesinin 554 (%81.41)'ü Akdeniz meyve sineği ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. En fazla bulaşma yüzdesine 2020'de 81.41 olarak kaydedilirken, bunu sırasıyla 2017'de 78.22, 2019'da 71.84 ve 2016'da 42.5 izlemiştir.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Demirel, N. (2023). Infestation rates of Mediterranean fruit fly [<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] on common guava (<i>Psidium guajava</i> L.) fruits. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 649-657. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1326527</p>

INTRODUCTION

The common guava, yellow guava, or lemon guava, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) is considered to be native to Mexico and grown in all the tropical and subtropical areas of the world (Stone, 1970; Wilson, 1980; Yadava, 1996; Le et al., 1998; Tate, 2000; Gould & Raga, 2002; Dolinski, 2016; Adak et al., 2019). Guava is a well-known cultivated tropical fruit known for its food and nutritional values throughout the world (Morton, 1987). Several insect species feed on its fruits, leaves, trunk, causing damage depending on the region or country (Gundappa et al., 2018). Major insect pests of guava which can cause considerable economic damage are fruit flies, *Anastrepha bistrigata* Bezzi (Diptera: Tephritidae), *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. obliqua* (Macquart), *A. sororcula* Zucchi, *A. zenildae* Zucchi, *A. suspensa* Loew, *A. serpentina* (Wiedemann), *A. ludens* (Loew), and *A. striata* Schiner (Zucchi, 2008; White & Elson-Harris, 1994), *Bactrocera zonata* Saunders, *B. dorsalis* (Hendel), *B. correcta* (Bezzi), (Diptera: Tephritidae) (Kapoor, 2000; Jalaluddin et al., 2001; Reddy & Vasuki, 2002; EPPO, 2014; CABI, 2015), medfly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) (Liquidó et al., 1990; Canal et al., 1998; Weems, 2001; De Meyer et al., 2002; Souza-Filho et al., 2009; Souza-Filho & Costa, 2003; Mwatawala et al., 2009), *C. anonae* (Graham), *C. cosyra* (Walker), *C. fasciventris* (Bezzi), and *C. rosa* on fruits Karsch (Coperland et al., 2006), bark-ating caterpillar, *Indarbela quadrinotata* Walker and *I. tetraonis* Moore (Lepidoptera: Metarbelidae) (Srivastava, 1997; Haseeb, 2007), pomegranate butterfly, *Deudorix* (= *Virachola*) *isocrates* Fab. (Lepidoptera: Lycaenidae), castor capsule Borer, *Conogethes punctiferalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae) (Souza-Filho & Costa, 2003), leaf twisting weevil, *Apoderus transquebaricus* Fab. (Coleoptera: Curculionidae) on foliage (Singh, 1996), Stem borer, *Aristobia testudo* Voet (Coleoptera: Cerambycidae), trunk borer, *Batocera rufomaculata* (Coleoptera: Cerambycidae), spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russel (Mani & Krishnamoorthy, 1996), tea mosquito bug, *Helopeltis antonii* Signoret (Hemiptera: Miridae), redbanded thrips, *Selenothrips rubrocinctus* Giard (Thysanoptera: Thripidae), grapevine thrips, *Rhipiphorothrips cruentatus* Hood (Thysanoptera: Thripidae), the guava thrips, *Liothrips anonae* Moulton, 1933 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) are secondary pests on guava plantations damaging leaves and shoots, and fruits (Gould & Raga, 2002, Picanço et al., 2003), mango mealybug, *Rastrococcus iceryoides* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) on vegetative as well as reproductive parts (Mani and Krishnamoorthy, 1998), green shield scale, *Chloropulvinaria psidii* Maskell and wax scale, *Drepanococcus chiton* Green (Hemiptera: Coccidae), the leaf-footed bug, *Leptoglossus zonatus* Dallas (Hemiptera: Coreidae) (Souza-Filho & Costa, 2003), *Paradasynus rostratus* Dist. (Hemiptera: Coreidae) on fruit (Beevi et al., 1989), psyllid, *Triozoida limbata* (Hemiptera: Triozidae) (Souza-Filho & Costa, 2003), aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) have been reported on guava (Pena et al., 2002; Gould & Raga, 2002; Uhammad Sarwar, 2006; Haseeb, 2007; Muniappan et al., 2012; Gundappa et al., 2018). The Mediterranean fruit fly (Medfly), *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), is one of the most important fruit pests throughout the world (White & Elson-Harris, 1994; Demirel, 2016; Demirel & Akyol, 2017; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a,b). The Medfly is a polyphagous species attacking over 350 different hosts plant (Weems, 1981; Liquidó et al., 1991). The females lay eggs below the skin of the host fruits, which are destroyed by larval feeding (Krainacker et al., 1987; Fimiani, 1989; Zucoloto, 1993; Papadopoulos et al., 2002; Ovruski et al., 2003; White & Elson-Harris, 1994; Medeiros et al., 2007; Mwatawala et al., 2009). The purpose of the current study was to determine infestation rates of Medfly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on common guava, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) fruits in Hatay province of Türkiye.

MATERIALS and METHODS

The studies were conducted over four years (2016, 2017, 2019 and 2020) to determine infestation rates of medfly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), on common guava, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) fruits in Hatay province of Türkiye. During the study, 600 fruits on 9 October 2016, 450 fruits on 4 November 2017, 870 fruits on 31 October 2019, and

689 fruits on 12 November 2020 common guava fruits were collected at University of Hatay Mustafa Kemal Research Center in Field 49. They were brought to the laboratory, placed in plastic containers (43x28x7cm), and then put into three different mesh screen cages (100x50x50cm) at room temperature. After approximately 45 days, the total numbers of emerged Medfly adults (♀,♂) into mesh screen cages were counted. In addition, all fruits in plastic containers into each of the cages were examined one by one, and the percentage of the damage rates of Medfly larvae was calculated to express percentage infestation.

RESULTS and DISCUSSIONS

Total numbers of medfly adults counted in mesh screen cages varied in each of the sampled years. A total of 3240 medfly adults in 2016, a total of 4161 medfly adults in 2017, a total of 4621 medfly adults in 2019 and a total of 2982 medfly adults in 2020 were counted in three mesh screen cages (Figure 1).

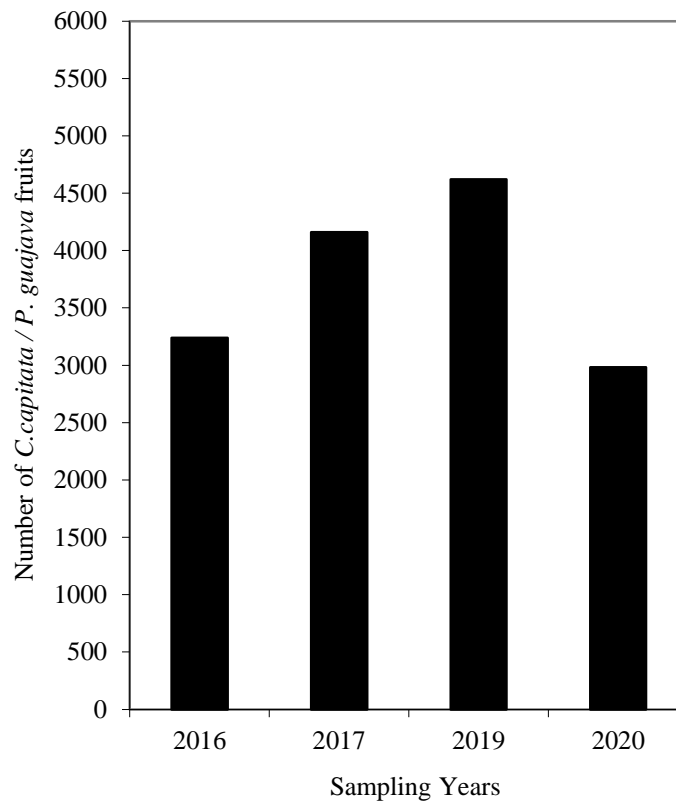


Figure 1. Number of medfly adults emerged from damaged fruits during the sampling years
Şekil 1. Örnekleme yıllarında zarar görmüş meyvelerden çıkan Akdeniz meyve sineği ergin sayısı

Total number of sampled fruits and the number of infested fruits by medfly varied in each of the sampled years. The total of 600 guava fruit samples were collected on 9 October 2016, of which 255 fruits were infested by medfly (Figure 2). The total of 450 guava fruit samples were collected on 04 November 2017, of which 352 fruits were infested by medfly. The total of 870 guava fruit samples were collected on 31 October 2019, of which 625 fruits were infested by medfly. The total of 689 guava fruit samples were collected on 12 November 2020, of which 554 fruits were infested by medfly.

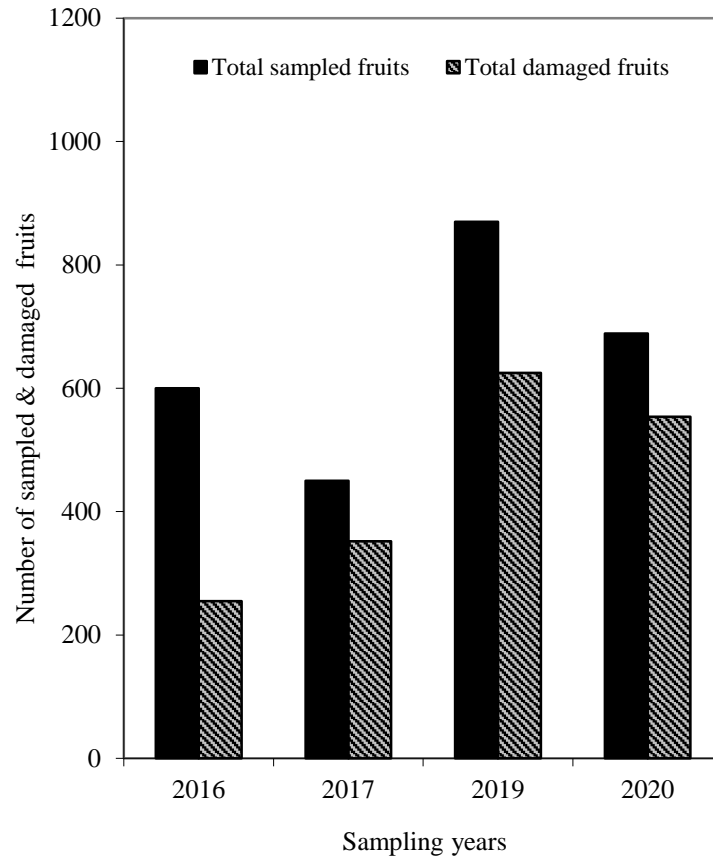


Figure 2. Number of sampled and damaged fruits during the sampling years

Şekil 2. Örnekleme yıllarında örneklenen ve zarar görmüş meyve sayısı

The current study indicated that percent of infestation rates by medfly were significantly different in each of the sampling years. The highest percent of infested rates was recorded as 81.41 in 2020, followed by 78.22 in 2017, 71.84 in 2019 and 42.5 in 2016, respectively (Figure 3).

A total of 116 guava fruit samples were collected by Hussain et al. (2015) during the study period, of which 36 fruits (31 %) were infested by *Bactrocera dorsalis* (syn. *B. invadens*) and *Ceratitidis capitata*. The highest percent of infestation rates was recorded in guava fruits in Keren regions with 69%, followed by Adi Naamen (45 %), Dekemhare (40 %) and Hamelmalo (27 %) regions of Eritrea. Therefore, the infestation of invasive *B. dorsalis* was prevalent in guava fruits of Hamelmalo (100 %) and Adi Naamen (86 %) regions of Eritrea; whereas *C. capitata* was predominant in Dekemhare (79 %) and Keren (54 %) regions of Eritrea (Hussain et al., 2015). Several studies were also conducted to evaluate the percentage infestation rates of medfly on various host plants. In Egypt, The Egyptian Ministry of Agriculture (MOA) stated that the percent of medfly infestation was the highest in grapefruit (28.13%), following in guava (27.1%), apricot (24.41%), peach (23.22%), fig (8.67%), orange (7%) and mango (6%) (Lysandrou, 2009). In addition, the rates of infestation with the medfly reported as Clementine (31.1%), Navel orange (23.8%), and Valencia orange (14.12%) (Saleh & El-Hamalawii, 2004). Moreover, the rates of infestation with the medfly recorded as apricot (34.5%), summer pear (39.5%), clementine (77%), and yellow figs (65%) in Iraq (Al-Jabouri, 2009). Furthermore, infestation levels of medfly were different in on apricots (74), grapefruits (49.5), sour oranges (42.5), guavas (36.5), peaches (24), mandarins (16), baladi oranges (13.3), navel oranges (8.5), mangoes (8.6) and valencia oranges (7.5) (Hashem et al., 1987). In addition, Demirel & Akyol (2017) reported that percentages of infestation rates with medfly on satsuma mandarin were 10.91 in 2011 and 8.56 in 2012. Moreover, Yıldırım & Başpınar (2011) found that infestation rate of

pomegranate orchards during the harvest was 2.20 percent. Furthermore, Kasap & Aslan (2016) reported that the infestation rates of medfly on Acco pomegranate was 5.2% in Adana province.

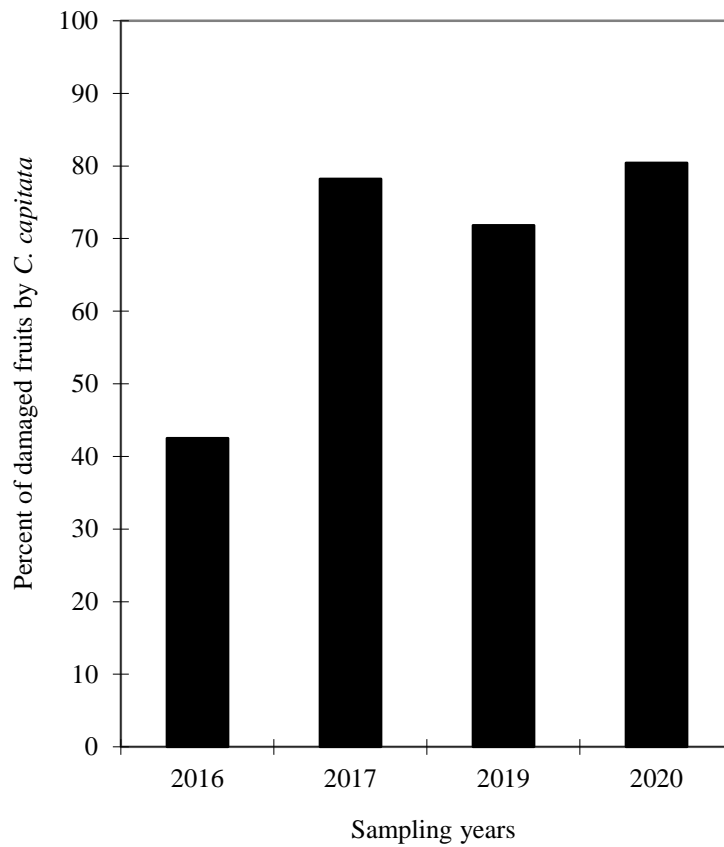


Figure 3. Percent of damaged fruits by medfly larvae during the sampling years

Şekil 3. Örnekleme yıllarında Akdeniz meyve sineğinin larvaları tarafından zarar görmüş meyvelerin yüzdesi

Fruit fly infests guava heavily during the winter season. Infestation level of *B. dorsalis* on guava has been reported as in the range of 19-42% in Punjab (Arora et al., 1998), while *B. zonata* infestation level has been reported as it varies from less than 10 to more than 20% on various cultivars in the state of Haryana (Rana et al., 1990). A damage of 25-50% has been reported to guava fruit by *Dacus zonatus* alone particularly in summer season (Syed et al., 1970). The highest level of fruit fly damage and percentage of infestation (92.5%) on guava fruit were observed due to the most abundant species *Bactrocera invadens* (Jose et al., 2013). In peninsular India, the infestation level of *B. dorsalis* varies from 10 to 41% on different cultivars of guava (Reddy & Vasuki, 2002), whereas the infestation level of *B. correcta* has been reported from 4.8 to 49.38% (Jalaluddin et al., 2001). It has been reported that on average *B. zonata* incurs crop loss on guava up to 75% in severe cases (Kapoor, 2000). The guava fruit fly, *Bactrocera correcta* (Bezzi) (Diptera: Tephritidae) was responsible for 60-80% of the loss. Guava and oriental fruit fly, *B. dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) caused 5-100% (Kafi, 1986), the Ber fruit fly, *Carpomya vesuviana* Costa, (Diptera: Tephritidae) causes 90-100% and the peach fruit fly, *B. zonata*, causes 30-80% damage (Mwatawala et al., 2006) on guava.

In conclusion, the current study was conducted in 2016, 2017, 2019 and 2020 to determine infestation rates of Mediterranean fruit fly (Medfly), *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on common guava, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) plant in Hatay province of Türkiye. As a result of four-year investigations, this pest was found on common guava fruits in all sampling years in Hatay province of Türkiye. Totals of 3240 medfly adults in 2016, 4161 medfly adults in 2017, 4621 medfly adults in 2019, and 2982 medfly adults in 2020 were counted. The highest percent of infested rates was recorded as 81.41 in 2020, followed by 78.22 in 2017, 71.84 in 2019 and 42.5 in 2016, respectively.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The author declare that he has contributed a full contribution to the article.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not applicable, because this article does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- Adak, N., Balkıç, R., Tozlu, İ., Altınkaya, L., Soydal, A., & Gübbük, H. (2019). Guava (*Psidium guajava* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine araştırmalar. *Bahçe*, 48 (1), 1-7. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bahce>
- Al-Jabouri, R.K.I. (2009). Life and environmental aspects of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera :Tephretidae) and their seasonal presence on some of their hosts plant. Master Thesis, Agriculture College University of Baghdad, Iraq.
- Arora, P.K., Batra, R.C., & Mehrotra, N.K. (1998). Screening of some promising guava varieties against fruit fly. *Proceedings of the First National Symposium on Pest Management in Horticultural Crops: Environmental Implication and Thrusts*, Bangalore, pp. 43-44.
- Beevi, S.N., Vilsalakshi, A., Nair, K.K.R., Remamony, K.S., & Das, N.M. (1989). Guava as a potential host of *Paradasynus rostratus* Dist. (Hemiptera: Coreidae), the corid bug of coconut in Kerala. *Entomon*, 14, 363-364.
- CABI (2015). *Psidium guajava* (guava). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.45141>
- Canal, N.A., Alvarenga, C.D., & Zucchi, R.A. (1998). Infestation levels of common guava by *Anastrepha zenilda* Zucchi (Diptera: Tephritidae) in commercial groves of the North of Minas Gerais State. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27 (4), 657-661. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000400021>
- Coperland, R.S., Wharton, R.A., Luke, Q., de Meyer, M., Lux, S., Zenz, N., Machera, P., & Okumu, M. (2006). Geographic distribution, host fruit, and parasitoids of African fruit fly pests *Ceratitis anonae*, *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis fasciventris*, and *Ceratitis rosa* (Diptera: Tephritidae) in Kenya. *Annals of the Entomological Society of America*, 99 (2), 261-278. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2006\)099\[0261:GDHFAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2006)099[0261:GDHFAP]2.0.CO;2)
- De Meyer, M., Copeland, R.S., Lux, S.A., Mansell, M., Quilici, S., Wharton, R., White, I.M., & Zenz, N.J. (2002). Annotated check list of host plants for Afrotropical fruit flies (Diptera: Tephritidae) of the genus *Ceratitis*. Koninklijk Museum voor Midden-Afrika Tervuren Belge, Zoölogische Documentatie, 27, 1-91.
- Demirel, N. (2016). Population density and damage ratios of Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae) on pomegranate orchards in Turkey. *Entomology and Applied Science Letters*, 3 (5), 1-7. <https://easletters.com/>
- Demirel, N. (2019a). Efficacy of various attractants to Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (7), 5390-5397.
- Demirel, N. (2019b). Trapping genders of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and other Dipteran with various attractants on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (4), 2937-2941.
- Demirel, N., & Akyol, E. (2017). Evaluation of mass trapping for control of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Satsuma mandarin in Hatay province of Turkey. *International Journal of Environmental Agriculture Research*, 3 (12), 32-37. <http://www.ijaaer.com>
- Demirel, N., Yıldırım, A.E., & Kılıç, G. (2018). Effectiveness of various attractants for Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5), 3191-3198.

- Dolinski, C. (2016). Entomopathogenic nematodes against the main guava insect Pests. *BioControl*, 61, 325-335. <http://doi.org/10.1007/s10526-015-9695-y>
- EPPO (2014). *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France. Online at: https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/BCTRIN.htm
- Fimiani, P. (1989). Mediterranean region. Robinson, A.S. & G. Hooper (Eds), *World crop pests fruit flies: Their biology, natural enemies and control* (Vol. 3A., pp. 39-50). Amsterdam, Elsevier Science.
- Gould, W.P., & Raga, A. (2002). Pests of guava. Peña, J.E., Sharp, J.L. & Wysoki, M. (eds.), *Tropical fruit pests and pollinators: Biology, economic importance, natural enemies and control* (pp. 295-313). CAB International.
- Gundappa, B., Balaji Rajkumar, M., Singh, S., & Rajan, S. (2018). Pests of Guava. In book: Omkar (eds) *pests and their management* (pp. 491-516). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8_15
- Haseeb, M. (2007). Current status of insect pest problems in guava. *Acta Horticulture*, 735, 453-467. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.735.63>
- Hashem, A.G., Saafan, M.H., & Haris, E.J. (1987). Population ecology of the Mediterranean fruit fly in the reclaimed area in the western desert of Egypt (South Tahrir sector). *Annals of Agricultural Science*, 32 (3), 1803-1811.
- Hussain, M.A., Haile, A., & Ahmad, T. (2015). Infestation of two tephritid fruit flies, *Bactrocera dorsalis* (syn. *B. invadens*) and *Ceratitis capitata*, in guava fruits from selected regions of Eritrea. *African Entomology*, 23 (2), 510-513. <https://doi.org/10.4001/003.023.0214>
- Jalaluddin, S.M., Natarajan, K., & Sadakathulla, S. (2001). Population fluctuation of the guava fruit fly, *Bactrocera correcta* (Bezzi) in relation to hosts and abiotic factors. *Journal of Experimental Zoology*, 4, 323-327.
- Jose, L., Cugala, D., & Santos, L. (2013). Assessment of invasive fruit fly fruit infestation and damage in Cabo Delgado Province, Northern Mozambique. *African Crop Science Journal*, 21 (1), 21-28.
- Kafi, A. (1986). *Progress and problems in controlling fruit flies infestation*. FAO, RAPA, Bangkok, 16-19.
- Kapoor, V.C. (2000). Fruit flies (Diptera: Tephritidae): status, biology and management strategies. In: Upadhyay RK, Mukerji KG, Dubey OP (eds) *IPM system in agriculture*, vol 7. Aditya Books Private Ltd, New Delhi.
- Kasap, A., & Aslan, M.M. (2016). The monitoring the population and detection of the loss ratio of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) by pheromone traps in pomegranate and persimmon varieties. *KSÜ Doğa Bilimler Dergisi*, 19 (1), 43-50. <https://doi.org/10.18016/ksujns.21217>
- Krainacker, D.A., Carey, J.R., & Vargas, R.J. (1987). Effect of larval host on life history traits of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. *Oecologia*, 73, 583-590. <http://doi.org/10.1007/BF00379420>
- Le, H.T., Hancock, J.F., & Trinh, T.T. (1998). The fruit crop of Vietnam: introduced species and their native relatives. *Fruit Varieties Journal*, 52, 158-168 <http://hdl.handle.net/10625/26045>
- Liquido, N.J., Cunningham, R.T., Nakagawa, S. (1990). Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 Survey). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1863-1878. <http://doi.org/10.1093/JEE/83.5.1863>
- Liquido, N.J., Shinoda, L.A., & Cunningham, R.T. (1991). Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, 77, 1-52.
- Lysandrou, M. (2009). Fruit flies in the Mediterranean and Arab world: how serious a threat are they and how can we minimize their impact. *Arab Journal of Plant Protection*, 27, 236-239.
- Mani, M., & Krishnamoorthy, A. (1996). Spiralling whitefly and its natural enemies on guava in Karnataka. *Insect Environment*, 2, 12-13.
- Mani, M., & Krishnamoorthy, A. (1998). Regulation of *Rastrococcus iceryoides* (Green) on guava. *Insect Environment*, 4 (3), 71.
- Medeiros, A., Oliveira, L., & Garcia, P. (2007). Suitability as Medfly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) hosts, of seven fruit species growing on the island of São Miguel, Azores. *Arquipélago. Life and Marine Sciences*, 24, 33-40. <http://hdl.handle.net/10400.3/219>

- Morton, J. (1987). Guava. Julia F. Morton and Miami, FL. (Eds), *Fruits of Warm Climates*, 356-363.
- Muniappan, R., Shepard, B.M., Carner, G.R., & Ooi, P.A.C. (2012). Pests of major fruit crops. *Arthropod Pests of Horticultural Crops in Tropical Asia*, 67-106.
- Mwatawala, M., De Meyer, M., Makundi, R., & Maerere, A. (2006). Seasonality and host utilization of the invasive fruit fly, *Bactrocera invadens* (Dipt., Tephritidae) in central Tanzania. *Journal of Applied Entomology*, 130, 530-537. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2006.01099.x>
- Mwatawala, M.W., Meyer, M.de, Makundi, R.H., & Maerere, A.P. (2009). Host range and distribution of fruit-infesting pestiferous fruit flies (Diptera, Tephritidae) in selected areas of Central Tanzania. *Bulletin of Entomological Research*, 99 (6), 629-641. <https://doi.org/10.1017/S0007485309006695>
- Ovruski, S., Schliserman, P., & Aluja, M. (2003). Native and introduced host plants of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Northwestern Argentina. *Journal of Economic Entomology*, 96, 1108-1118. <https://doi.org/10.1093/jee/96.4.1108>
- Papadopoulos, N.T., Katsoyannos, B.I., & Carey, N.A. (2002). Demographic parameters of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) reared in apples. *Annals of the Entomological Society of America*, 95, 564-569. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2002\)095\[0564:DPOTMF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2002)095[0564:DPOTMF]2.0.CO;2)
- Pena, J.E., Sharp, J.L., & Wysoki, M. (2002). Tropical fruit pests and pollinators: biology, economic importance, natural enemies and control. *Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control*, 430 pp. <https://doi.org/10.1079/9780851994345.0001>
- Picanço, M.C., Crespo, A.L.B., Ecole, C.C., Badji, C.A., Costa, H., & Couto, F.A.D. (2003). Dano, sistema de tomada de decisão, controle de *Pseudophilothrips* sp. (Thysanoptera: Phlaeothripidae) e sua relação com lesões fúngicas em frutos de goiaba. *Acta Scientiarum Agronomy*, 25, 223-230.
- Rana, J.S., Parkash, O.M., & Verma, S.K. (1990). A note on relative susceptibility of some guava cultivars to fruit fly, *Dacus zonatus* (Saunders). *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, 19, 131-133.
- Reddy, P.V.R., & Vasuki, C. (2002). Evaluation of guava accessions for resistance to the fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in relation to certain fruit morphological characters. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 8, 27-32.
- Saleh, A., & El-Hamalawii, M. (2004). The population dynamics of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) in some fruit orchards in Gaza Strip. *An-Najah University Journal for Research - A (Natural Sciences)*, 18 (2), 250-265.
- Singh, T.V.K. (1996). First report of leaf twisting weevil, *Apoderus transquebaricus* (Fab.) on guava. *Insect Environment*, 2, 41.
- Souza Filho, M.F., & Costa, V.A. (2003). Manejo integrado de pragas da goiabeira. In Rozane DE, Couto FAA [eds.], *Cultura da Goiabeira: Tecnologia e Mercado*. Suprema Gráfica e Editora, Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, Brazil.
- Souza-Filho, M.F., Raga, A., Azevedo-Filho, J.A., Strikis, P.C., Guimaraes, J.A., & Zucchi, R.A. (2009). Diversity and seasonality of fruit flies (Diptera: Tephritidae and Lonchaeidae) and their parasitoids (Hymenoptera: Braconidae and Figitidae) in orchards of guava, loquat and peach. *Brazilian Journal of Biology*, 69 (1), 31-40. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842009000100004>
- Srivastava, R.P. (1997). *Mango Insect Pest Management (No. Ed. 1)*. International Book Distributing Co., Charbagh.
- Stone, B. (1970). The flora of Guam. *Micronesica*, 6, 454-455.
- Syed, R.A., Ghani, M.A., & Murtaza, M. (1970). Studies on trypetids and their natural enemies in West Pakistan. III *Dacus zonants* (Saunders). *Tech. Bull. Comm. Wel. Inst. Biol. Cont.*, 13, 1-16.
- Tate, D. (2000). *Tropical Fruit of Thailand*. Asia Books Co. Ltd, Bangkok.
- Uhammad Sarwar, M. (2006). Occurrence of insect pests on guava (*Psidium guajava*) tree. *Pakistan Journal of Zoology*, 38 (3), 197-200.

- Weems, H.V. Jr. (2001). In: Feature creatures—*Anastrepha serpentina*. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/sapote_fruit_fly.htm, updated on January 2015.
- Weems, H.V. Jr. (1981). Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Entomology Circular, Division of Plant Industry, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 12 pp.
- White, I.M., & Elson-Harris, M.M. (1994). *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Bionomics*. CAB International, Wallingford.
- Wilson, C.W. (1980). Guava. In: Nagy S, Shaw PE (eds) *Tropical and sub-tropical fruits: Composition, properties, and uses*. AVI, Westport, pp. 279-299.
- Yadava, U.L. (1996). Guava (*Psidium guajava* L.): an exotic tree fruit with potential in the southeastern United States. *Hort Science*, 31, 789-794. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.31.5.789>
- Yıldırım, E.M., & Başpınar, H. (2011). Aydın ili nar bahçe-lerinde saptanan zararlı ve predatör türler, yayılışı, zararlı türlerden önemlilerinin popülasyon değişimi ve zararı. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 1 (3), 169-179.
- Zucchi, R.A. (2008). Fruit flies in Brazil *Anastrepha* species their host plants and parasitoids. Available via <http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha>. (Accessed July 2023).
- Zucoloto, F.S. (1993). Acceptability of different Brazilian fruits to *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) and fly performance on each species. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 26, 291-298.

Hatay ilinde bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketimini etkileyen faktörler

Factors affecting individuals' vegetable oil and animal fat consumption in Hatay province

Aybüke KAYA¹, Veysi ACIBUCA², Merve ATEŞ³

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

²Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, Mardin, Türkiye.

³Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Antakya-Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 16.08.2023 Accepted / Kabul: 12.09.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yağlar Tüketim Alışkanlıklar Tercih Faktör analizi</p> <p>Keywords: Oil and fat Consumption Habits Preference Factor analysis</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Aybüke KAYA aybukekaya@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinde bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketim alışkanlıkları ve yağ tercihinde etkili olan faktörleri ortaya koymaktır. Araştırmanın ana materyalini, basit tesadüfi örnekleme yoluyla belirlenen 412 tüketiciyle yüz yüze yapılan anket çalışması oluşturmaktadır. Araştırmada veriler SPSS paket programı kullanılarak değerlendirilmiş olup bireylerin yağ tercihine etki eden faktörlerin belirlenmesi için faktör analizi yapılmıştır. Kişi başı bitkisel yağ tüketimi ortalama 14.13 l yıl⁻¹, hayvansal yağ tüketimi ise 2.52 kg yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bireylerin öncelikli tercihinin bitkisel yağ olduğu, bitkisel yağa göre hayvansal yağ tüketiminin sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Faktör analizine göre bireylerin yağ tüketiminde etkili olan en önemli içsel faktörün kalite, dışsal faktörün ise ürünün ambalajı olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular Hatay ilindeki tüketicilerin yemeklik yağ tercihinde bilinçli olduğunu göstermektedir. Sektördeki firmalar ürün satış ve pazarlamasında fiyat ve reklamların etkisinden çok öncelikle ürünün kalitesini ve ambalajını önemsemelidir. Ayrıca firmalar tüketici tercihlerini dikkate alarak yeni pazarlama stratejileri gerçekleştirmelidir. Hayvansal yağ tüketiminin artırılması için tüketicilerin gelir seviyesinin artırılması, gıda enflasyonunun düşürülmesine yönelik politikaların uygulanması ve hayvancılıkta girdi maliyetlerini düşürecek sürdürülebilir teşviklerin uygulanması gerekmektedir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The aim of this study was to reveal individuals' vegetable oil and animal fat consumption habits and the factors that affect oil preference in Hatay province. The main material of the research consisted of a face-to-face survey with 412 consumers determined by simple random sampling. The data obtained in the study were evaluated using the SPSS package program and factor analysis was performed to determine the factors affecting individuals' oil preference. Per capita vegetable oil consumption was calculated as 14.13 l year⁻¹ and animal fat consumption was calculated as 2.52 kg year⁻¹. It was determined that the primary preference of individuals was vegetable oil and animal fat consumption was limited. By the factor analysis, it was determined that the most important internal factor affecting the oil consumption of the individuals is quality and the external factor is the packaging of the product. The findings show that consumers in Hatay are conscious in their choice of cooking oil/fat. Firms in the sector should primarily care about the quality and packaging of the product rather than the effect of price and advertisements in product sales and marketing. Additionally, companies should implement new marketing strategies by taking into account consumer preferences. In order to increase animal fat consumption, it is necessary to increase the income level of consumers, to implement policies to reduce food inflation, and to implement sustainable incentives that will reduce input costs in livestock production.</p>
Cite/Atıf	Kaya, A., Acıbuca, V., & Ateş, M. (2023). Hatay ilinde bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketimini etkileyen faktörler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 658-666. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1344092

GİRİŞ

Yağlar; vücuda enerji sağlayan, vücut ısısının korunmasına yardımcı olan ve vücut doku ve organlarını koruyan dolayısıyla yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan ana besin maddeleridir. Yağ asitleri ve A, D, E ve K vitaminleri gibi çeşitli besin öğelerinin taşıyıcısı olmaları yağların insan sağlığına önemli katkıları olan yüksek enerji kaynakları olduğunu göstermektedir (Gündüz & Esengün, 2010; Kolsarıcı ve ark., 2015; Başoğlu, 2017). Yağlar temel olarak bitkisel ve hayvansal kökenli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Hayvansal yağlar; adından anlaşılacağı üzere hayvansal ürünlerden elde edilen tereyağı, iç yağı, kuyruk yağı gibi fiziksel olarak oda sıcaklığında katı halde bulunan yağlardır. Bitkisel yağlar ise ayçiçeği, mısır, kanola, susam, aspir, zeytin, palm, yer fıstığı, fındık, soya fasulyesi ve pamuk çiğiti gibi yağlı tohumlu bitkiler, yağlı meyveler ve endüstriyel bitkilerin işlenmesiyle elde edilen yağlardır (Polat, 2010; Avcı & Gül, 2021). Hayvansal kaynaklı yağların üretiminin daha yüksek maliyetli olması ve bazı araştırmalara göre insan sağlığı üzerindeki negatif etkisinden dolayı, dünyada toplam yağ üretiminin büyük bir bölümü bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır (Karakaş, 2020). Dünya genelinde nüfusun artması ile birlikte özellikle bitkisel yağlara olan talep de artmaktadır. Bununla birlikte bitkisel yağlar artık sadece gıda sektöründe değil birçok ülkede biyodizel üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2020 yılı verilerine göre dünya genelinde toplam 222.3 milyon ton bitkisel yağ üretiminin %34.1'ini palm, %26.4'ünü soya ve %9.3'ünü ayçiçek yağı oluşturmaktadır. Aynı yıl verilerine göre dünya genelinde palm yağı üretiminde Endonezya (44.7 milyon ton), soya yağı üretiminde Çin (16.3 milyon ton) ve ayçiçeği yağı üretiminde ise Ukrayna (6.08 milyon ton) ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Türkiye'de ise 2020 yılında 2.03 milyon ton bitkisel yağ üretimi gerçekleşmiş olup üretim miktarı bakımından ilk sırada ayçiçeği yağı yer alırken (1.2 milyon ton) sırasıyla soya (306 000 ton), zeytinyağı (240 000 ton) ve pamuk çiğiti yağı (173 000 ton) olarak devam etmektedir (FAO, 2020).

Beslenme alışkanlıkları bireylerin yaşam tarzı, kültürel arka planı ve sağlık endişeleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bitkisel ve hayvansal yağ tüketimi de bu faktörlerden önemli derecede etkilenme gösterir. Türkiye'de yağ tüketim miktarı ve çeşidi, üretim deseni, gelir, sosyal ve kültürel yapı, hane halkı sayısı, beslenme alışkanlıkları ve gıda fiyatları gibi pek çok faktöre bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Karakaş, 2020). Yapılan araştırmalarda Türkiye'de hane halklarının en çok tercih ettiği ve tükettiği yağ çeşidinin ayçiçeği yağı olduğu belirlenmiştir (Karlı ve ark., 2018; Kadakoğlu & Karlı, 2019; Avcı & Gül, 2021). Ancak bitkisel ve hayvansal yağ tüketiminin mutfak kültürü, damak tadı, bölgedeki üretim deseni gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterdiği de bilinmektedir. Örneğin Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde zeytin üretiminin yüksek olması zeytinyağı tüketimini arttırmış, Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde büyükbaş hayvancılık faaliyetlerinin daha yoğun olması da söz konusu bölgede tereyağı tüketiminin diğer bölgelere göre yüksek olmasını sağlamıştır (Şahin ve ark., 2001; Küçükkömürler & Uluksar, 2018).

Türkiye'de bireylerin yağ tüketimiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Tapkı ve ark. (2020) Hatay'da tüketicilerin zeytinyağı satın alma davranışlarında etkili olan faktörleri araştırdıkları çalışmada cinsiyet, medeni durum, yaş, eğitim ve gelir seviyesi ile aylık gıda harcamaları incelenerek zeytinyağı satın alma tercihleri belirlenmiştir. Ağır ve ark. (2018) İzmir'in Dikili ilçesinde bireylerin zeytinyağı tüketimlerini ve zeytinyağı tüketim davranışlarını incelediği çalışmada gelire ve yaşam standartlarına göre zeytinyağı kullanım sıklığının farklılık gösterdiği, zeytin üretiminin yaygınlığı ve yöresel yemek kültürü, alışkanlık gibi unsurların zeytinyağı tüketimini doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Özer ve ark. (2021) tarafından Tekirdağ ilinde kişi başına ayçiçeği yağı tüketiminin 12.95 l yıl⁻¹ ve zeytinyağı tüketiminin 7.3 l yıl⁻¹ olduğu belirlenmiş, tüketicilerin bitkisel yağ tüketiminde sağlıklı olması faktörünün en önemli unsur olduğu savunulmuştur. Karakaş (2020) tarafından kişi başı ayçiçek yağı tüketim miktarını ve ayçiçek yağı tüketiminde etkili olan faktörleri belirlemek için Çorum ilinde yapılan çalışmada, yıllık kişi başı ayçiçek yağı tüketim miktarı ortalama 12.08 litre olarak belirlenmiş ve ayçiçeği yağı tüketim miktarı ile cinsiyet, eğitim, markaya dikkat etme, fiyatı takip etme, hane halkı genişliği ve gelir arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunduğu ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinde bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketim alışkanlıkları hakkındaki düşüncelerini belirlemek ve yağ tercihinde etkili olan faktörleri ortaya koymaktır. Türkiye’de yağ tüketimi ile ilgili birçok araştırma yapılmasına rağmen bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketim alışkanlıklarının birlikte incelendiği çalışmaların az olması nedeniyle bu araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Hatay, Türkiye’de Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda yer alan bir kıyı ilidir. İle ait toprakların %46.1'ini dağlar, %33.5'ini ovalar ve %20.4'ü platolar oluşturmaktadır. Akdeniz'in doğu şeridinde 35° 52' - 37° 4' kuzey enlemleri ile 35° 40' - 36° 35' boylamları arasında yer alan Hatay'ın doğusunda ve güneyinde Suriye, batısında Akdeniz, kuzeybatısında Adana, kuzeyinde Osmaniye ve kuzeydoğusunda Gaziantep bulunur (Anonymous, 2022). Hatay ilindeki bireyler arasından ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yoluyla belirlenen 412 kişinin (n=412) verileri bu çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Veriler 2022 yılında yüz-yüze görüşme yapılarak anket çalışmasıyla elde edilmiştir. Anket uygulanacak bireyler Hatay il merkezi ve ilçelerinde ikamet eden bireyler arasından tesadüfi olarak seçilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı (Anonim, 2019)
Figure 1. Study of area (Anonymous, 2019)

Bu çalışmanın örneklem büyüklüğü basit rastgele olasılıklı örnekleme yöntemine göre hesaplanmıştır. Örneklem sayısı %95 güven sınırı ve ortalama %5 hata oranı ile 384 olarak belirlenmiştir. Yöntemin formülü aşağıdaki gibidir (Yamane, 2001):

$$n = \frac{z^2(p*q)}{d^2} \quad (1)$$

Formülde;

n: Örnek büyüklüğü

z: 1.96 (%95 güven düzeyine karşılık gelen standart z değeri)

p: Örneğin ana kitleyi temsil edebilme olasılığı

q: (1-p) ilgili özelliğe sahip olmayan ana kitle oranı

d: Kabul edilen hata tolerans düzeyi (±%5 olarak kabul edilmiştir.)

$$n = 1.96^2 \left(\frac{0.50 * 0.50}{0.05^2} \right) = 384$$

olarak hesaplanmış ve toplam 412 kişi ile anket yapılmıştır.

Araştırmada, Hatay ilinde bireylerin yağ tercihini etkileyen faktörler 5'li Likert ölçek kullanılarak belirlenmiştir. Bu kapsamda ölçeğin güvenilirliği Cronbach's Alpha katsayısı ile test edilmiştir. Tekin (2000) güvenilirliğin ölçme aracının kararlılığının göstergesi olduğunu, Tavşancıl (2014) tutum ve davranış ilişkisinin anlaşılmasının tutumların güvenilir bir şekilde ölçülmesine bağlı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca araştırmada, bireylerin demografik özelliklerini belirlemeye yönelik soruların yanı sıra bitkisel yağ ve hayvansal yağ tüketim alışkanlıkları ile tercihlerine yönelik sorular da bulunmaktadır.

Araştırmada bireylerin yağ tercihine etki eden faktörlerin belirlenmesi için SPSS programı kullanılarak faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi, birbiriyle ilişkili değişkenleri bir kategori altında toplayarak daha az sayıda faktör elde etmek ve değişken sayısını azaltarak analizin görselleştirilmesi ve yorumlanmasında kolaylık gibi avantajlar sağlamaktadır (İslamoğlu & Alınacı, 2016; Kalaycı, 2016). Faktör analizi için kullanılan ölçeklerin uygunluğunu doğrulamak için KMO (Kaiser-Maier-Olkin) ve Barlett testleri kullanılmıştır. Analizi sonucunda KMO değeri 0.851, Barlett küresellik değeri 0.000 olarak bulunmuş, ölçeğin ve verilerin faktör analizine uygun olduğu tespit edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bireylerin demografik özellikleri

Hatay ilinde bitkisel ve hayvansal yağ tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi ve yağ tercihlerine yönelik yapılan bu araştırmaya katılan bireylerin (n=412) %51.5'i erkek, %48.5'i kadınlardan oluşmaktadır. Araştırmaya katılan bireylerin %85.7'si 25-64 yaş aralığındaki aktif nüfus içerisinde yer almaktadır. Ayrıca bireylerin yaş ortalaması 44.6 olup %84.0'ü evlidir. Ortalama 4 kişilik ailelere sahip olan bireylerin hane halkı sayısı 1 ile 8 arasında değişmektedir. Hanedeki birey sayısının ise genellikle 4-7 kişilik (68.4%) olduğu belirlenmiştir (4.15±1.428). Bireylerin %60'ı lise, üniversite ve lisansüstü eğitim düzeyindeki bilinçli bireylerden oluşmaktadır. Bireylerin yaklaşık %54.4'ü çalışma hayatında aktif olarak yer alırken, %45.6'sı ise herhangi bir faaliyette bulunmamaktadır. Ayrıca bireylerin %13.6' sını aynı zamanda çiftçilikle de uğraşmaktadır. Araştırmaya katılan bireylerin yaklaşık %40'ı 5001-10 000 arasında gelire sahiptir. Bireylerin yaklaşık ¼'ünün ise 5000 den az aylık gelirinin altında hayatını devam ettirdiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bireylerin demografik özellikleri (n=412)

Table 1. Individuals' demographic characteristics (n=412)

Değişken	Kategori	N	%	Değişken	Kategori	N	%
Cinsiyet	Kadın	200	48.5	Medeni durum	Evli	346	84.0
	Erkek	212	51.5		Bekar	66	16.0
Yaş	18-24	27	6.6	Hane halkı sayısı	1-3	124	30.1
	25-64	353	85.7		4-7	282	68.4
	65 ≤	32	7.8		8 ≤	6	1.5
Çalışma durumu	Evet	224	54.4	Eğitim	Okuryazar değil	8	1.9
	Hayır	188	45.6		Okuryazar	15	3.6
Tarımsal faaliyet	Var	56	13.6	İlköğretim	142	34.5	
	Yok	356	86.4	Lise	151	36.7	
Aylık gelir (₺)	5000 >	104	25.2	Üniversite	85	20.6	
	5001-10 000	163	39.6	Lisansüstü	11	2.7	
	10 000 <	145	35.2				

Yaş (Ortalama: 4.60, Sd : 13.857); Hane halkı (Ortalama: 4.15, Sd: 1.428)

Demirtaş ve ark. (2018) ve Dinçerler (2019) tüketicilerin satın alma kararlarını etkileyen birçok etken bulunduğunu ve bu etkenlerin bireylerin demografik özelliklerine göre değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Erdoğan & Çiçek (2015) toplum içerisinde bireylerin tüketim tercihi ve alışkanlıklarında benzer özellikler görülse de hayvansal gıdalara ait tüketim miktarı ve tüketim tercihlerinde bireylerin eğitim ve gelir seviyesinin etkili olduğunu belirtmiştir.

Bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ satın alma davranışları

Bu araştırma kapsamında bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tüketimi incelenmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin tamamının hem bitkisel hem de hayvansal yağ tüketimi bulunmaktadır. Hane halklarının ortalama 51.91 l yıl⁻¹ bitkisel yağ ve 8.94 kg yıl⁻¹ hayvansal yağ tükettiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Kişi başı yağ tüketimi ise ortalama 14.13 l yıl⁻¹ bitkisel yağ ve 2.52 kg yıl⁻¹ hayvansal yağ olarak tespit edilmiştir. Kişi başı yıllık bitkisel yağ tüketimi; Gündüz & Esengün (2010)'ün Samsun ilinde yaptıkları araştırmada 18 l, Özer ve ark. (2021) tarafından Tekirdağ ilinde yapılan araştırmada ise 12.95 l olarak bildirilmiştir. Ayrıca bireylerin %96.4'ü en fazla bitkisel yağ kullanımını tercih etmektedir. Yağ tercihinde ürünün sağlıklı olması bireylerin (%88.3) en önemli tercih sebebidir. Araştırmaya katılan bireylerin herhangi bir markaya bağlı olmadığı tespit edilmiş olup, bireylerin yaklaşık %85'i yağ fiyatlarını çok yüksek bulmaktadır. Bölgede bitkisel yağlar arasında zeytinyağı kullanımı yaygın olup, yağlık ürün yetiştiren üreticilerden zeytinyağı temin edilmektedir. Araştırmaya katılan bireylerin %41.0'i yağlık ürün yetiştirenlerden, %41.5'i bölgedeki zeytini işleyen fabrikalardan yağ aldığını bildirmiştir. Hayvansal yağın ise yine bölgede hayvancılık faaliyetlerini yürüten üreticilerden temin edildiği (%28.9) belirlenmiştir. Hem bitkisel hem de hayvansal yağı marketten alan bireyler ile kendi üreten üreticiler de bulunmaktadır. Bireylerin %92.5'i yağa erişimde herhangi bir sorun olmadığını, fiyata bağlı olarak istenildiğinde yağa ulaşabildiğini bildirmiştir. Ayrıca bireylerin %43.2'si yağı genellikle yıllık satın aldığını belirtirken özellikle zeytinyağı satın alımının üretim sezonunda gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Diğer yağ gruplarında ise ihtiyaca bağlı olarak değiştiğini belirten bireyler ise katılımcıların %28.9'unu oluşturmaktadır (Çizelge 2). Bahşi & Budak (2014), pazarlama iletişim araçlarının işletmeler için ürünlerin tanıtımında ve satışların artması amacıyla tüketicide farkındalık yaratmak için kullanılan önemli araçlar olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 2. Bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ tercihi ve tüketimlerine ilişkin bulgular

Table 2. Findings on the individuals' vegetable oil and animal fat preference and consumption

Değişken		N	%	Değişken	N	%
Bitkisel yağ (l yıl ⁻¹)	Evet	412	100	Sağlıklı olması	364	88.3
	Ortalama tüketim		51.91		Uygun fiyatlı olması	9
Hayvansal yağ (kg yıl ⁻¹)	Evet	412	100	Erişilebilirlik	15	3.6
	Ortalama tüketim		8.94		Damak tadına uygunluk	63
Öncelikli tercih	Bitkisel	397	96.4	Çok yüksek	348	84.5
	Hayvansal	1	0.2	Yüksek	63	15.3
	Fark etmez	14	3.4	Normal	1	0.2
Marka tercihi	Yok	340	82.5	Erişim problemi	381	92.5
	Var	72	17.5	Var	31	7.5
Tedarik yeri*	Zeytin üreten çiftçiler	169	41.0	İhtiyaç duyuldukça	119	28.9
	Fabrikalar	171	41.5	Haftalık	2	0.5
	Süpermarketler	73	17.7	Aylık	46	11.2
	Bakkal	5	1.2	Yılda birkaç kez	67	16.3
	Hayvancılık yapan çiftçiler	119	28.9	Yıllık	178	43.2
	Kendi üretimi	26	6.3	Toplam	412	100

* Birden fazla seçenek belirtilmiştir.

Bireylerin yağ tüketim tercihini etkileyen faktörler

Hatay ilinde bireylerin yağ tüketimini etkileyen faktörlerin tespit edilmesi için faktör analizi yapılmıştır. Bu amaçla 10 değişken kullanılmış olup güvenilirlik değerini gösteren Cronbach's Alpha değeri 0.809 olarak hesaplanmıştır. Yapılan analiz neticesinde bir değişken (üretici firma/marka) birden fazla faktörde birbirine yakın değerler aldığından dolayı analizden çıkartılmış ve sonuç olarak 9 değişken üzerinden faktör analizi yapılmıştır. 9 değişken için hesaplanan Cronbach's Alpha değeri 0.814, KMO katsayısı ise 0.851 olarak hesaplanmış olup bu değerler örneklem büyüklüğünün yeterli ve analiz güvenilir olduğunu göstermektedir. Analiz neticesinde özdeğeri 1'den büyük olan iki faktör tespit edilmiştir (Çizelge 3). Birinci faktör 6 maddeden oluşmuş ve toplam varyansın % 39.464'ünü, ikinci faktör ise 3 maddeden oluşmuş ve toplam varyansın % 21.557'sini açıklamaktadır. Her iki faktörün açıkladığı toplam varyans ise %61.021 olarak tespit edilmiştir. Birinci faktör direk ürünle ilgili olan faktörlerden oluşmakta olup içsel faktörler, ikinci faktör ise dışsal faktörler olarak adlandırılmıştır. İçsel faktörler önem düzeyine bağlı olarak kalite (4.64±0.54), üretim tarihi (4.57±0.65) tazelik (4.59±0.60), renk (4.53±0.63), koku (4.53±0.64) ve fiyat (4.60±0.60) olarak sıralanmıştır. Dışsal faktörler ise ürünün ambalajı (4.09±1.20), damak zevki (4.43±0.91) ve reklam (3.82±1.35) olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen sonuçlar bireylerin yağ tüketiminde etkili olan en önemli içsel faktörün kalite, dışsal faktörün ise ürünün ambalajı olduğunu göstermektedir. Özer ve ark. (2021) Tekirdağ ilinde yapılan araştırmada bitkisel yağ tüketiminde en önemli faktörlerin ürünün sağlıklı olması ve ambalajı olduğunu, Polat (2010) tarafından Ankara'da yapılan araştırmada yemeklik yağ tüketiminde fiyat faktörünün önem sırasına göre en sonda geldiğini, Gündüz & Esengün (2010) tarafından Samsun ilinde yapılan araştırmada ise yağ tercihinde en önemli faktörlerin ürünün sağlıklı ve fiyatının uygun olması olarak bildirilmiştir.

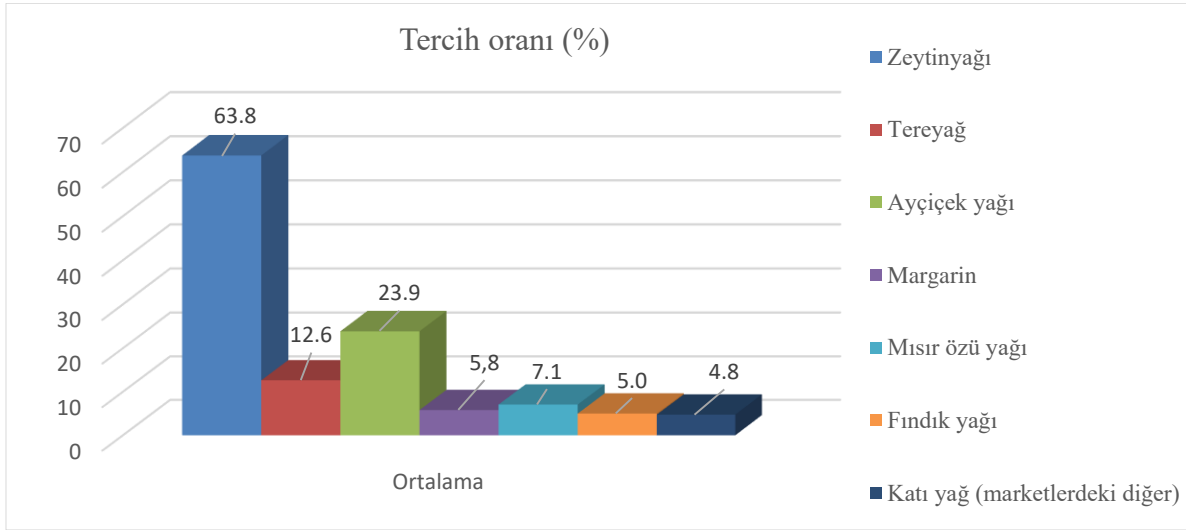
Çizelge 3. Bireylerin yağ tercihine etki eden faktörler*Table 3. Factors affecting the individuals' oil/fat preference*

Değişken	Faktör		Ortalama	SS
	İç Faktörler	Dış Faktörler		
Kalite	0.808		4.64	0.54
Üretim tarihi	0.789		4.57	0.65
Tazelik	0.763		4.59	0.60
Renk	0.759		4.53	0.63
Koku	0.734		4.53	0.64
Fiyat	0.684		4.60	0.60
Ambalaj		0.879	4.09	1.20
Damak zevki		0.662	4.43	0.91
Reklam		0.661	3.82	1.35
Varyans açıklama %	39.464	21.557		
Cronbach's Alpha		0.814		
KMO		0.851		
Ki-Kare		1510.5		
P		0.000		

Ölçek: 1= Çok önemsiz, 2=Önemsiz, 3=Fikrim yok, 4=Önemli, 5= Çok önemli

Bireylerin ürünleri tüketme sıklığına göre zeytinyağı (1.27±0.96), tereyağı (2.28±1.97) ve ayçiçek yağının (2.34±1.70) ön planda olduğu görülmektedir. İlde margarin, kuyruk yağı, mısırözü yağı, katıyağ ve fındık yağı kullanımı da mevcuttur. Ancak fındık yağı sağlıklı bulunmasına rağmen fiyatının yüksek olduğu düşüncesi tüketimini sınırlamaktadır (8.69±1.26). Margarin kullanan bireyler (7.70±2.31) ise sağlıksız olduğunu düşünmesine rağmen fiyatının düşük olması sebebiyle bu ürünü tercih ettiğini bildirmiştir. Araştırma bölgesinde yıllık yağ kullanım oranları

yağ türlerine göre değişiklik göstermektedir. Sağlıklı ve dengeli beslenme adına tek tip yağ kullanımının doğru olmadığı bilinmektedir. Bireylerin ortalama yıllık yağ kullanım oranı Şekil 2’de gösterilmiştir. Bireylerin yağ türlerine ve Hatay ilindeki kullanım oranlarına göre en çok tercih edilen yağlar; zeytinyağı (n=412), ayçiçek yağı (n=395), tereyağı (n=398), mısırozü yağı (n=17), margarin (n=35), fındık yağı (n=14) ve piyasada satılan katı yağlar (n=12) olarak sıralanmaktadır.



Şekil 2. Yıllık yağ tüketiminde ürünlerin payı (%)

Figure 2. Share of the oil/fat products in annual oil consumption (%)

Araştırmaya katılan bireylerin büyük çoğunluğu (%85.2) zeytinyağını, %42.7’si ise tereyağını, yaklaşık dörtte biri (%25.5) ise ayçiçek yağını günlük tükettiğini belirtmiştir. Fındık yağının ise sağlıklı olduğu bilinse de yüksek fiyatlı olmasından dolayı tüketiminin düşük olduğu belirlenmiştir. Katı yağ (%86.7) ve margarin (%69.9) gibi ürünlerin tüketiminin ise az olduğu ve hatta bu ürünü hiç tüketmeyen bireylerin oldukça fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Hatay ilindeki bireylerin yağ tüketim tercihleri ve alışkanlıklarına göre sağlıklı beslenme konusunda bilinçli olduğu tüketim alışkanlıklarından anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. Bireylerin bitkisel ve hayvansal yağ ürünlerini tüketme sıklığı

Table 4. Individuals' frequency of consuming vegetable oil and animal fat products

Ürünler	Günlük		Haftada birkaç		Haftada bir		On beş günde bir		Ayda birkaç		Ayda bir		Yılda birkaç		Yılda bir		Hiç	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Ayçiçek yağı	105	25.5	222	53.9	41	10	6	1.5	6	1.5	8	1.9	11	2.7	2	0.5	11	2.7
Zeytinyağı	351	85.2	45	10.9	4	1	1	0.2	2	0.5	2	0.5	2	0.5	4	1	1	0.2
Margarin	8	1.9	22	5.3	10	2.4	10	2.4	32	7.8	14	3.4	10	2.4	18	4.4	288	69.9
Fındık yağı	1	0.2	4	1	7	1.7	3	0.7	4	1	2	0.5	5	1.2	4	1	382	92.7
Mısır özü yağı	7	1.7	8	1.9	11	2.7	2	0.5	7	1.7	12	2.9	6	1.5	9	2.2	350	85
Tereyağı	176	42.7	147	35.7	33	8	11	2.7	10	2.4	8	1.9	5	1.2	4	1	18	4.4
Katıyağ	3	0.7	7	1.7	5	1.2	5	1.2	7	1.7	3	0.7	10	2.4	15	3.6	357	86.7
Kuyruk yağı	-	-	1	0.2	6	1.5	8	1.9	17	4.1	21	5.1	81	19.7	30	7.3	248	60.2

Sonuç olarak, Hatay ilinde bireylerin yağ tercihlerine etki eden faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, faktör analizi sonucunda bireylerin yağ tercihine etki eden faktörler iç ve dış faktörler olarak iki grupta

incelenmiştir. Bireylerin yağ tercihindeki en önemli iç faktör ürün kalitesi, en önemli dış faktör ise ambalaj olarak belirlenmiştir. Bireylerin ürün tercihinde ürün fiyatı ve reklamların etkisinin önem sırasına göre son sıralarda yer aldığı tespit edilmiştir. İlde, iklim şartları ve uygulanan tarım politikaları nedeniyle, tarıma daha az elverişli toprakların kullanımını teşvik etmek amacıyla zeytin tarımına önem verilmektedir. Bölgede zeytin ve zeytinyağı erişiminin kolay olması ve tüketicilerin yemek alışkanlıkları, ilde en fazla tüketilen yağ çeşidinin zeytinyağı olmasına etki etmektedir. Elde edilen sonuçlar bireylerin öncelikli tercihinin bitkisel yağ olduğunu ve hayvansal yağ tüketiminin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Hane halklarının ortalama 51.91 l yıl⁻¹ bitkisel yağ ve 8.94 kg yıl⁻¹ hayvansal yağ tükettiği, kişi başı yağ tüketiminin ise ortalama 14.13 l yıl⁻¹ bitkisel yağ ve 2.52 kg yıl⁻¹ hayvansal yağ olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar ildeki tüketicilerin yemeklik yağ tercihinde sergiledikleri bilinçli davranışların sektördeki firmalar açısından dikkate alınması gerektiğini, ürünlerin satış ve pazarlanmasında fiyat ve reklamların etkisinden çok öncelikle ürünün kalitesinin (sağlıklı olması, katkı maddelerinin olmaması, doğal olması vb.) ve ambalajının (paketleme ağırlığı, kullanılan materyal vb.) ön planda tutulduğunu bilerek pazarlama stratejileri geliştirilmesi gerekmektedir. Hayvansal yağ tüketiminin arttırılması için başta tüketicilerin gelir seviyesinin arttırılması ve gıda enflasyonunun düşürülmesine yönelik politikaların uygulanması ile birlikte hayvancılıkta girdi maliyetlerini düşürecek sürdürülebilir teşviklerin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca, yapılacak eğitim ve yayım faaliyetleri, bireylerin daha bilinçli tüketiciler haline gelmesine yardımcı olur.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışma için etik onay ve izin HMKÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan alınmıştır (Toplantı Tarihi: 07.12.2022, Toplantı Sayısı: 12, Karar No: 02).

KAYNAKLAR

- Ağır, M., Boran, C., Özden, F., & Artukoğlu, M. (2018). Zeytinyağında tüketici tercihleri üzerine bir araştırma: İzmir ili Dikili ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (4), 81-90. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.399277>
- Anonymous (2019). Erişim linki: <https://www.birhayalinpesinde.com/antakya-gezilecek-yerler> (Erişim tarihi: 24.01.2023).
- Anonymous (2022). Hatay. Erişim linki: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Hatay> (Erişim tarihi: 29.01.2023).
- Avcı, P., & Gül, M. (2021). Konya kent merkezinde tüketicilerin margarin tüketimi üzerine etki eden faktörlerin analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 506-515. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.868186>
- Başoğlu, F. (2017). *Yemeklik yağ teknolojisi*. Dora Yayınları, Bursa, Türkiye, 4.
- Bahşi, N., & Budak, D.B. (2014). Tüketicilerin gıda ürünlerini satın alma davranışı üzerine pazarlama iletişimi araçlarının etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1, 1349-1356.
- Demirtaş, B., Kaya, A., & Dağıstan, E. (2018). Consumers' bread consumption habits and waste status: Hatay/Turkey example. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6 (11), 1653-1661.
- Diğerler, E.M. (2019). Ambalajda renk kullanımının tüketici satın alma davranışına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Pazarlama İletişimi Anabilim Dalı, İstanbul, 162 s.

- Erdoğan, N., & Çiçek, H. (2015). Hayvansal gıdaların tüketim yapısı ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: üniversite personeli örneği. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 8 (1), 25-3, <http://doi.org/10.5578/kvj.8764>
- FAO (2020). Erişim linki: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 10.08.2023).
- Gündüz, O., & Esengün, K. (2010). A study on vegetable oil consumption of families: The case of Samsun province. *Karamanoglu Mehmetbey University Social and Economics Research Journal*, 12 (19), 67-72.
- İslamoğlu, A.H., & Alniaçık, Ü. (2016). *Research methods in social sciences*. 5th Edition, Beta Publishing, İstanbul.
- Kadakoğlu, B., & Karlı, B. (2019). Türkiye’de yağlı tohum üretimi ve dış ticareti. *Asos Journal*, 7 (96), 324-341. <http://doi.org/10.29228/ASOS.36731>
- Kalaycı, Ş. (2016). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayıncılık, 7. Baskı, Ankara.
- Karakaş, G. (2020). Ayçiçek yağı tüketimine etki eden faktörlerin belirlenmesi; Çorum ili örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (5), 1301-1307.
- Karlı, B., Kadakoğlu, B., & Gül, M. (2018). Dünya ve Türkiye’de pamuk üretimi ve dış ticaret yapısı. *V. International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, July 24-26, Barcelona, İspanya, pp. 129-136.
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., & Day, S. (2015). Yağlı tohum üretiminde yeni arayışlar. *Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, 12-16 Ocak 2015, Ankara, 401-425.
- Küçükömrürler, S., & Uluksar, F.Ö. (2018). Türk mutfak kültüründe zeytinyağı kullanımı: Muğla örneği. *Journal of Tourism And Gastronomy Studies*, 6 (2), 194-212.
- Özer, D., Unakitan, G., & Abdikoğlu, D. İ. (2021). Tekirdağ ilinde tüketicilerin bitkisel yağ tercihlerinin belirlenmesi. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences (BNEJSS)*, 7, 71-77.
- Polat, F. (2010). Yemeklik yağ sektöründe tüketici davranışlarını etkileyen faktörlerin analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 198 s.
- Şahin, K., Andiç, S., & Koç, Ş. (2001). Van ili kentsel alanda ailelerin otlu peynir ve süt ürünleri alım ve tüketim davranışları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 67-73.
- Tapkı, N., Demirtaş, B., & Dağistan, E. (2020). Hatay kent merkezindeki tüketicilerin zeytinyağı satın alma tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 331-341.
- Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Nobel Yayıncılık, 5. Baskı, Ankara.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Yargı Yayınevi, 14. Baskı, Ankara.
- Yamane, T. (2001). *Temel Örneklem Yöntemleri* (Çeviri: Alptekin Esin, M.Akif Bakır, Celal Aydın, Esen Gürbüzsel). Literatür Yayınları, Birinci Basım, İstanbul.

Adana ve Osmaniye illerinde yetiştirilen mısır bitkilerinde bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının saptanması ve biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması

Detection of bacterial stem rot disease in maize plants grown in Adana and Osmaniye provinces and investigation of biological control possibilities

Mizgin KESER¹, Raziye ÇETİNKAYA YILDIZ², Yeşim AYSAN¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye.

²Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 24.07.2023 Accepted / Kabul: 13.09.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Dickeya zae</i> İzolasyon Toprak Sulama Suyu Biyolojik mücadele</p> <p>Keywords: <i>Dickeya zae</i> Isolation Soil Irrigation water Biological control</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Yeşim AYSAN aysanys@gmail.com</p>	<p>Mısır bitkisinde bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığı etmeni <i>Dickeya zae</i> yapraklarda sararma, kahverengileşme, gövdede yumuşama, nekroz ve kötü koku gibi hastalık belirtilerine neden olmaktadır. Bu çalışmada mısır Bakteriyel Gövde Çürüklüğü hastalığının Adana ve Osmaniye illerinde yaygınlığı ve biyolojik mücadele olanakları araştırılmıştır. Ceyhan, Kozan ve Kadirli ilçelerinde yapılan surveylerde hastalığın yaygınlık oranı %8, %9 ve %40 olarak tespit edilmiştir. Hastalığın görüldüğü tarlalarda, hastalığın bulunuş oranının %8-15 aralığında olduğu saptanmıştır. Hasta bitkilerden izole edilen bakteri izolatları geleneksel yöntemler, MALDI TOF MS ve PCR testleri kullanılarak <i>Dickeya sp.</i> olarak tanılanmıştır. Patojenin varlığı toprakta tespit edilemezken, sulama suyunda bulunduğu saptanmıştır. Patojenin sulama suyuyla sağlıklı tarlalara bulaşma riskinin olduğu bu çalışmayla ortaya konmuştur. Hastalığın biyolojik mücadelesinde 332 adet aday antagonist bakteri izolatu kullanılmış, 84 adet antagonist bakteri izolatının <i>Dickeya sp.</i>'ye karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Patates dilimlerinde yapılan yarı <i>in vivo</i> denemelerde 84 izolatin altısı pozitif kontrolden daha az çürüme oluşturmuştur. İki antagonist izolat (X77 ve OG/1-12 kodlu) çürümeyi sırasıyla %56 ve %27 oranında baskılamıştır. Bu antagonistlerin MALDI TOF MS analizi ile <i>Bacillus</i> cinsine ait türler olduğu belirlenmiştir. Kimyasal mücadelesi olmayan hastalık ile mücadelede etkili bölgesel antagonistin saptanması biyolojik mücadele açısından ümitvar bir sonuçtur.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p><i>Dickeya zae</i>, the causal agent of bacterial stem rot disease in maize plant, causes disease symptoms such as yellowing and browning of the leaves, softening of the stem, necrosis and bad odour. In this study, the prevalence and biological control possibilities of maize Bacterial Stem Rot disease in Adana and Osmaniye provinces were investigated. The prevalence rates of the disease were determined as 8%, 9% and 40% in Ceyhan, Kozan and Kadirli districts. The incidence rate of the disease was found to be between 8-15%. Bacterial isolates from infected plants were identified as <i>Dickeya sp.</i> using traditional methods, MALDI TOF MS and PCR tests. While the presence of the pathogen could not be detected in soil, it was found in irrigation water. The risk of transmission of the pathogen to healthy fields through irrigation water was revealed in this study. In the biological control of the disease, 332 candidate antagonist bacterial isolates were used and 84 antagonist bacterial isolates were found to have antibacterial activity against <i>Dickeya sp.</i> In semi-in vivo trials on potato slices, six of the 84 isolates caused less decay than the positive control. Two antagonist isolates (X77 and OG/1-12) suppressed decay by 56% and 27%, respectively. These antagonists were identified as species belonging to the genus <i>Bacillus</i> by MALDI TOF MS analysis. The identification of an effective representative antagonist for controlling of <i>Dickeya sp.</i>, which has no chemical control, is a promising result in terms of biological control.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Keser, M., Çetinkaya Yıldız, R., & Aysan, Y. (2023). Adana ve Osmaniye illerinde mısırdaki bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının saptanması ve biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 667-682. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1331813</p>

GİRİŞ

Buğdaygiller (*Poaceae*) familyasında yer alan mısır (*Zea mays* L.) tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşaklarında üretilen tek yıllık ve yazlık bir bitkidir. Mısır bitkisinin anavatanı Orta Amerika'da Meksika-Guatemala olup, binlerce yıldır bölgenin ana ürünü olarak yetiştirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin Halk Cumhuriyeti ve Brezilya dünya mısır üretiminde ilk üç sırada yer alırken, Türkiye yaklaşık 691 bin ha alanda 6.5 milyon ton mısır üretimiyle 23. sırada bulunmaktadır (Anonymous, 2022; Anonim, 2022). Çalışmamızda yer alan Adana ili, 866.983 dekar mısır üretim alanı ile Konya ve Şanlıurfa illerinin ardından üçüncü sırada yer alırken, Osmaniye ili 393.164 dekar üretim alanı ile altıncı sırada yer almaktadır (Anonim, 2022). Ülkemizde yılda iki kez yetiştirilen mısır bitkisi (birinci ve ikinci ürün); yağ, un, tatlandırıcı, işlenmiş gıda ve hayvan yemi gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Mısır tanesinin yaklaşık %70'i nişasta %10'u protein, %5'i yağ, %2'si şeker, A vitamini ve pentozanlardan oluşmaktadır (Kırtok, 1998). Birçok biyotik ve abiyotik faktör mısır üretiminde ürün kaybına neden olurken, biyotik faktörler içerisinde yer alan bakteriyel ve fungal etmenler %8.5'e ulaşan verim kaybı ile ekonomik zarar oluşturmaktadır (Oerke, 2006). Mısırdaki hastalık oluşturan bakteriyel etmenlerden biri olan *Dickeya zea*, dünyanın en önemli bakteriyel bitki patojenlerinden olan *Dickeya* cinsine ait bir türdür (Samson ve ark., 2005). *Dickeya zea* (*Syn: Erwinia chrysanthemi* pv. *zea*)'nın mısır bitkisinde bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığına neden olduğu ABD, Brezilya, Çin, Endonezya, Hindistan, Japonya, Kore, Meksika, Pakistan ve Sırbistan (Reifschneider, 1982; Thind & Payak, 1985; Lopes ve ark., 1986; Sah, 1991; Nishat & Mall, 2009; Myung ve ark., 2010; Martinez-Cisneros ve ark., 2014; Guan ve ark., 2019; Prokić, 2020; Suriani ve ark., 2021; Yanchang ve ark., 2021) gibi dünyanın bir çok ülkesinde rapor edilmiştir. Ülkemizde hastalık etmenin varlığı ilk defa 2021 yılında Güneydoğu Anadolu bölgesinde Diyarbakır ili, Bismil ilçesinde mısır üretim alanlarında rapor edilmiş (Caplık ve ark., 2022) ardından hastalığın Çukurova Bölgesindeki varlığı bildirilmiştir (Çetinkaya-Yıldız & Aysan, 2022). *Dickeya zea*, *Enterobacteriaceae* familyasında yer alan gram negatif, çubuk şeklinde, non floresan, patates yumrularında pektolitik aktivite oluşturma ve 37 °C'de gelişebilme yeteneğine sahip bir bakteridir (Kumar ve ark., 2017; Suriani ve ark., 2021). Patojen, fitotoksik zeaminler ve ekstraselüler enzimleri (pektinaz, proteaz, feruloyl esterez ve selüloz enzimler) içeren virülenslik faktörlerine sahiptir. Bu enzimler bitki hücre duvarının yıkılmasına, hücrelerin parçalanmasına ve bitki dokusunda çürümeye neden olmaktadır (Hugouvieux-Cotte-Pattat ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2015). Mısırın yetiştiği sıcak iklim koşullarına uyum sağlayan *Dickeya zea*'nın optimum gelişme sıcaklığı 30°C'nin üzerindedir. Patojenin enfeksiyon oluşturmada ve hastalığın gelişiminde yüksek sıcaklık ve neme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu hastalık etmeni tohum ve toprak kaynaklıdır. Yoğun yağış alan bölgeler, yağmurlama sistemi ile sulanan, yeşil aksamı tamamen ıslanan alanlar veya göl, gölet ya da yavaş akan derelerden pompa ile çekilen salma sulamanın kullanıldığı alanlar patojenin gelişimini teşvik etmekte ve hastalık yaygın olarak ortaya çıkmaktadır (Sah, 1991; Kumar ve ark., 2017). *Dickeya zea*'nın mısır, tütün, çeltik, şeker kamışı, muz, patates, ananas, süs bitkileri (krizantem, sümbül, Philodendron, Brachiaria) gibi çok sayıda bitki türünde yumuşak çürüklük hastalığı oluşturabilmesi patojenin önemini artırmaktadır (Jafra ve ark., 2008; Toth ve ark., 2011; Pu ve ark., 2012; Bertani ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2014; Martinez-Cisneros ve ark., 2014; Ramachandran ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2017; Hu ve ark., 2018; Yanchang ve ark., 2021). *Dickeya zea*'nın neden olduğu bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının kimyasal mücadelesinde kullanılabilecek etkin bir bitki koruma ürünü bulunmamaktadır. Tohum ve toprak kökenli olan bu hastalıkla mücadelede ilk şart, hastaliksız ve sertifikalı tohum kullanımı olmalıdır. Hindistan'da tohumlardaki bulaşıklık düzeyini azaltmak için kimyasal ve biyolojik tohum uygulamaları kullanılmıştır (Kumar ve ark., 2016). Ayrıca hastalık etmeni olan bakteri toprakta uzun süre yaşayabileceği için hasta bitkiler tarladan uzaklaştırılmalı ve ekim nöbeti uygulanmalıdır. Bakteri sulama suyuna da bulaşarak farklı tarlalara ulaşabileceğinden sulama suyunun temizliği de diğer bir önemli konudur. Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı etmeni *Dickeya zea* topraktaki mikrobiyal aktivitenin zayıf, bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) oranının düşük olduğu toprakları tercih etmektedir (Kumar ve ark., 2017). Dayanıklılık mekanizmalarını uyaran bitki aktivatörleri ile toprağın mikrobiyal

aktivitesini artıran biyolojik mücadele elemanlarının yani antagonistlerin kullanımı bitki hastalıklarının baskılanması açısından önemlidir (Aktepe, 2021; Bitgen & Mirik, 2021; Karnez ve ark., 2021).

Bu çalışmada *Dickeya sp.*'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Çukurova bölgesinde mısırın yoğun olarak yetiştirildiği Adana ve Osmaniye illerindeki yaygınlık oranları, etmenin hasta bitkilerden, sulama suyundan ve topraktan izolasyonu ile yaşama yeteneği ve yerel antagonistlerin hastalık üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Adana ili Ceyhan ve Kozan ilçeleri ile Osmaniye ili Kadirli ilçesinde yer alan mısır tarlaları, King B, Nutrient Agar (NA), Tryptic Soy Agar (TSA) ve Yeast Dekstroz Kalsiyum Karbonat Agar (YDC) besi yerleri, steril kabin, otoklav, saf su cihazı, hassas terazi, sıcak su banyosu, erlen çalkalayıcı, inkübatör, buzdolabı, etüv, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan 16:8 saat aydınlatmalı, %75 nem, 25±2°C sıcaklık şartlarına sahip, klima ile ısıtılan/soğutulan iklim odası, karşılaştırma kültürü olarak Çetinkaya-Yıldız & Aysan (2022) tarafından tanımlanmış *Dickeya zae* kültürü ile GSPB 382 kodlu *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* izolatu kullanılmıştır. Hasta bitkiden, topraktan ve sulama suyundan izole edilen patojen ve aday antagonist bakteri izolatları da çalışmanın materyalinde yer almıştır.

Mısır üretim alanının hastalık yönünden incelenmesi

Çukurova Bölgesinde ilk ürün mısır yetiştiriciliğinde tohum ekimi şubat ayında yapılmakta ve hasat işlemleri ağustos ayında tamamlanmaktadır. Bu yetiştiricilik tarihleri göz önüne alınarak tarla surveylerine, 2022 yılının nisan ayında başlanmış ve 15 günde bir olmak üzere, aynı yılın temmuz ayına kadar devam edilmiştir. Arazi gözlemlerinde en az 50 dekar olan üretim yerleri incelenmiş, daha küçük alanlar değerlendirmeye alınmamıştır. Adana ili Ceyhan ve Kozan ilçelerinde toplam 457.854 dekar alanda mısır yetiştiriciliği yapılmakta olup bu üretim alanının %1.01'ini oluşturan 4.645 dekar mısır üretim alanı Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı açısından incelenmiştir. Osmaniye ili Kadirli ilçesinde ise 184.254 dekar alanda yetiştirilen mısır üretiminin %1.29'una karşılık gelen 2.385 dekar mısır üretim alanında surveyler yürütülmüştür. İncelemelerde, toplam üretim alanının en az %1'i değerlendirilmiştir (Bora & Karaca, 1970). Toplam incelenen tarla sayısı ve hasta tarla sayısı kaydedilmiş, hastalığın bölgedeki yaygınlığı hesaplanırken, hasta tarla sayısı incelenen tarla sayısına oranlanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Adana ve Osmaniye illerinde mısır üretim alanları ve incelenen tarlalar

Table 1. Corn production areas and surveyed fields in Adana and Osmaniye provinces

İl	İlçe	Toplam Mısır Üretim Alanı (da)	İncelenen Alan (da)	İncelenen Tarla Sayısı
Adana	Ceyhan	360.000	3.150	13
	Kozan	97.854	1.495	11
Osmaniye	Kadirli	184.254	2.385	10

Mısır tarlasında incelemeye başlamadan önce üreticiyle görüşülmüş ve hastalığın fotoğrafları gösterilerek mısır yapraklarında sararma, kahverengileşme, gövdede yumuşama, nekrozlar ve kötü koku gibi farklı tipte hastalık belirtisinin tarlalarında bulunup bulunmadığı, hatta geçmiş yıllarda görüp görmedikleri konusunda bilgi alınmıştır. Tarlaların sulama tipi, tarlada yetişen mısır çeşidi ve bir önceki sezonda yetiştirdiği kültür bitkileri not edilmiştir. Hastalığın olduğu tarlalara girildiğinde zik zak çizilerek tarlanın farklı yerlerindeki bitkiler incelenmiş ve tesadüfi olarak 100 bitki sayılarak hastalığın tarladaki oranı (%) hesaplanmıştır.

Mısır bitkilerinde, sulama suyunda ve toprakta patojen bakterinin varlığının saptanması

Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde 2022 yılının nisan ve temmuz ayları arasında yapılan tarla incelemelerinde, hastalığın tespit edildiği her bir tarladan en az dört adet hastalık belirtisi gösteren mısır bitkisi alınmıştır. Sulama suyu ve toprak örnekleri, hasta tarlalar ile o tarlaya komşu ancak hastalığın görülmediği tarlalardan alınmıştır. Hasta bitkilerden klasik bakteriyolojik yöntemlerle patojen izolasyonu (Lelliott & Stead, 1987) yapılırken, sulama suyu ve toprak örneklerinde patojenin varlığının saptanmasında santrifüj yöntemi (Schaad ve ark., 2001; Czajkowski ve ark., 2015) kullanılmıştır.

Hasta bitkiden patojen izolasyonu; Mısır yapraklarında sararma, gövdede kahverengileşme, su emmiş alanların oluşumu, yumuşama ve kötü koku belirtisine sahip, hasta mısır bitkileri kökten sökülmüştür. Kök bölgesi polietilen torba içine alınıp kök boğazından bağlanmış ve toprak partiküllerinin yeşil aksamla temas etmesi engellenmiştir. Örnekler kâğıt havluya sarılarak polietilen torbalar içerisine yerleştirilmiş ve torbaların ağzı açık bırakılmıştır. Her bir örnek etiketlenerek izolasyon işlemi için Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerden hastalıklı ve sağlıklı dokusunu içerecek şekilde 2-3 mm büyüklüğünde bitki dokuları kesilmiş ve %70'lik alkolle yüzeyden dezenfekte edildikten sonra steril havanlarda ezilmiştir. İçerisine iki ml Salin Buffer (%0.85'lik NaCl çözeltisi) eklenen örnekler, steril kabinde 15-20 dakika bekletildikten sonra TSA veya NA besi yerine ekimler yapılmıştır (Lelliott & Stead, 1987). Petriyer 28 °C'de inkübatörde 2-3 gün muhafaza edildikten sonra gelişen bakteri kolonileri incelenmiş, krem renkli ve parlak gelişen tek koloniler seçilerek TSA besi yerine saflaştırılmıştır.

Sulama suyunda patojen bakterinin varlığının saptanması; Adana ve Osmaniye illerinde sulama yapılan mısır tarlalarında üreticilerin yeraltı su kaynakları (kuyu suyu) veya kanal sularını kullandıkları gözlenmiştir. İncelenen tarlaların kullandığı sulama suyunun farklı yerlerinden alınan su örnekleri birleştirilerek her tarlaya özgü toplam 500 ml su örneği elde edilmiştir. Plastik şişelerde etiketlenerek laboratuvara getirilen su örnekleri buzdolabında muhafaza edilmiştir. Direk 500 ml sudan patojen bakteri izolasyonunda başarı oranı az olacağından tuzaklama yöntemi olarak santrifüj kullanılmış ve patojenin sulama suyunda varlığı araştırılmıştır (Schaad ve ark., 2001; Czajkowski ve ark., 2015). Her tarlaya ait su örnekleri 7.000 devirde dönen bir santrifüjde 30 dakika santrifüj edilmiş ve pellet toplanmıştır. Elde edilen pellet bir ml salin buffer ile sulandırılarak sağlıklı patates yumrularına steril bir enjektörle bulaştırılmıştır. Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız & Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zae* izolatu, negatif kontrol olarak ise steril su kullanılmıştır. Bulaştırılan patates yumruları 32 °C'de inkübatörde 3-5 gün inkübe edildikten sonra inokulasyon noktasında renk değişimi, yumrular ikiye kesildiğinde yumuşama ve kötü koku varlığı yönünden incelenmiştir. Bu belirtileri gösteren patates yumrularından yeniden izolasyon yapılmış ve patojen bakteri izole edilip tanılanmış ise o sulama suyunda patojen bakteri *Dickeya sp.*'nin varlığı kanıtlanmıştır.

Toprakta patojen bakterinin varlığının saptanması; Adana ve Osmaniye illerinde inceleme yapılan 14 mısır tarlasında, mısır bitkisinin kök bölgesinden 5-20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvarda oda ısısında 2-3 gün kuruması beklenen örnekler elek yardımı ile elenmiştir. Toprak örneklerinden 10 g tartılarak, 90 ml salin buffer içerisinde 2 saat çalkalanmıştır. Her bir toprak örneğinin çalkalama suyu 7.000 devirde dönen bir santrifüjde 30 dakika santrifüj edilmiş ve pellet toplanmıştır. Elde edilen pellet bir ml salin buffer ile tekrar sulandırılarak sağlıklı patates yumrularına steril bir enjektörle bulaştırılmıştır. Bulaştırılan patates yumruları 32 °C'de inkübatörde 3-5 gün inkübe edildikten sonra inokulasyon noktasında renk değişimi, yumrular ikiye kesildiğinde yumuşama ve kötü koku varlığı yönünden incelenmiştir (Schaad ve ark., 2001; Czajkowski ve ark., 2015). Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız & Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zae* izolatu, negatif

kontrol olarak steril su kullanılmıştır. Belirtileri gösteren patates yumrularından yeniden izolasyon yapılmış ve patojen bakteri izole edilip tanılanmış ise o toprak örneğinde patojen bakteri *Dickeya* sp.'nin varlığı kanıtlanmıştır.

Patojen bakteri izolatlarının tanısı

Hasta bitkiden, sulama suyundan ve topraktan yapılan izolasyonlarda saflaştırılan bakterilerin tanısında, morfolojik ve biyokimyasal testler (Bozkurt & Soylu, 2019), mısır bitkisinde patojenite testi, MALDI-TOF MS analizi ve PCR testi (*Dickeya* cinsine spesifik primer seti) (Nassar, 1996) kullanılmıştır.

Morfolojik ve biyokimyasal tanı; Elde edilen izolatların morfolojik ve biyokimyasal yöntemlerle tanılanması gram reaksiyon (Sands, 1990), TSA ve King B besi yerlerindeki koloni morfolojisi (Schaad ve ark., 2001) ile patates dilimlerinde pektolitik aktivite testi (Lelliot & Schaad, 1987) ile yapılmıştır. Gram reaksiyonu testinde pozitif kontrol olarak *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (GSPB 382) izolatı kullanılmıştır.

Mısır bitkisinde patojenite testi; Pektolitik enzim üretme yeteneğine sahip olduğu belirlenen izolatlar 24 saat TSA besi yerinde geliştirildikten sonra spektrofotometre ($A_{600nm}:0.2$) yardımıyla 10^7 hücre/ml yoğunluğunda süspansiyonlar hazırlanmıştır. Steril enjektör kullanılarak Kale F1 çeşidi (3-5 gerçek yapraklı dönemde) sağlıklı mısır fidelerinin gövdelerine 100 µl bakteri süspansiyonu inokule edilmiştir. Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız & Aysan (2022) tarafından daha önce tanısı yapılmış *Dickeya zae* izolatı, negatif kontrol olarak steril su kullanılmıştır. İnokule edilen mısır fideleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan iklim odasında (26 ± 1 °C sıcaklık, %75 nem ve 16 saat aydınlık 8 saat karanlık) muhafaza edilmiştir. Bitkiler günlük olarak incelenmiş, hastalık belirtisi gösteren mısır fidelerinden re-izolasyonlar yapılmıştır (Schaad ve ark., 2001).

Bakteri izolatlarının MALDI-TOF MS ile tanısı; İzolatların tür tanısı Prof. Dr. Soner Soylu danışmanlığında MALDI-TOF MS (Matriks Assisted Lazer Desorption Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry/ Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyon Uçuş Süreli Kütle Spektroskopisi) (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) kütle spektrofotometrisi ile gerçekleştirilmiştir (Soylu ve ark., 2020). MALDI-TOF MS mikroorganizmaların tanımlanmasında kullanılan hızlı ve doğru sonuç veren yeni bir sistemdir. Bu yöntemde mikroorganizmaların biyokütelleri (protein, peptid, şeker) iyonize edilmektedir. İyonizasyondan sonra TOF tüpü içerisinde manyetik alandan geçirilerek protein profilleri ortaya çıkarılmaktadır. Elde edilen veriler, sistemin veri tabanındaki referanslar ile karşılaştırılarak tür bazında tanımlanmaktadır. Teşhisler sonucunda firma beyanına göre ortaya çıkan skor değerleri 2.30-3.0 aralığında ise tür düzeyinde çok yüksek düzeyde güvenilir olarak; 2.00-2.299 aralığında ise cins düzeyinde oldukça güvenilir, tür düzeyinde yüksek güvenilir olarak; 1.70-1.999 arasında ise cins düzeyinde güvenilir, tür bazında muhtemel düzeyde olarak; 1.7 değerinden aşağı olan değerler ise güvensiz tanı olarak değerlendirilmektedir (Uysal ve ark., 2019).

Bakteri izolatlarının PCR testi ile tanısı; Bakteri izolatlarının DNA izolasyonu Genomik DNA prüfikasyon kiti (ThermoFisher firması GeneJET, ABD) kullanılarak yapılmıştır. DNA izolasyonunda üretici firmanın önerdiği izolasyon protokolü uygulanmıştır. Elde edilen genomik DNA'lar PCR çalışmalarında kullanılmak üzere -20 °C'de muhafaza edilmiştir. PCR testi ile tanılamada Nassar ve ark., (1996) tarafından geliştirilen ve bakterilerin pektolitik enzim üretiminden sorumlu pel genlerini kodlayan *Dickeya* cinsine spesifik ADE1 (5'-GAT CAG AAA GCC CGC AGC CAG AT-3') ve ADE2 (5'-CTG TGG CCG ATC AGG ATG GTT TTG TCG TGC-3') primer oligonükleotidleri kullanılmıştır. PCR ürünleri 80V elektrik akımında yaklaşık 1 saat yürütülmüş ardından transliminatörde bantlar incelenerek, fotoğflanmıştır (Sambrook ve ark., 1989).

Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Aday antagonistlerin eldesi; Patojen bakteri ve antagonistin yaşam yerlerinin beraber olduğu düşüncesiyle, Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde mısır yetiştirilen 14 adet tarladan ve bu tarlaların sulandığı dokuz adet su kaynağından toplam 23 adet örnek alınmıştır. Toprak örneklerinden 10 gr, su örneklerinden ise 10 ml alınıp 90 ml saline buffer içeren 250 ml'lik erlenmayerlere eklenmiştir. Erlenmayer içinde bulunan örnekler 200 rpm hızla dönen bir erlen çalkalayıcıda iki saat oda sıcaklığında çalkalanmıştır. Buradan otomatik pipetle 1 ml alınarak 9 ml salin buffer içeren cam tüplere aktarılmış ve 1/10 oranında seyreltme yapılmıştır. Seyreltme işlemi toplamda 6 kez yapılmış ve her seyreltme işleminden sonra süspansiyonun homojen olması için tüpler, tüp karıştırıcıda iyice karıştırılmıştır. Her bir seyreltmeden 100 µl alınıp TSA besi yeri içeren petrilere aktarılmış ve steril cam bagetle yayma yapılarak tek koloni gelişimi sağlanmıştır. Petriler 25 °C'de inkübatörde iki gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler incelenerek farklı koloni morfolojisine sahip bakteri ve maya kolonileri saflaştırılmış ve 28 °C'de inkübatörde iki gün inkübe edilmiştir. Ayrıca Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda yer alan ve daha önceki araştırmalarda elde edilerek aday antagonist olarak muhafaza edilen 95 adet izolat da çalışmaya dahil edilmiştir.

Aday antagonistlerin in vitro koşullarda *Dickeya sp.*'ye karşı antibakteriyel etkisi; Aday antagonistlerin *Dickeya sp.* üzerine antibakteriyel etkisi *in vitro* koşullarda ikili kültür petri denemeleriyle araştırılmıştır (Mitchell, 1992). Taze geliştirilmiş (48 saatlik) aday antagonist izolatları TSA besi yerine üç nokta aşılama yöntemi ile bulaştırıldıktan sonra petriler 24 saat 25±2 °C'deki inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. *Dickeya sp.* izolatı TSA besiyerinde 48 saat geliştirildikten sonra dansiyometre yardımıyla 10⁷ hücre/ml yoğunluğunda süspansiyon hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyon, besi yerinde gelişmiş olan aday antagonistlerin üzerine 15 cm uzaklıktan el pülverizatörü yardımı ile püskürtülmüştür. Kontrol olarak, TSA besi yeri içeren petriye sadece patojen bakteri *Dickeya sp.* püskürtülmüştür. Her bir aday antagonist üç tekrarlı olarak denemeye alınmıştır. Petriler 25 °C'deki inkübatörde 48 saat bekletilmiş ardından petrilere gelişen antagonist izolatların çapı ile çevresinde oluşan engelleme zonları mm olarak ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra bakteri çapı ve engelleme zonu birbirine oranlanmış ve izolatların "Antagonistik İndeks Değerleri" belirlenmiştir (Jiang ve ark., 2015).

Aday antagonistlerin yarı in vivo koşullarda *Dickeya sp.*'ye karşı antibakteriyel etkisi; Aday antagonistlerin *Dickeya sp.* üzerine antibakteriyel etkisi yarı *in vivo* koşullarda petride patates dilimleri üzerinde araştırılmıştır (Aysan ve ark., 2003). Sağlıklı patates yumruları önce çeşme suyuyla yıkanmış, ardından patates yumruları %1'lik sodyum hipoklorit içinde iki dakika bekletilerek yüzeyden dezenfekte edilmiştir ve steril saf su ile durulanmıştır. Soyulan patates yumruları enine kesilerek (yaklaşık 1 cm) steril filtre kağıdı içeren petrilere yerleştirilmiştir. Mantar delici yardımı ile patates dilimleri üzerine, dilimi parçalamayacak şekilde yüzeysel bir çukur açılmıştır. TSA besi yerinde 48 saat geliştirilen aday antagonist süspansiyonları dansiyometrede 0.80 değerine ayarlanmış (yaklaşık 10⁸ hücre/ml) ve bu süspansiyonlardan 20'şer µl patates dilimleri üzerindeki çukurlara konulmuştur. Steril kabinde bir saat bekletilen patates dilimlerine aday antagonistlerin yerleşmesi sağlanmış ve ardından 10⁷ hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan *Dickeya sp.* süspansiyonundan 20'er µl her çukura eklenmiştir. Pozitif kontrol olarak patates dilimleri sadece *Dickeya sp.* süspansiyonuyla bulaştırılırken, negatif kontrol olarak sadece steril su kullanılmıştır. Patates dilimlerini içeren petriler 32 °C'deki inkübatörde 48 saat inkübe edilmiş ve yumuşamanın miktarı cm olarak ölçülmüştür. Pozitif kontrolde meydana gelen çürüme miktarı ortalaması, antagonistin yumrulara meydana getirdiği çürüme miktarı ortalamasına oranlanarak hastalığı engelleme oranı Abbott formülüyle (% etki) hesaplanmıştır. Uygulamalar arasındaki istatistik farklar Anova istatistik programında LSD çoklu karşılaştırma testinde p≤0.05 önem düzeyine göre yapılmıştır. Aynı istatistik grupta yer alan uygulamalar aynı harfle işaretlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Başarılı antagonist/lerin tanısı ve tütünde aşırı duyarlılık testi; Yarı *in vivo* denemelerde etkili bulunan antagonistlerin tanısı MALDI-TOF MS yöntemi kullanılmıştır (Soylu ve ark., 2020). Elde edilen antagonist izolatların bitki patojen olup olmadıklarını saptamak için tütünde aşırı duyarlılık testi yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mısır üretim alanlarının hastalık yönünden incelenmesi

Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde 642.108 dekar ekiliş alanına sahip, ilk ürün mısır yetiştirilen tarlaların 7.030 dekarlık bölümünde 2022 yılı nisan ve temmuz ayları arasında surveyler yapılmıştır. İncelenen 34 adet tarlanın altısında Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığı saptanmış ve mısır tarlalarının %17.65'inde hastalık belirtilerinin olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi Adana ilinin Ceyhan ilçesinde incelenen 13 adet tarlanın birinde, Kozan ilçesinde incelenen 11 adet mısır tarlasının birinde hastalık tespit edilirken Osmaniye ilinin Kadirli ilçesinde survey yapılan 10 adet tarlanın dördünde hastalık saptanmıştır. Mısırdaki Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Ceyhan, Kozan ve Kadirli ilçelerdeki yaygınlığı sırasıyla %7.69, %9.09 ve %40 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Adana ve Osmaniye illerinde mısırdaki bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının yaygınlığı

Table 2. Prevalence of corn bacterial root rot disease in Adana and Osmaniye provinces

İl	İlçe	İncelenen Tarla Sayısı	Hasta Tarla Sayısı	Hastalık Yaygınlığı (%)
Adana	Ceyhan	13	1	7.69
	Kozan	11	1	9.09
Osmaniye	Kadirli	10	4	40.00

Adana ili Ceyhan ilçesinde hastalık belirtisi gözlenen tarladaki bitkilerin %10'unun hasta olduğu, Kozan ilçesinde ise %8'inin hastalıkla bulaşık olduğu belirlenmiştir. Osmaniye ilinin Kadirli ilçesinde hastalıkla bulaşık olduğu tespit edilen dört tarladaki hastalık oranı sırasıyla %10, 11, 15 ve 13 olarak saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Adana ve Osmaniye illerinde mısır tarlalarında bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığının oranı (%)

Table 3. Rate of bacterial stem rot disease in corn fields in Adana and Osmaniye provinces (%)

Hasta Tarla Kodu	İlçe	Tarla Alanı (dekar)	Tarladaki Hastalık Oranı (%)
Tarla-1	Ceyhan	150	10
Tarla-2	Kozan	50	8
Tarla-3	Kadirli	125	10
Tarla-4	Kadirli	130	11
Tarla-5	Kadirli	150	15
Tarla-6	Kadirli	180	13

Mısır üretim alanlarında yapılan surveylerde, hasta tarlalar incelendiğinde mısır yapraklarında sararma, kahverengileşme, gövdede yumuşama, nekrozlar ve kötü koku gibi farklı tipte hastalık belirtileri tespit edilmiştir (Şekil 1). Üretim alanlarının tümünün salma sulamayla sulandığı belirlenmiştir. Mısır üreticisiyle yapılan sohbetlerin birinde bu hastalık belirtilerine 2015 yılında Adana'nın Yüreğir ilçesinde rastlandığı bildirilmiştir.



Şekil 1. *Dickeya* sp.'nin neden olduğu bakteriyel gövde çürüklüğü hastalığı belirtileri
Figure 1. Symptoms of bacterial stem rot disease caused by *Dickeya* sp.

Mısır bitkilerinde, sulama suyunda ve toprakta hastalık etmeninin saptanması

Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde, mısır üretim alanlarında 2022 yılının nisan ve temmuz ayları arasında yapılan incelemelerde, altı adet hastalıkla bulaşık tarladan toplam 24 hasta bitki toplanmış ve yapılan izolasyonlarda 72 adet bakteri izolatu saflaştırılmıştır. Elde edilen bakteri izolatlarının tümü King B besi yerinde non-floresan tipte kolonilere sahipken, TSA ve NA besi yerlerinde krem renkli, parlak ve yuvarlak koloniler oluşturmuşlardır. KOH ile yapılan gram reaksiyon testinde izolatların tamamının gram negatif bakteriler olduğu belirlenmiştir. İzolatların hepsi patates dilimlerinde yumuşamaya neden olmuş ve pektolitik aktivite testi pozitif olarak saptanmıştır. Saksıda yetiştirilen mısır fidelerinde yapılan patojenite testinde izolatların tamamı inokulasyon noktasında renk değişimine ve yumuşak çürüklüğe neden olmuştur. Seçilen bir adet izolat ile MALDI-TOF MS kullanılarak yapılan tanı testinde ise mısır izolatu 2.025 skor değerleriyle *Dickeya* sp. olarak tanılanmıştır. *Dickeya* cinsine spesifik ADE1 ve ADE2 primer setiyle yapılan PCR testinde, seçilen altı izolat 420 bp büyüklükte bant oluşturarak *Dickeya* sp. olarak tanılanmıştır.

Hastalıkla bulaşık mısır tarlaları ile onların yakınındaki tarlaların sulandığı su kaynaklarından alınan dokuz adet su örneğindeki bakteriler santrifüjlenerek pellet halinde patates yumrularına bulaştırıldığında, yumruların tamamında inokulasyon noktasında renk değişimi ve yumuşak çürüklük belirtileri saptanmıştır (Şekil 2). Pozitif kontrol olarak Çetinkaya-Yıldız & Aysan (2022) tarafından tanılanan *Dickeya zae* izolatu patates yumrularına aynı yöntemle inokule edildiğinde, benzer yumuşak çürüklük belirtileri gözlenmiştir. Negatif kontrol olarak steril suyla bulaştırılmış yumrulara, herhangi bir çürüme veya yumuşak çürüklük belirtisi gözlenmemiştir. Yumuşama belirtileri gösteren patates yumrularından yeniden izolasyon yapıp elde edilen dokuz izolatla PCR çalışmaları yapılmış ve sulama suyunda patojen bakteri *Dickeya* sp.'nin varlığı teyit edilmiştir (Çizelge 4). Patojenin sağlıklı tarlalara yayılmasında salma sulamanın önemli bir rol oynadığı yapılan bu araştırma ile ortaya konmuştur.

Adana ve Osmaniye illerinde incelenen 14 adet mısır tarlasında, mısır bitkisinin kök bölgesinden 5-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinden elde edilen pelletler patates yumrularına bulaştırıldığında yumruların hiçbirinde hastalık belirtisi tespit edilmemiştir (Çizelge 5). Sadece pozitif kontrol olarak kullanılan *Dickeya zae* izolatu ile bulaştırılan yumrulara çürüme ve yumuşak çürüklük belirtisi gözlenmiştir.

Çizelge 4. Mısır tarlalarının sulandığı kaynaklardan toplanan su örnekleri ve patojenle bulaşıklık durumu

Table 4. Water samples collected from the sources where the corn fields are irrigated and pathogen contamination status

Su Örnekleri	İlçe	Hastalık Durumu	Sulama Tipi	Patojeni Saptama
Su-1	Ceyhan	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-2	Kozan	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-3	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-4	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-5	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-6	Kozan	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+
Su-7	Kadirli	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-8	Kadirli	Hasta tarla	İlki yağmurlama sonra salma sulama	+
Su-9	Kadirli	Sağlıklı tarla	Salma sulama	+



Şekil 2. Sulama suyundan elde edilen bakterilerin patates yumrularında meydana getirdiği çürüklük

Figure 2. Potato tuber rot caused by bacteria obtained from irrigation water

Çizelge 5. Mısır tarlalarından alınan toprak örnekleri ve patojenle bulaşıklık durumu

Table 5. Soil samples taken from corn fields and pathogen contamination status

Toprak Örnekleri	İlçe	Alan (da)	Hastalık Durumu	Patojeni Saptama
Toprak-1	Ceyhan	150	Hasta tarla	-
Toprak-2	Kozan	140	Sağlıklı tarla	-
Toprak-3	Kozan	170	Sağlıklı tarla	-
Toprak-4	Kozan	50	Sağlıklı tarla	-
Toprak-5	Kozan	120	Sağlıklı tarla	-
Toprak-6	Kozan	50	Hasta tarla	-
Toprak-7	Kozan	200	Sağlıklı tarla	-
Toprak-8	Kozan	80	Sağlıklı tarla	-
Toprak-9	Kozan	90	Sağlıklı tarla	-
Toprak-10	Kadirli	125	Hasta tarla	-
Toprak-11	Kadirli	150	Hasta tarla	-
Toprak-12	Kadirli	180	Hasta tarla	-
Toprak-13	Kadirli	130	Hasta tarla	-
Toprak-14	Kadirli	100	Sağlıklı tarla	-

Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Aday antagonistlerin eldesi; Çukurova Bölgesinde Adana ve Osmaniye illerinde mısır yetiştirilen 14 adet tarladan ve bu tarlaların sulandığı dokuz adet su kaynağından yapılan aday antagonist izolasyonu çalışması sonucu, 100 adet bakteri ile 137 adet maya izolatu saflaştırılmıştır. Ayrıca Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda yer alan 95 adet izolat da çalışmaya dahil edilmiş ve toplam 332 adet aday antagonist bu araştırmada yer almıştır.

Aday antagonistlerin in vitro koşullarda *Dickeya sp'*ye karşı antibakteriyel etkisi; Aday antagonistlerin *Dickeya sp.* üzerine antibakteriyel etkisi *in vitro* koşullarda, ikili kültür petri denemeleriyle araştırılmış ve 332 adet aday antagonistin 84 adedinin *Dickeya sp.*'ye antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. *In vitro* koşullarda antibakteriyel özellik gösteren 84 antagonisti izolatin tamamı bakteri izolatlarından oluşmaktadır. Patojen gelişimini petride engelleyen başarılı izolatların 11.7-50 arasında Antagonistik İndeks Değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Antagonist izolatların 65 adeti 11.7-29.2 indeks değerine sahipken, 19 adetinin 30-50 indeks değerine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 6).

Aday antagonistlerin yarı in vivo koşullarda *Dickeya sp'*ye karşı antibakteriyel etkisi; *Dickeya sp.*'ye antibakteriyel etkiye sahip 84 adet antagonistin etkisi yarı *in vivo* koşullarda petride patates dilimleri üzerinde araştırıldığında, sadece 6 izolatin patates yumrularında çürümeyi %4 ile %56 arasında değişen oranlarda azalttığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde X77 ve OG/1-12 kodlu antagonistler patates dilimlerinde çürümeyi sırası ile % 55.77 ve 26.92 oranında baskılayarak en etkili antagonistler olarak saptanmıştır (Çizelge 6). X77 kodlu izolat yarı *in vivo* denemelerde %55.77'lik etki ile en başarılı izolat olurken, *in vitro* petri denemelerinde Antagonistik İndeks Değeri 2.73 olarak saptanmış ve orta düzeyde başarılı bulunmuştur. MALDI TOF MS ile yapılan tür tanısında X77 kodlu bakteri izolatu, 2.19 skor değeri ile *Bacillus amyloliquefaciens* olarak tanılanmıştır. Çukurova Üniversitesi Bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonundan temin edilen ve *Bacillus sp.* olarak tanılanmış OG/1-12 kodlu izolat ise bu hastalığı %26.92 oranında engellemiş ve istatistiksel olarak ayrı bir grupta yer almıştır. OG/1-12 kodlu izolat, *in vitro* petri denemelerinde 5.0'lık antagonistik indeks değeriyle *Dickeya sp'*nin gelişimini en iyi baskılayan antagonistken, yarı *in vivo* denemelerde patates dilimlerindeki çürümeyi en iyi engelleyen izolat olamamıştır. Bu durum *in vitro* ve *in vivo* denemelerde farklı sonuçların alınabileceğinin göstergesidir. Daha önce yapılan pek çok çalışmada da benzer sonuçlar kaydedilmiştir (Aysan ve ark., 2003). Bu nedenle aday antagonistlerin seçiminde sadece petri denemeleri yerine, yarı *in vivo* denemeler ardından sera veya tarla çalışmalarının yapılması gereklidir. Denemeye alınan diğer dört izolat (MZ12, AY-10, X91 ve YL-4-3) istatistiksel olarak pozitif kontrolle aynı grupta yer aldığı için etkisiz izolatlar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 6. Etkili antagonistlerin *in vitro* ve yarı *in vivo* deneme sonuçları

Table 6. *In vitro* and semi-in vivo test results of effective antagonists

Uygulamalar	Antagonistik İndeks Değeri	Patates Dilimlerinde Çürüme Çapı Ortalaması (mm)	Etki (%)
X77	2.73	5.75 ^c	55.77
OG/1-12	5.00	9.50 ^b	26.92
MZ12	3.33	10.00 ^{ab}	23.08
AY-10	2.71	10.50 ^{ab}	19.23
X91	3.60	12.00 ^{ab}	7.69
YL-4-3	2.63	12.50 ^{ab}	3.85
Pozitif Kontrol	-	13.00 ^{a*}	-
Negatif Kontrol	-	0.00	-

*: farklı harfi içeren ortalamalar LSD testine (%5 önem düzeyinde) göre istatistiksel olarak farklıdır.

Sonuç olarak, ülkemizde mısır üretim alanlarında ilk kez 2021 yılında saptanan *Dickeya zae* Asya, Amerika, Avustralya, Afrika ve Avrupa kıtalarında yetiştirilen 22 farklı monokotiledonlu ve 24 farklı dikotiledonlu bitkide hastalık oluşturabilmektedir (Hu ve ark., 2018; Li ve ark., 2020). *Dickeya zae*'nin Çin'in güneyinde yer alan çeltik üretim alanlarında %10-30 arasında değişen oranlarda verim kayıplarına sebep olduğu rapor edilmiştir (Li ve ark., 2020). Yine Çin'de muz yetiştirilen plantasyonlarda ise hastalığın yaygınlığının %20 ile %70 arasında değiştiği, ancak 2010-2012 yılları arasında Guangzhou bölgesindeki muz alanlarında hastalık oranının %90'a ulaştığı bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2014; Lin ve ark., 2010). Hindistan'da 2019-2021 yılları arasında yapılan bir çalışmada mısırdaki bu hastalığın %13-38 bulunış oranına sahip olduğu rapor edilmiştir (Jatoh ve ark., 2022). Bu çalışmada mısırdaki *Dickeya* sp.'nin neden olduğu Bakteriyel Gövde Çürüklüğü Hastalığının Çukurova Bölgesinde yaygınlığının sınırlı olduğu saptanmıştır. Ancak patojenin konukçu aralığının çok geniş olması, etmenin yayılma potansiyelini artırmaktadır. Bu hastalığa neden olan patojen bakteri sıcaklığı seven ve optimum gelişim sıcaklığı 30 °C'nin üzerinde olan bir türdür (Czajkowski ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2017) ve küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak bölgemizde sıcaklık artışı olduğu takdirde bu türün kolaylıkla yayılabileceği düşünülmektedir. *Dickeya* ve *Pectobacterium* cinsleri içinde yer alan ve farklı konukçu bitkilerde yumuşak çürüklük hastalıklarına neden olan patojenik bakteriyel türlerin uygun olmayan mevsimlerde yaşamlarını devam ettirmeleri ortamdaki sıcaklık, nem ve pH'a bağlıdır (Öztürk & Soylu, 2022a,b). Bu patojenler bir sonraki üretim mevsimine kadar toprakta oldukça düşük popülasyonda yaşarken, hasat sonrası tarlada kalan bitki artıklarında ve yabancı otlar üzerinde daha uzun süre yaşama yeteneğindedir (Perombelon & Kelman, 1980). Toprakta düşük popülasyonda bulunan *Pectobacterium* ve *Dickeya* cinsleri içinde yer alan patojenik bakteri popülasyonunu saptamak oldukça zordur (Czajkowski ve ark., 2012). Toprak örneklerinde patojen bakterilerin saptanmasında *Pectobacterium* ve *Dickeya* cinsinin popülasyonunu artırmak için zenginleştirilmiş çalkalama bufferları kullanmak, besi yerine ekimden önce santrifüjleme yaparak bakterileri toplamak (Perombelon & van der Wolf, 2002) ve ardından toplanan bakterilerin patates yumrusu gibi duyarlı bitki organlarına inokule ederek tuzaklama yöntemini tercih etmek başarı şansını artıracaktır (Czajkowski ve ark., 2012). Topraktaki yaşamın aksine, *Pectobacterium* ve *Dickeya* cinsleri içinde yer alan patojenik bakterilerin steril suda 200 gün yaşayabildiği (Coher & Gilbert, 1990), ayrıca üretim alanlarındaki yüzey sularında da yaşamlarını devam ettirebildikleri bildirilmiştir (Quinn ve ark., 1980). Yapılan bu çalışmada patojenin toprakta ve sulama suyunda varlığı belirlenirken buffer ile zenginleştirme, santrifüjleme ve tuzaklama yöntemi kullanıldığında başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Üretim döneminde henüz hastalık belirtisi göstermeyen ancak patojenle epifitik veya latent olarak bulaşık bulunan bitki artıkları, sulama suyuna veya yüzey sularına bulaştığında; patojen bakteriler kolaylıkla bu suyla sulanan tarlalara bulaşabilmektedir (Cappaert ve ark., 1988; Czajkowski ve ark., 2012). Bitki hastalıklarının yönetiminde, sentetik kimyasalların kullanımına en iyi alternatif, çevre dostu olan biyolojik mücadeledir (Emmert & Handelsman, 1999). Diğer bakteriyel hastalıklarda olduğu gibi yumuşak çürüklük hastalıklarında da temel strateji bakteriyel, fungal veya viral (bakteriyofaj) antagonistleri kullanarak, bitkinin dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirmek, bitki patojenlerinin bir araya gelerek koloni oluşturmasını engellemek veya antagonist mikroorganizmaların ürettiği antimikrobiyal maddelerle patojen bakteri popülasyonunu azaltmaktır (Czajkowski ve ark., 2015). Örneğin *Serratia plymuthica* A30 antagonist izolatıyla muamele edilen patates yumrularında depo koşullarında *Dickeya solani*'nin neden olduğu yumru çürüklüğünde azalma sağlanmıştır (Hadizadeh ve ark., 2019). Bu çalışmada elde edilen *Bacillus amyloliquefaciens* X77 adlı antagonist izolat %56'lık engelleme oranıyla en etkili antagonist olarak saptanmıştır. Chen ve ark., (2019)'nin yaptığı çalışmada *Dickeya chrysanthemi*'ye karşı aynı antagonist bakteri türü olan *B. amyloliquefaciens* benzer şekilde oldukça etkili bulunmuştur. Genel olarak *Bacillus* cinsine ait bakteri türleri toprakta ve bitki yüzeyinde baskın olarak bulunan mikroorganizmalardır ve son yıllarda pek çok bitki hastalığının biyolojik mücadelesinde etkili olarak kullanılmaktadırlar (Chen ve ark. 2003). Bu cins içinde yer alan *B. amyloliquefaciens* hem biyolojik gübre hem de başarılı bir biyokontrol etmeni olarak kullanılabilir (Chowdhury ve ark., 2015; Luo ve ark., 2022). Bu antagonist tür, "Fengycin, Surfactins, Bacillomycin D, Ituin A, Bacillaene, Difficidin, Macrolactin ve Bacilysin" gibi antimikrobiyal maddeler üreterek patojen mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırmaktadır (Luo ve

ark., 2022). Bu araştırma kapsamında hastalığın görüldüğü mısır tarla toprağından izole edilen *B. amyloliquefaciens* X77 adlı antagonist izolat, yerel bir antagonist olması nedeniyle oldukça kıymetlidir ve ülkemiz ekolojik koşullarında yaşamaya adapte olmuş bir izolattır. Ülkemizde ilk defa yapılan bu çalışmada, antagonist bakteri *B. amyloliquefaciens* X77'nin, mısırdaki *Dickeya* sp.'nin neden olduğu yumuşak çürüklüğe etkisi ortaya konmuştur. Bu çalışmada elde edilen veriler küresel ısınmanın artmasıyla, yüksek sıcaklıklarda gelişebilme yeteneğinde olan patojenlerin bölgemize adapte olma potansiyelinin oluştuğuna işaret etmektedir. Geçmiş yıllarda bölgemizde görülmeyen veya üreticilerimizin dikkatini çekmeyecek düzeylerde olan Bakteriyel Gövde Çürüklüğü hastalığı son iki yılda fark edilir hale gelmiştir. Patojenin sulama suyundan elde edilmesi, özellikle sulama işlemi esnasında tarlalar arasında su geçişinin hastalığın yayılmasında potansiyel bir faktör olabileceğini ortaya koymaktadır. Üreticilerimizin bu konuda dikkatli olması hastalığın yayılmasını önlemek açısından önemlidir. Ayrıca hastalık ile mücadelede etkili bir bölgesel antagonistin saptanması biyolojik mücadele için ümitvar bir sonuçtur. Bu patojen mikrobiyal faaliyetlerin az olduğu topraklarda daha yoğun olarak gözlenmektedir. Bu nedenle ilerleyen zamanda yapılacak çalışmalarda hem patojenle mücadele edebilen, hemde toprağın mikrobiyal aktivitesini artırmada rol oynayan 'Bitki Gelişimini Artıran Rizobakterinlerin etkinliğinin araştırılması öncelikli konularımız arasındadır.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Aktepe, B.P. (2021). The effect of different plant activators and biological preparete on the biological control of bacterial speck disease in tomato. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 355-364. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.908921>
- Anonim (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi 10.06.2023).
- Anonymous (2022). Food and Agriculture Organization of the united nations. <https://www.fao.org> (Erişim tarihi 10.06.2023).
- Aysan, Y., Karatas, A., & Cinar, O. (2003). Biological control of bacterial stem rot caused by *Erwinia chrysanthemi* on tomato. *Crop Protection*, 22 (6), 807-811. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00030-9)
- Bertani, I., Passos da Silva, D., Abbruscato, P., Piffanelli, P., & Venturi, V. (2013). Draft genome sequence of the plant pathogen *Dickeya zeae* DZ2Q, isolated from rice in Italy. *Genome Announcements*, 1 (6), <https://doi.org/10.1128/genomea.00905-13>
- Bitgen, E., & Mirik, M. (2021). Tekirdağ ilinde yetişen zeytin ağaçlarında dal kanseri hastalığı etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*'nin tanısı ve antagonist bakteriyel izolatlar ile biyolojik mücadelesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 326-336. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.881977>
- Bora, T., & Karaca, I. (1970). *Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, No:167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 43 s.

- Bozkurt, İ.A., & Soylu S. (2019). Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakterisi izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 348-361. <https://doi.org/10.33462/jotaf.556256>
- Caplik, D., Kusek, M., Kara, S., Seyrek, A., & Celik, Y. (2022). First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zeae* in Turkey. *New Disease Reports*, 45 (1), e12070. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12070>
- Cappaert, M.R., Powelson, M.L., Franc, G.D., & Harrison, M.D. (1988). Irrigation water as a source of inoculum of soft rot *Erwinias* for aerial stem rot of potatoes. *Phytopathology*, 78 (12), 1668-1672. <https://doi.org/10.1094/Phyto-78-1668>
- Çetinkaya-Yıldız, R., & Aysan, Y. (2022). Doğu Akdeniz bölgesinde yetişen mısır (*Zea mays*) bitkisinin yeni bir bakteriyel hastalığı: *Dickeya zeae*'nin neden olduğu bakteriyel sap çürüklüğü. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 493-501. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1119953>
- Chen, J., Liu, T., Wei, M., Zhu, Z., Liu, W., & Zhang, Z. (2019). Macrolactin a is the key antibacterial substance of *Bacillus amyloliquefaciens* D2WM against the pathogen *Dickeya chrysanthemi*. *European Journal of Plant Pathology*, 155, 393-404. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01774-3>
- Chen, Z., Zhang J., & Huang D. (2003). Research progress on antimicrobial mechanism and genetic engineering of *Bacillus* for plant diseases biocontrol. *Acta Phytopathologica Sinica*, 33 (2), 97-103.
- Chowdhury, S.P., Hartmann, A., Gao, X., & Borriss, R. (2015) Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42- A review. *Frontiers in Microbiology*, 6, 780. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00780>
- Cother, E.J., & Gilbert, R.L. (1990). Presence of *Erwinia chrysanthemi* in 2 major river systems and their alpine sources in Australia. *Journal of Applied Bacteriology*, 69 (5), 729-738. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb01570.x>
- Czajkowski R., Pérombelon M.C.M., van Veen, J.A., & van der Wolf, J.M. (2012). Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: A review. *Plant Pathology*, 60, 999-1013. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02470.x>
- Czajkowski, R., Pérombelon, M., Jafra, S., Lojkowska, E., Potrykus, M., van Der Wolf, J., & Sledz, W. (2015). Detection, identification and differentiation of *Pectobacterium* and *Dickeya* species causing potato blackleg and tuber soft rot: A review. *The Annals of Applied Biology*, 166 (1), 18-38. <https://doi.org/10.1111/aab.12166>
- Emmert, E. A., & Handelsman, J. (1999). Biocontrol of plant disease: A (gram-) positive perspective. *FEMS Microbiol Letters*, 171 (1), 1-9. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13405.x>
- Guan, Y., Chen, W., Wu, Y., Hu, Y., Wang, H., He, Z., & Zheng, H. (2019). First report of corn stalk rot caused by *Dickeya zeae* on sweet corn in Shanghai, China. *Journal of Plant Pathology*, 102, 557-558. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00447-8>
- Hadizadeh, I., Peivastegan, B., Hannukkala, A., van der Wolf, J.M., Nissinen, R., & Pirhonen, M. (2019). Biological control of potato soft rot caused by *Dickeya solani* and the survival of bacterial antagonists under cold storage conditions. *Plant Pathology*, 68, 297-311. <https://doi.org/10.1111/ppa.12956>
- Hu, M., Li, J., Chen, R., Li, W., Feng, L., Shi, L., Xue, Y., Feng, X., Zhang, L., & Zhou, J. (2018). *Dickeya zeae* strains isolated from rice, banana and clivia rot plants show great virulence differentials. *BMC Microbiology*, 18 (1), 136. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1300-y>
- Hugouvieux-Cotte-Pattat, N., Jacot-Des-Combes, C., & Briolay, J. (2019). *Dickeya lacustris* sp. Nov., a water-living pectinolytic bacterium isolated from lakes in France. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 69 (3), 721-726. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003208>
- Jafra, S., Przysowa, J., Gwizdek-Wiśniewska, A., & van der Wolf, J.M. (2008). Potential of bulb-associated bacteria for biocontrol of hyacinth soft rot caused by *Dickeya zeae*. *Journal of Applied Microbiology*, 106 (1), 268-277. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.04000.x>

- Jatoth, R., Singh, D., Geat, N., Babu, P.L., & Kumar A. (2022). Distribution of bacterial stalk rot disease of maize in India and identification of causal agent using biochemical and *fliC* gene based marker and its sensitivity against chemicals and bacterial antagonist. *Indian Phytopathology*, 75, 517-525. <https://doi.org/10.1007/s42360-021-00455-8>
- Jiang, C.H., Wu, F., Yu, Z.Y., Xie, P., Ke, H.J., & Li, H.W. (2015). Study on screening and antagonistic mechanisms of *Bacillus amyloliquefaciens* 54 against bacterial fruit blotch (BFB) caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Microbiological Research*, 170, 95-104. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2014.08.009>
- Karnez, E., Gldođan ., Ercan N., Korkmaz K., & Aysan Y. (2021) Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermikompost uygulamasının etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 726-735. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.986521>
- Kirtok., Y. (1998). *Mısır retimi ve Kullanımı*. Kocaoluk Basım ve Yayınevi. Sf. 446.
- Kumar, A., Hunjan, M.S., Kaur, H., Singh, P.P., & Kaur, R. (2016). Evaluation of management of bacterial stalk rot of maize (*Dickeya zae*) using bio-agents and chemical agents. *Journal of Applied and Natural Science*, 8 (3), 1146-1151. <https://doi.org/10.31018/jans.v8i3.932>
- Kumar, A., Singh, M., Kaur, H., Rawal, R., & Singh, P. (2017). A review on bacterial stalk rot disease of maize caused by *Dickeya zae*. *Journal of Applied and Natural Science*, 9 (2), 1214-1225.
- Lelliott, R.A., & Stead, D.E. (1987). *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. TF Preece (Edt) Methods in Plant Pathology Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 219 pp.
- Li, J., Hu, M., Xue, Y., Chen, X., Lu, G., Zhang, L., & Zhou, J. (2020). Screening, identification and efficacy evaluation of antagonistic bacteria for biocontrol of soft rot disease caused by *Dickeya zae*. *Microorganisms*, 8, 697. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050697>
- Lin, B.R., Shen, H.F., Pu, X.M, Tian, X.S., Zhao, W.J., Zhu, S.F., & Dong, M.M. (2010) First report of a soft rot of banana in Mainland China caused by a *Dickeya* sp. (*Pectobacterium chrysanthemi*). *Plant Diseases*, 94 (5), 640. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-5-0640C>
- Lopes, C.A., Stall R.E., & Bartz J.A. (1986). Bacterial stalk and top rot of maize in florida caused by *Erwinia chrysanthemi* pv. *zae*. *Plant Diseses*, 70, 259. <https://doi.org/10.1094/PD-70-259a>
- Luo, L., Zhao, C., Wang, E., Raza, A., & Yin, C. (2022). *Bacillus amyloliquefaciens* as an excellent agent for biofertilizer and biocontrol in agriculture: An overview for its mechanisms. *Microbiological Research*, 259, 127016. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127016>
- Martinez-Cisneros, B.A., Juarez-Lopez, G., Valencia-Torres, N., Duran-Peralta, E., & Mezzalama, M. (2014). First report of bacterial stalk rot of maize caused by *Dickeya zae* in Mexico. *Plant Disease*, 98 (9), Article 9. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-14-0198-PDN>
- Mitchell, R.E. (1992). Metabolites from pseudomonads that inhibit the growth of *Erwinia amylovora*. *Acta Horticulture*, 338, 219-222. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.338.31>
- Myung, I., Jeong, I.H., Moon, S.Y., Kim, W.G., Lee, S.W., Lee, Y.H., Lee, Y., Shim, H.S., & Ra, D.S. (2010). First report of bacterial stalk rot of sweet corn caused by *Dickeya zae* in Korea. *New Disease Reports*, 22, 15. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2010.022.015>
- Nassar, A., Darrase, A., Lemattre, M., Kotoujansky, A., Dervin, C., Veldel, R., & Bertheau, Y. (1996). Characterization of *Erwinia chrysanthemi* by pectinolytic isozyme polymorphism and restriction fragment length polymorphism analysis of PCR-amplified fragments of pel genes. *Applied and Environmental Microbiology*, 62, 2228-2235. <https://doi.org/10.1128/aem.62.7.2228-2235.1996>
- Nishat, A., & Mall, T.P. (2009). Prevalence of maize diseases in Bahraich (U.P.). *Annals of Plant Protection Sciences*, 17 (2) 512-513.
- Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests. *Journal Agricultural Sciences*, 144, 31-43. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>

- Öztürk, M., & Soylu, S. (2022a). Yozgat ve Kırşehir illerinde tüketime sunulmuş patates yumrularında bakteriyel yumuşak çürüklük hastalığı etmeni *Pectobacterium* izolatlarının izolasyonu ve tanınması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19, 332-342. <https://doi.org/10.33462/jotaf.974350>
- Öztürk, M., & Soylu, S. (2022b). Yozgat ili beyaz baş lahana üretim alanlarında bakteriyel yumuşak çürüklük hastalığına neden olan *Pectobacterium* izolatlarının tanınması. *KSU Tarım ve Doğa Dergisi*, 25, 495-503. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.943765>
- Perombelon M.C.M., & van der Wolf, J.M. (2002). Methods for the detection and quantification of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*) on potatoes: A laboratory manual. *Scottish Crop Research Institute Annual Report*, 10.
- Perombelon, M.C.M., & Kelman, A. (1980). Ecology of the soft rot Erwinias. *Annual Review of Phytopathology*, 18, 361-387.
- Prokić, A., Zlatković, N., Kuzmanović, N., Ivanović, M., Gašić, K., Pavlović, Ž., & Obradović, A. (2020). Identification and characterization of *Dickeya zae* strains associated with maize stalk soft-rot in northern Serbia. *European Journal of Plant Pathology*, 157 (3), 685-691. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02019-4>
- Pu, X. M., Zhou, J.N., Lin, B.R., & Shen, H.F. (2012). First report of bacterial foot rot of rice caused by a *Dickeya zae* in China. *Plant Disease*, 96 (12) 1818. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-12-0315-PDN>
- Quinn, C. E., Sells, I. A., Graham, & D. C. (1980). Soft rot *Erwinia* bacteria in the atmospheric bacterial aerosol. *Journal of Applied Microbiology*, 49 (1), 175-181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1980.tb01055.x>
- Ramachandran, K., Manaf, U.A., & Zakaria, L. (2015). Molecular characterization and pathogenicity of *Erwinia* spp. associated with pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr.] and papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of Plant Protection Research*, 55 (4), 396-404. <https://doi.org/10.1515/jppr-2015-0053>
- Reifschneider, F.J.B., & Lopes, C.A. (1982). Bacterial top and stalk rot of maize in Brazil. *Plant Disease*, 519-520. <https://doi.org/10.1094/PD-66-519>
- Sah, D.N. (1991). Influence of environmental factors on infection of maize (*Zea mays* L.) by *Erwinia chrysanthemi* pv.*zae*. *Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science*, 12, 41-45.
- Sambrook, J.E., Fritsch, F., & Maniatis, T. (1989). *Molecular Cloning. A Laboratory Manual Appendixes, 2nd Edition*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, p.6.4- 6.20 USA.
- Samson, R., Legendre, J.B., Christen, R., Fischer-Le Saux, M., Achouak, W., & Gardan, L. (2005). Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and *Brenneria paradisiacato* the genus *Dickeya* gen. nov. As *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. And *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zae* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55 (4), 1415-1427. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02791-0>
- Sands, D.C. (1990). Physiological criteria-determinate tests. Z Klements, K Rudolph, DC Sands (Edts), In: *Methods in Phytobacteriology* (pp 199-204). Acedemia Kiado, Budapest, Hungary.
- Schaad, N.W, Jones, J.B, & Lacy, G.H. (2001). Gram negative bacteria, *Xanthomonas*. NW Schaad, JB Jones, W Chun (Edts), In: *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria* (3. Edition, pp. 175-193). APS Press, St. Paul Minnesota.
- Soylu, E.M., 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. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (1), 7-18. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.601936>
- Suriani, B.P., Junaid, M., & Muis, A. (2021). The presence of bacterial stalk rot disease on corn in Indonesia: A review. IOP Conference Series. *Earth and Environmental Science*, 911-012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012058>

- Thind, B.S., & Payak, M.M. (1985). A review of bacterial stalk rot of maize in India. *Tropical Pest Management*, 31 (4), 311-316. <https://doi.org/10.1080/09670878509371007>
- Toth, I.K., van Der Wolf, J.M., Saddler, G., Lojkowska, E., Hélias, V., Pirhonen, M., Tsrör (Lahkim), L., & Elphinstone, J.G. (2011). *Dickeya* species: An emerging problem for potato production in Europe. *Plant Pathology*, 60 (3), 385–399. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02427.x>
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Soylu, E.M., & Kara, M. (2019). Yaprığı yenen sebzelerdeki mikroorganizma türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) tekniği kullanılarak tanınması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29, 595-603. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.627850>
- Yanchang, Y., Ziting, Y., Muqing, Z., Chengwu, Z., & Baoshan, C. (2021). First report of stalk bacterial soft rot of sugarcane caused by *Dickeya zea* in China. *Plant Disease*, 105 (4) 1188-1188. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-20-2234-PDN>
- Zhang, J.X., Shen, H.F., Pu, X.M., Lin, B.R., & Hu, J. (2014). Identification of *Dickeya zea* as a casual agent of bacterial soft rot in banana in China. *Plant Disease*, 98 (4), 436-442. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-13-0711-RE>
- Zhou, J.N., Liu, S.Y., Chen, Y.F., & Liao, L.S. (2015). First report of *Pantoea anthophila* causing soft rot disease in *Clausena lansium* (Wampee) in China. *Plant Disease*, 99 (3), 416. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-14-1025-PDN>

Kantitatif değişkenlerde ortogonal polinomiyal karşılaştırmalar: Tarımsal verilerde uygulanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi

Orthogonal polynomial comparisons in quantitative variables: Application in agricultural data and evaluation of results

Çiğdem TAKMA¹ , Hatice HIZLI² 

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, İzmir, Türkiye.

²Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 05.06.2023 Accepted / Kabul: 14.09.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Varyans analizi (ANOVA) Polinomiyal kontrast katsayıları Ortogonal polinomiyal karşılaştırmalar Trend analizi</p> <p>Keywords: Analysis of variance (ANOVA) Polynomial contrast coefficients Orthogonal polynomial comparisons Trend analysis</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Hatice HIZLI hatice.hizlibostan@tarim.orman.gov.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Varyans analizi ile denemelerdeki muamele ortalamaları arası farklılık belirlendikten sonra, farklılığa neden olan grup ortalaması ya da ortalamalarını tespit etmek için "Çoklu Karşılaştırma Testleri" ya da "Ortogonal Parçalama" yöntemleri uygulanır. Çoklu karşılaştırma testleri sadece muamele ortalamalarındaki farklılığı belirlemekte, belirli bir eğime göre hangi uygulamanın daha etkin olduğu kararını vermemektedir. Bu durum araştırmalarda kullanılması gereken uygulama seviyeleri için yanlış kararların verilmesine yol açmaktadır. Kantitatif özellikteki muamele uygulamalarının verimde meydana getirdiği etkinin eğimi lineer, kuadratik, kübik vb. ortogonal polinomlar ile incelenerek faktör etkileri daha doğru bir şekilde tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, tarımsal verilerde en sık kullanılan deneme planlarında ortogonal polinomiyal parçalama yöntemlerinin nasıl yapılacağı ve karşılaştırma sonuçlarının nasıl yorumlanacağı tartışılmıştır. Uygulamada sıklıkla yapılan hatalara dikkat çekilerek, yanıltıcı sonuçlara neden olabilecek olasılıklar incelenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>By determining the difference between the treatment means in the trials by analysis of variance, "Multiple Comparison Tests" or "Orthogonal Partitioning" methods are applied to determine the group mean or means that cause the difference. Multiple comparison tests only determine the difference in treatment averages and do not decide which treatment is more effective according to a certain slope. This leads to incorrect judgments about the levels of treatment that should be used in research. The slope of the effect of quantitative treatments on yield can be analyzed with orthogonal polynomials such as linear, quadratic, cubic, etc., and factor effects can be defined more accurately. This study discusses how to perform orthogonal polynomial partitioning methods in the most frequently used trial plans in agricultural data and how to interpret the comparison results. Frequently made mistakes in practice are pointed out and the possibilities that may cause misleading results are analyzed.</p>
Cite/Atıf	Takma, Ç., & Hızlı, H. (2023). Kantitatif değişkenlerde ortogonal polinomiyal karşılaştırmalar: Tarımsal verilerde uygulanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (3), 683-693. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1309958

GİRİŞ

Varyans analizi (Analysis of Variance, ANOVA), sürekli bir bağımlı değişkene etkisi olduğu düşünülen katagorik bağımsız değişkenin veya değişkenlerin iki veya daha fazla seviyesine ait ölçümleri karşılaştırarak farklılıkları inceleyen bir istatistiksel yöntemdir (Düzgüneş ve ark., 1987; Howell, 2010). Bu nedenle varyans analizi, araştırmalarda yer alan değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek ve en fazla etkiye sahip değişken ya da değişkenleri belirlemek amacıyla sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Eisenhart, 1947; İkiz ve ark., 2012). Genel olarak varyans analizi, gruplar arasında bir farklılık olup olmadığını gösterirken, bu farklılığın hangi grup ya da gruplardan ileri geldiği bilgisini vermemektedir. Gruplar arası farklılıkların belirlenmesi amacıyla geliştirilen “Çoklu Karşılaştırma Testleri” ya da “Ortogonal Parçalama” yöntemleri kullanılmaktadır.

Çoklu karşılaştırma testlerinin seçiminde varyans analizinin bağımsızlık, homojenlik ve normal normal dağılım varsayımlarının sağlanması, karşılaştırılacak grupların sayısı ve grup hacimlerinin eşit olup olmaması dikkate alınmalıdır. Bu nedenlerle, hangi çoklu karşılaştırma testinin kullanılacağına karar verilmesi kolay bir işlem değildir (Barnett ve ark., 2022).

Öte yandan, gruplar arası farklılıkları belirlemek için “Çoklu Karşılaştırma” ya da “Ortogonal Parçalama” yöntemleri seçiminde, ANOVA sonucunun önemli olup olmaması veyahut bağımlı değişken üzerine etkisi incelenen bağımsız değişkenin alt seviyelerinin kalitatif veya kantitatif nitelikte olmasına göre kullanılacak yöntemler değişmektedir (Açıkgöz & Açıkgöz, 2001). ANOVA ile hesaplanan F testi sonucuna göre:

1. F'nin önemli, faktör seviyelerinin kalitatif nitelikte (çeşit gibi) olması durumunda, değerlendirmeye koşullara bağlı olarak Asgari Önemli Fark (AÖF, LSD), Duncan, Tukey, Newman-Keuls testleriyle devam edilir.
2. F'nin önemli, faktör seviyelerinin kantitatif nitelik olması durumunda örneğin “10 kg da⁻¹, 15 kg da⁻¹, 20 kg da⁻¹ gibi” gibi seviyeler söz konusu ise; değerlendirmeye doğrusal (lineer), karesel (kuadratik) ve kübik gibi ikili ilişkilerin test edildiği “ortogonal polinomiyal karşılaştırmalarla” devam edilir ve bunların önemliliklerine göre yorumlamalar yapılır.
3. F'nin önemsiz, seviyelerin kalitatif niteliğinde olması durumunda, uygun muamele kombinasyonlarına göre ortogonal karşılaştırma yapılarak yoruma geçilir. Böylece bazı seviyelerin (örneğin standardın) önemli çıkma olasılığı göz ardı edilmemiş olunur.
4. F'nin önemsiz, seviyelerin doz niteliğinde olması durumunda ortogonal parçalama yolu ile uygulama seviyelerinin “doğrusal (birinci dereceden, lineer)”, “karesel (ikinci dereceden, kuadratik)” vs. etkileri test edilerek yorumlamalar yapılır. Bu durumda, uygulama seviyeleri arası artışın eşit olup-olmaması hesaplamalar bakımından önem taşımaktadır.

Tarımsal verilerle yapılan çalışmalarda yaygın olarak doz (gübre, ilaç, hormon), sulama miktarı ve ekim zamanı gibi kantitatif faktörün ölçümü yapılan verim üzerine etki şeklini belirlemek amacıyla ortogonal parçalama yapılmaktadır (Çelik ve ark., 2015; Efe & Çanga 2017; Olgun ve ark., 2012).

Bu çalışmada, kantitatif niteliğe sahip bağımsız değişkenlerin alt seviyelerinin karşılaştırılmasında kullanılan ortogonal parçalama işlemi tanıtılmıştır. Kantitatif bağımsız değişkenlerin eşit ve eşit olmayan aralıklı alt seviyeleri için kullanılması gereken polinomiyal katsayılar, bu katsayıların hesaplanma basamakları, ilgili katsayılarla ortogonal karşılaştırmaların nasıl yapılacağı ve yorumlanacağı farklı örnek denemeler üzerinde açıklanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, kantitatif niteliğe sahip bağımsız değişkenlerin eşit ve eşit olmayan aralıklı alt seviyelerinin karşılaştırılmasında kullanılması gereken polinomiyal katsayılar ve ortogonal parçalama işlemleri 4 farklı örnek denemeye ait hipotetik veri setleri üzerinde hesaplanmıştır.

Yöntem

Eşit aralıklı kantitatif uygulamalarda ortogonal polinomiyal karşılaştırmalar

Denemelerde uygulanan muamele etkilerinin inceleme konusu değişkenlere göre farklılıkları Duncan, AÖF ve TUKEY gibi çoklu karşılaştırma testleri ile belirlenirken, bu karşılaştırmalar söz konusu etkilerin hangi muamele değerinde arttığı ve/veya hangisinde azaldığı yönünde önemli bilgiler vermemektedir. Bu nedenle kantitatif nitelikli muamele gruplarının karşılaştırılmasında, uygulama seviyelerine göre ölçülen verimlerin eğilimlerinin (trend) ortogonal polinomlarla analiz edilmesi uygundur.

Ortogonal polinom katsayıları, muamele seviyeleri arası uzaklıkların eşit olup olmamasına göre belirli kurallarla hesaplanan katsayılardır (Horsley, 2022). Bu katsayılar, matematikte birbirleriyle ortogonal olan (dik) polinomlar kümesini ifade etmektedir. Çizelge 1’de kantitatif nitelikte ve seviye aralıkları eşit olan uygulamaların karşılaştırılmasında standart olarak kullanılan Ortogonal polinomiyal katsayılar verilmiştir (Snedecor & Cochran, 1967).

Çizelge 1. Ortogonal polinomiyal katsayılar tablosu

Table 1. Orthogonal polynomial coefficients formatted table

Karşılaştırılan seviye sayısı	Polinom Derecesi	Seviye Sayısı						Bölen Σc_i^2	
		1	2	3	4	5	6		
1	Lineer	-1	+1					2	
2	Lineer	-1	0	+1				2	
	Kuadratik	+1	-2	+1				6	
3	Lineer	-3	-1	+1	+3			20	
	Kuadratik Kübik	+1	-1	-1	+1			4	
			-1	+3	-3	+1			20
4	Lineer	-2	-1	0	+1	+2		10	
	Kuadratik Kübik	+2	-1	-2	-1	+2		14	
	Kuartik	-1	+2	0	-2	+1		10	
			+1	-4	+6	-4	+1		70
5	Lineer	-5	-3	-1	+1	+3	+5	70	
	Kuadratik Kübik	+5	-1	-4	-4	-1	+5	84	
	Kuartik Kuartik	-5	+7	+4	-4	-7	+5	180	
			+1	-3	+2	+2	-3	+1	28
			-1	+5	-10	+10	-5	+1	252

Eşit olmayan aralıklı kantitatif uygulamalarda ortogonal polinomiyal karşılaştırmalar

Kantitatif özellikli ve muamele seviyeleri arası uzaklıkların eşit olmadığı ve/veya tekerrür sayılarının eşit olmadığı denemelerde yapılacak ortogonal karşılaştırmalar için Çizelge 1’de verilen ortogonal polinom katsayıları doğrudan kullanılamamaktadır. Bu sebeple, eşit olmayan aralıklı denemelerde lineer ve kuadratik kontrast katsayılarının nasıl hesaplanacağı anlatılmıştır (Steel & Torrie, 1980). Kontrast katsayılar hesaplandıktan sonra kontrast karşılaştırmalar için eşit aralıklı karşılaştırmalarda yapılan işlemler sırası ile tekrarlanır.

Lineer karşılaştırma katsayıları (c_{1i}) için;

1- Tüm seviyelerin genel ortalaması bulunur ve her seviye değeri ortalamadan çıkarılır.

2- Çıkarma işlemi ile elde edilen değerleri tam sayıya çevirmek için bir k sabitiyle (O.B.E.B.) çarpma veya bölme işlemi uygulanarak doğrusal karşılaştırma katsayıları elde edilir.

Kuadratik dereceden katsayılar (c_{2i}) ise aşağıdaki gibi belirlenir:

1- Kuadratik katsayıların elde edilmesinde lineer katsayılar (c_{1i}) kullanılmaktadır.

2- Bu katsayıların kareler toplamları (B), ardında küp kareler toplamı (C) hesaplanır.

3- Daha sonra denklem parametresi, n alt seviye sayısı olmak üzere, b ve d hesaplanır:

$b = -C/B$ ve $d = -B/n$ elde edilir. Ardından aşağıdaki eşitlik ile katsayılar hesaplanır.

$$c_{2i} = c_{1i2} + bc_{1i} + d$$

Elde edilen katsayılar tekrar kareler toplamıyla çarpılır. Bundan sonra katsayıların sadeleştirilmesi için en büyük ortak bölenleri bulunmalıdır. İki ya da daha fazla doğal sayıyı aynı anda bölen sayılara, bu sayıların ortak böleni ve bunun en büyüğüne en büyük ortak bölen (O.B.E.B.) denir. Kareler toplamının O.B.E.B. ile bölünerek bulunan katsayı (Kareler toplamı / O.B.E.B.) ile tüm katsayılar çarpılarak katsayılar tam sayıya dönüştürülür.

BULGULAR ve TARTIŞMA

1. Deneme

Etlik piliç rasyonuna 100 ppm, 125 ppm, 150 ppm ve 175 ppm miktarlarında Bor ilavesinin canlı ağırlık (g) üzerine etkisinin araştırıldığı bir denemede alınan hipotetik ölçümler Çizelge 2'de verilmiştir. Rasyona ilave edilen bor uygulamasının canlı ağırlık değişiminde etkili olup olmadığı, etkisi var ise hangi doz seviyesinde nasıl bir eğilim gösterdiği ve yorumları aşağıdaki gibi incelenmiştir.

Çizelge 2. Etlik piliç rasyonunda farklı dozlarda bor uygulaması

Table 2. Boron application at different doses in broiler diets

Bor (ppm)	Canlı ağırlık (g)								Toplam		
100	1275	1650	1900	1450	2000	1300	1400	1275	1550	1350	27550
	1450	1625	1350	1425	1375	1225	1275	1325	1350		
125	1325	1325	1525	1675	1625	1625	1400	1425	1625	1700	27750
	1375	1400	1550	1525	1450	1450	1325	1125	1300		
150	1600	1575	1400	1525	1500	1650	1550	1475	1400	1450	28610
	1500	1400	1425	1600	1450	1575	1560	1550	1425		
175	1500	1350	1450	1325	1250	1300	1250	1275	1400	1425	26000
	1325	1525	1475	1350	1400	1500	1200	1400	1300		

Bu denemede muamele grupları kantitatif nitelikteki doz uygulamaları olduğu için, hangi doz seviyesinin canlı ağırlık değişimi üzerinde daha önemli olduğunun araştırılması yerine, doz seviyesinin canlı ağırlık değişiminde nasıl bir eğilime (trend) neden olduğunun araştırılması daha anlamlıdır. Böylece canlı ağırlık üzerinde etkili uygun bor miktarları tespit edilerek rasyonlar düzenlenebilecektir. Etlik piliç rasyonuna bor uygulama ortalamaları ve 3 karşılaştırma için kullanılacak lineer, kuadratik ve kübik polinom katsayıları, katkı seviyeleri ve kareler toplamları verilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Karşılaştırma katsayıları ve kareler toplamları

Table 3. Comparison coefficients and sums of squares

Karşılaştırma Sayısı	Karşılaştırma	Katkı Seviyesi (ppm)						Kareler Toplamı ($Q^2/r\Sigma c^2$)
		100	125	150	175	Q	$r\Sigma c^2$	
3	Lineer	-3	-1	+1	+3	-3790	19x20	37800.26
	Kuadratik	+1	-1	-1	+1	-2810	19x4	103896.05
	Kübik	-1	+3	-3	+1	-4130	19x20	44886.58
	ΣY_i	27550	27750	28610	26000			
	Ortalama	1450	1460.5	1505.8	1368.4			

$Q = \sum c_i Y_i$ olmak üzere;

Lineer karşılaştırma için Q değeri, $(-3)27550 + (-1)27750 + (+1)28610 + (+3)26000 = -3790$

Kuadratik karşılaştırma için, $(+1)27550 + (-1)27750 + (-1)28610 + (+1)26000 = -2810$

Kübik karşılaştırma için, $(-1)27550 + (+3)27750 + (-3)28610 + (+1)26000 = -4130$ olacaktır.

Kareler Toplamı = $Q^2 / r \sum c_i^2$ olmak üzere;

Lineer karşılaştırma için kareler toplamı, $(-3790)^2 / (19 \times 20) = 37800.26$

Kuadratik karşılaştırma için kareler toplamı, $(-2810)^2 / (19 \times 4) = 103896.05$

Kübik karşılaştırma için kareler toplamı, $(-4130)^2 / (19 \times 20) = 44886.58$ olacaktır.

Hesaplanan bu etkiler bor ana etkisine ait varyansın lineer, kuadratik ve kübik polinomlara parçalanmış halidir.

Denemelerde ana etkilere ait kareler toplamları hesaplandıktan sonra, ana etki düzey sayısına bağlı olarak değişen polinom dereceli kareler toplamları ve önemlilikleri varyans analiz tablosunda aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. ANOVA sonuçları ve bor uygulama etkisinin ortogonal parçalanması

Table 4. ANOVA results and orthogonal partitioning of boron application effect

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F
Bor	186582.9	3	62194.3	3.01*
Lineer	37800.26	1	37800.26	1.83
Kuadratik	103896.1	1	103896.1	5.03*
Kübik	44886.58	1	44886.58	2.17
Hata	1486911	72	20651.54	
Genel	1673493	75		

*: $p < 0.05$; SD: Serbestlik derecesi

Bor uygulamasının ana etkisi, hata ve genel kareler toplamları, serbestlik dereceleri ve F değerleri herhangi bir istatistik programı ile kolaylıkla hesaplanabilmektedir. ANOVA sonucuna göre bor uygulamalarının etlik piliç canlı ağırlıkları üzerinde ana etkisinin istatistiki olarak önemli (anlamlı) olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Ortogonal polinom katsayılarına göre hesaplanan etkiler ise her biri 1 serbestlik dereceli kareler toplamlarına ayrılarak tabloya yerleştirilmelidir. Bor ana etkisi için Bor kareler toplamları hata kareler ortalamasına ve polinomlara ait kareler ortalamaları da yine hata kareler ortalamalarına bölünerek ilgili F değerleri hesaplanmaktadır. Bu F değerlerinin önemlilikleri ana etki ya da polinom etkisinin serbestlik derecesi ve hata serbestlik derecesine göre F tablosundan belirlenen değere göre karşılaştırılarak karar verilmektedir. Örneğin bor uygulamasının F hesap değeri 3.01; $\alpha = 0.05$ seviyesinde, 3 (Bor) ve 72 (Hata) serbestlik dereceli F tablo değeri (2.74) ile karşılaştırıldığında $3.01 > 2.74$ olduğundan "Bor uygulamasının etkisi önemlidir" kararına ulaşılır. Benzer şekilde Lineer etkinin F tablo değeri ile (3.98) karşılaştırılınca önemsiz, kuadratik etkinin ise önemli olduğu belirlenmiştir. Başka deyişle bor uygulamaları sonucu canlı ağırlıkların belirli bir oranda artış göstererek belirli bir tepe noktasından sonra azalan bir yapıya sahiptir (Çizelge 4).

Bu işlemlerin ardından maksimum canlı ağırlığa ulaşılan bor uygulama dozunun (optimum doz) ne olduğu belirlenmelidir. Bu amaçla herhangi bir istatistik paket programında ikinci dereceden polinom (kuadratik parabol denklemi) hesaplanarak $y = ax^2 + bx + c$ şeklinde bir denklem elde edilir. Bu denklemde maksimum ağırlığa karşı gelen tepe noktası, dolayısı ile en uygun seviye $-b / (2xa)$ eşitliği ile elde edilir.

Bu denemede bor uygulaması için kuadratik polinom denklemi aşağıdaki gibi elde edilir:

Canlı ağırlık = $-0.059(\text{doz})^2 + 15.471(\text{doz}) + 483.658$

Tepe noktası ise (en uygun bor seviyesi) = $-b / (2xa) = -15,471 / (-2 \times 0,059) = 131.11$ ppm olarak bulunur.

2. Deneme

Tesadüf blokları deneme deseninde dört blok ve 3 tekerrür olmak üzere, buğday verimi üzerine üç farklı dozda (0 (kontrol), 10 ve 20kg da⁻¹) üre gübresi uygulamasının etkisinin araştırıldığı denemeden elde edilen hipotetik verim sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Buğday veriminde farklı dozlarda üre gübresi uygulaması

Table 5. Different doses of urea application in wheat yield

Doz (kg da ⁻¹)	Blok				Toplam
	1	2	3	4	
0	523	500	559	650	6776
	541	506	563	655	
	539	510	567	663	
	656	685	664	701	
	676	644	630	773	
10	621	759	691	793	8293
	529	691	610	685	
	541	625	605	691	
20	684	620	603	628	7512
Toplam	5310	5540	5492	6239	22581

Üre gübre dozlarının buğday veriminde meydana getirdiği eğilimi tespit etmek için grup ortalamaları, karşılaştırma için kullanılacak lineer ve kuadratik polinom katsayıları, kareler toplamları hesaplaması ve üre gübre uygulamasının ana etkisi ve blok etkisine ait ANOVA sonuçları ile ortogonal polinomiye etkilerin kareler toplamları ve serbestlik derecelerine göre kareler ortalamaları hesaplanarak F kontrolleri Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Karşılaştırma katsayıları ve kareler toplamları ve ANOVA sonuçları ve üre gübre uygulamasının ortogonal parçalanması

Table 6. Comparison coefficients and sums of squares, and ANOVA results and orthogonal partitioning of urea application

Karşılaştırma Sayısı	Karşılaştırma	Üre Gübresi Seviyesi (kg da ⁻¹)			Q	rΣc ²	Kareler Toplamı (Q ² /rΣc ²)
		0	10	20			
2	Lineer	-1	0	1	736	12x2	22570.67
	Kuadratik	1	-2	1	-2298	12x6	73344.5
	ΣY _i	6776	8293	7512			
	Ortalama	564.7	691.1	626			

Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F
Üre Uygulama	95915,17	2	47957,58	28.04**
Lineer	22570.67	1	22570.67	4.26*
Kuadratik	73344.5	1	73344.5	14.82**
Blok	55499.42	3	18499.81	10.82**
Hata	51312.17	30	1710.41	
Genel	202726.75	35		

*:p<0.05; **:p<0.01; SD: Serbestlik derecesi

Çizelge 6'da varyans analiz tablosu incelendiğinde üre gübresi uygulamasının lineer ve kuadratik etkilerinin istatistik olarak önemli (anlamlı) olduğu görülür ($p<0.05$). Ortogonal parçalamaya göre artan üre gübresi dozları ile buğday veriminin lineer olarak arttığı söylenebilir. Diğer taraftan kuadratik etkinin de önemli bulunması verim bakımından artışın devam etmesine karşın artış hızının azaldığını göstermektedir.

Ayrıca, kuadratik etkinin önemli bulunması, maksimum verim için en uygun üre gübresi dozunun kuadratik parabol ile belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu denemede üre gübre uygulaması için kuadratik polinom denklemi ve buğday veriminin maksimum olduğu üre gübre dozu seviyesi aşağıdaki gibi hesaplanarak 11.57 kg da^{-1} olarak bulunur:

$$\text{Verim} = -0.96(\text{doz})^2 + 22.22(\text{doz}) + 564.67$$

$$\text{Optimum üre seviyesi} = -b/2a, -(22.22)/(2 \times (-0.96)) = 11.57 \text{ kg da}^{-1} \text{ dir.}$$

3. Deneme

Faktöriyel düzende 4 tekerrürlü tesadüf parselleri deneme deseninde kurulan bir denemede 36 yumurtacı tavuğun rasyonuna 125 ppm, 150 ppm ve 175 ppm miktarlarında bor ve 2, 4, 6 g miktarlarında zeolit ilave edilmiştir. Deneme sonunda ilave edilen mineral maddelere göre hipotetik yumurta ağırlıklar (g) Çizelge 7'de ve ANOVA tablosu ise Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 7. Farklı seviyelerde bor ve zeolit uygulaması ve yumurta ağırlıkları (g)

Table 7. Boron and zeolite application at different levels and egg weights (g)

Zeolit (g)	Bor (ppm)											
	125				150				175			
2	70.84	71.01	71.14	70.98	77.97	76.99	77.32	77.97	79.85	79.94	80.16	79.36
4	73.4	73.58	73.71	73.55	80.2	79.92	80.63	80.57	76.27	75.91	75.91	77.13
6	75.09	75.65	75.04	75.74	82.04	82.65	83.02	83.64	74.4	75.22	74.92	74.95

Denemede, bor (125, 150, 175) ve zeolitin (2, 4, 6) üç seviyesi olduğundan, toplam 9 (3 x 3) farklı muamele kombinasyonu oluşur. Kareler toplamlarının hesaplanmasında kullanılan katsayılarla ortalamaların karşılıklı çarpımlar toplamı olan Q değerinin hesaplanması, bor uygulamasının lineer ortogonal polinomu için örnek olarak aşağıda verilmiştir:

$$(-1)284 + (-1)294.24 + (-1)301.52 + (1)319.3 + (1)305.2 + (1)299.5 = 44.3$$

Ayrıca, muamele kombinasyonlarının tamamında, polinomların lineer ve kuadratik derecelerinde Q değerleri hesaplandıktan sonra, kareler toplamı ($Q^2/r\Sigma c_i^2$), bor uygulamasının lineer etkisinin kareler toplamı (örnek) olarak hesaplanmıştır: Her bir bor uygulama seviyesi 3 ve bu seviyeler içinde 4 adet gözlem olduğundan $r=4$ olmak üzere $(44.3)^2/(4 \times 6) = 81.77$ olarak hesaplanır.

Muamele kombinasyonları karşılaştırma katsayıları, karşılaştırma kareler toplamlarının hesaplanan sonuçları ve Bor ve Zeolit uygulamalarının ortogonal polinomiye parçalanması ANOVA tablosu Çizelge 8'de verilmiştir.

İlgili F değerleri $\alpha=0.05$ seviyesindeki tablo değerleri ile karşılaştırıldığında; Bor ve Zeolitin ana etkisi ile "Bor*Zeolit" interaksiyon (etkileşim) etkisinin istatistik olarak önemli (anlamlı) olduğu görülür ($p<0.05$). Bor ve Zeolit uygulamalarının lineer etkileri anlamlıdır. Yumurtacı tavuklarda, rasyona 125 ppm, 150 ppm ve 175 ppm bor ve 2, 4, 6 g zeolit ilavesinin, yumurta ağırlığında anlamlı değişime neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yumurta ağırlığına zeolit uygulamasının lineer etkisi istatistik olarak önemli (anlamlı) bulunurken ($p<0.05$); kuadratik etkisi önemli (anlamlı) bulunmamıştır. Bor uygulamasının lineer ve kuadratik etkisi ise önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 8. Muamele kombinasyonları karşılaştırma katsayıları, kareler toplamları, ANOVA

Table 8. Treatment combinations comparison coefficient, sums of squares, and ANOVA

Muamele Kombinasyonları											
Karşılaştırma	b _{1z1}	b _{1z2}	b _{1z3}	b _{2z1}	b _{2z2}	b _{2z3}	b _{3z1}	b _{3z2}	b _{3z3}	Q	Σci ²
Bor _L	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	44.3	6
Bor _Q	1	1	1	-2	-2	-2	1	1	1	-122	18
Zeolit _L	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	18.8	6
Zeolit _Q	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1	4.3	18
Bor _L Zeolit _L	1	0	-1	0	0	0	-1	0	1	-37.4	4
Bor _L Zeolit _Q	-1	2	-1	0	0	0	1	-2	1	11.4	12
Bor _Q Zeolit _L	-1	0	1	2	0	-2	-1	0	1	-44.5	12
Bor _Q Zeolit _Q	1	-2	1	-2	4	-2	1	-2	1	7.5	36
ΣY _i	284	294.4	301.5	310.5	321.3	331.4	319.3	305.2	299.5		
Ortalama	70.99	73.56	75.38	77.56	80.33	82.83	79.82	76.30	74.87		

Karşılaştırma	Q ² /rΣci ²	Kareler Toplamları
Bor _L	44.3 ² /(4x6)	81.77
Bor _Q	-122 ² /(4x18)	206.72
Zeolit _L	18.8 ² /(4x6)	14.73
Zeolit _Q	4.3 ² /(4x18)	0.26
Bor _L Zeolit _L	-37.4 ² /(4x4)	87.42
Bor _L Zeolit _Q	11.4 ² /(4x12)	2.71
Bor _Q Zeolit _L	-44.5 ² /(4x12)	41.26
Bor _Q Zeolit _Q	7.5 ² /(4x36)	0.39

L:Linear, Q:Kuadratik; b₁: 125 ppm; b₂:150 ppm; b₃:175 ppm; z₁:2g; z₂:4g; z₃:6g

Varyans Analiz Tablosu, ANOVA

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları	F
Bor	288.76	2	144.38	849.29*
Bor _L	81.77	1	81.77	481.00*
Bor _Q	206.72	1	206.72	1216.00*
Zeolit	15.03	2	7.517	44.22*
Zeolit _L	14.73	1	14.73	86.65*
Zeolit _Q	0.26	1	0.26	1.53
Bor * Zeolit	131.55	4	32.89	193.47*
Bor _L Zeolit _L	87.42	1	87.42	514.24*
Bor _L Zeolit _Q	2.71	1	2.71	15.94*
Bor _Q Zeolit _L	41.26	1	41.26	242.71*
Bor _Q Zeolit _Q	0.39	1	0.39	2.29
Hata	4.58	27	0.17	
Toplam	213063.9	36		

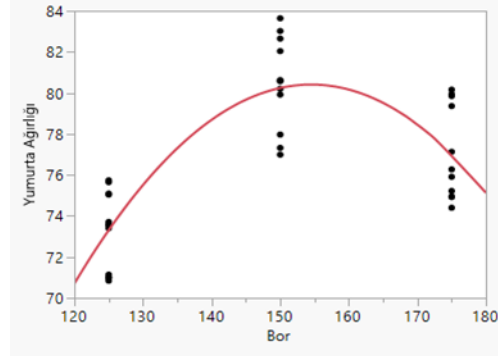
Bor uygulamasının yumurta ağırlığı üzerine elde edilen kuadratik eğrisi ve en uygun seviyesi;

Yumurta Ağırlığı=-0.008(bor)²+2.516(bor)-113.964 olarak bulunmuştur.

En uygun bor düzeyi; -b/2a eşitliğinden 157.25 olarak bulunmuştur. Şekil 1'de gösterilen kuadratik eğriye göre en uygun bor uygulaması 157.25 ppm olarak tespit edilmiştir.

Faktöriyel düzendeki denemelerde, uygulamaların ana etkileri yerine interaksiyon etkilerinin birlikte değerlendirilerek uygun doz seviyelerinin belirlenmesi daha uygundur.

Bor ve zeolit muamele kombinasyonlarının yumurta verimi ile kuadratik ilişkisinin eğrisi; Yumurta ağırlığı= $-0.009(\text{muamele kombinasyonu})^2+2.81(\text{muamele kombinasyonu})-141.665$ ve en uygun muamele kombinasyonu dozu 158.27 olarak bulunmuştur. Buna göre, en uygun muamele kombinasyonu 150 ppm bor ve 8 g zeolit uygulaması olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Yumurta ağırlığı (g) üzerine bor uygulamasının kuadratik eğrisi
Figure 1. Boron application quadratic curve on egg weight (g)

Nitekim, borun kuadratik etkisinin ve zeolit uygulamasının lineer etkisinin önemli olduğunu ifade eden 150 ppm bor ve 6 g zeolit seviyelerinde ağırlık ortalamalarının en yüksek olduğu ($b_{2Z_3}:82.83$) görülmektedir (Çizelge 8). Bu nedenle denemenin zeolit için 8 g ve 10 g seviyesindeki dozlarında rasyon uygulamalarının yumurta ağırlıklarında artışlar sağlayacağı beklenebilir.

4. Deneme

Bir zeytin bahçesinde %10, %20 ve %50 alt seviyelerinde uygulanan fosfor gübrelemesinin zeytin verimi üzerine etkisinin araştırıldığı hipotetik bir denemede; alt grup sayıları eşit olmadığı için lineer ve kuadratik ortogonal polinomiyal katsayılar aşağıdaki gibi hesaplanır:

Lineer katsayılar için;

1- Alt seviyelerin ortalamaları (C_{21} , C_{22} , C_{23});

$$(10+20+50)/3= 26.67 \text{ bulunur.}$$

2- Her bir seviyenin ortalamadan farkı sıra ile (C_{21} , C_{22} , C_{23});

$$10-26.67 = -16.66, 20-26.67 = -6.66 \text{ ve } 50-26.67 = 23.33 \text{ olacaktır.}$$

3- O.B.E.B. olan 3/10 değeri ile çarpılması sonucu; lineer katsayılar -5, -2, 7 olacaktır.

Kuadratik katsayılar için;

1- Lineer katsayıların kareleri alınır: $B=(-5)^2+(-2)^2+(7)^2=78$

2- Lineer katsayıların küpleri alınır: $C=(-5)^3+(-2)^3+(7)^3=210$

$$b=-C/B=-210/78 \text{ ve } d=-B/n=-78/3 \text{ olacak}$$

$c_{2i} = c_{1i}^2 + bc_{1i} + d$ tanımlandığından;

$$c_{2i} = c_{1i}^2 + (-210/78) \times c_{1i} + -78/3$$

$$c_{21} = (-5)^2 + (-210/78) \times (-5) + -78/3 = 12.46$$

$$c_{22} = (-2)^2 + (-210/78) \times (-2) + -78/3 = -16.62$$

$$c_{23} = (7)^2 + (-210/78) \times (7) + -78/3 = 4.15$$

Bu katsayılar kareler toplamı (78) ile çarpılarak O.B.E.B. bulunur. Örnekte O.B.E.B. 324'tür. $78/324$ (B/ O.B.E.B) ile katsayılar çarpılarak tam sayıya dönüştürüldüğünde, Kuadratik katsayılar 3, -4 ve 1 olur. Eşit olmayan aralıklı bu denemede lineer ve kuadratik kontrast katsayılarının hesaplanması Çizelge 9' da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Eşit olmayan aralıklarda ortogonal polinomial katsayıların hesaplanması

Table 9. Calculation of orthogonal polynomial coefficients at unequal intervals

	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	Ortalama
1-	10	20	50	26.67
2-	-16.67	-6.67	23.33	
3-	-16.67x3/10	-6.67x3/10	23.33x3/10	3/10
Lineer Katsayılar	-5	-2	7	
	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	Toplam
Lineer katsayılar	-5	-2	7	0
1-	25	4	49	78
2-	-125	-8	343	210
Kuadratik katsayılar	3	-4	1	0

Bu katsayıların hesaplanmasından sonra ilgili deneme desenlerine göre yine benzer şekilde ana, blok ve/veya interaksiyon ve polinom etkilerinin kareler ortalamaları hesaplanarak hangi dozun etkili olduğu belirlenir.

Sonuç olarak, tarımsal denemelerde, verilerin doğru istatistiksel yöntemlerle analiz edilmesi ve yorumlanması, araştırma sonuçlarına ilişkin doğru kararlar alınmasında büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, eşit ve eşit olmayan aralıklı ölçümlerde ortogonal polinomial karşılaştırmaların uygulanışı ele alınmıştır. Ortogonal karşılaştırmalar, bir deneyde farklı grup ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılan istatistik yöntemlerdir. Birden çok karşılaştırmaların yapıldığı deney tasarımlarında yararlı olan bu yöntem, yanıltıcı sonuçların elde edilme riskini azaltmaya yardımcı olur.

Nitekim tarımsal denemelerde, varyans analizinde önemli bulunan kantitatif yapıdaki uygulama seviyeleri arası farklılıkların belirlenmesinde; klasik Duncan, LSD ya da Tukey testlerinin kullanımı yaygın hatalardandır. Oysa kantitatif seviye farklılıklarının belirlenmesinde verimdeki eğilime göre karar verilmesi doğru yaklaşım olacaktır.

Bunun yanı sıra bir başka hata, varyans analizinde etkisi önemli bulunmayan uygulama seviyeleri arasında karşılaştırma yapılmamasıdır. Oysaki ortogonal karşılaştırmalarda uygulamalar için F testinin önemli çıkması gerekmemektedir.

Optimum doz seviyesi kararını vermek için denemelerin daha önceden planlanan tasarımlara uygun bir şekilde yürütülmesi ve analiz edilmesi ise son derece önemli olan bir başka konudur. Araştırmacıların, verileri analiz ederken doğru yöntemi kullanmak ve yorumlamak için temel istatistik bilgilerine sahip olması ve deneme hatasını en küçük hale getirecek tüm etkileri dikkate alması gerekmektedir. Yanlış deneme tasarımı ve analizi deneme hatasını büyütmede, bu da yanlış hata kareler ortalamasına neden olmakta; dolayısıyla yanıltıcı sonuçlara ulaşılmaktadır. Özellikle faktöriyel düzenle, birden fazla faktörün birlikte uygulandığı denemelerde, tek başına ana etkiler yerine interaksiyon etkilerinin incelenmesi daha önemlidir. Böyle denemelerde artan uygulama dozlarının maliyetine göre elde edilecek verimden alınacak ekonomik kazanç belirleyici olmalıdır.

Diğer yandan, bu çalışmada verilen deneme örneklerindeki veri büyüklükleri güvenilir tahminlemeler için örnek alınmalıdır. Bir denemede kullanılan örnek büyüklüğünün artması ile deneme hatası azalacak ve muameleler arası farklılık da o kadar hassas belirlenecektir. Denemede kullanılan örnek büyüklüğü uygulama seviyelerinin güvenilir olarak polinomial parçalanmasına doğrudan etki etmektedir.

Araştırmalarda dikkate edilmesi gereken bir diğer konu, kübik etkinin tarımsal araştırmalarda pek rastlanmadığı ve böyle bir etki varlığında, yukarıda belirtilen hataların varlığının kontrol edilmesinin gerekesidir. Polinom derecesi 4 ve daha fazla olan eğriler genelde deneme hataları nedeniyle ortaya çıkmakta, biyolojik olarak yorumları güç ve uygun olmamaktadır.

Günümüzde birçok istatistik paket program yardımı ile varyans analizlerinin yapılması mümkündür. Ancak inceleme konusu değişken üzerine etkisi araştırılan faktör seviyelerinin parçalanması ve işlemlerinin bu çalışmada anlatılan hesaplamalarla yapılması gerekmektedir. Deneme tasarımının karmaşılaşması durumunda bu hesaplamalar daha

da önemli olmaktadır. Özellikle eşit olmayan aralıklı dozların karşılaştırılmasında kullanılacak katsayılar yine yukarıda anlatılan yöntemlerle hesaplanmak zorunda ve bu işlemler bilinen programlar içinde henüz yer almamaktadır.

Sonuç olarak, kantitatif faktörler ve seviyelerinin incelendiği denemelerde optimum seviyenin tespiti için ortogonal parçalamanın yapılması gerekmektedir. Böylece faktör seviyelerinin eşit aralıklı olup olmadığına bakılmaksızın düzenlenen deneme planların da uygun doz seçimi yapılabilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar, çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir işlem yapılmamış olması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamıştır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., & Açıkgöz, N. (2001). Tarımsal araştırmaların istatistiki değerlendirilmesinde yapılan bazı hatalar I. Tek faktörlü denemeler. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11 (1), 135-147.
- Barnett, M.J., Doroudgar, S., Khosraviani, V., & Ip, E.J. (2022). Multiple comparisons: to compare or not to compare, that is the question. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 18 (2), 2331-2334. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.07.006>
- Çelik, Ş., Coşkun, F., & Yılmaz, O. (2015). Türk alaca atlarda yaş grubuna göre vücut ölçülerinin farklı ortogonal karşılaştırma yöntemleriyle incelenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 81-87. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/comuagri/issue/25675/270835>
- Düzgüneş, O., Tahsin, K., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları - II)*. Ankara: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi.
- Eisenhart, C. (1947). The assumptions underlying the analysis of variance. *Biometrics*, 3 (1), 1-21. <https://doi.org/10.2307/3001534>
- Efe, E., & Çanga, D. (2017). Tek faktörlü çalışmalarda alt grup tasarımı kontrast analizi ve pamuk verilerine uygulanması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 154-159. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349183>
- Horsley, R. (2022). Orthogonal polynomial contrasts individual df comparisons> equally spaced treatments. <https://www.ndsu.edu/faculty/horsley/Polycnst.pdf>
- Howell, D.C. (2010). *Statistical methods for psychology* (7th ed.). Wadsworth, Cengage Learning. <https://labs.la.utexas.edu/gilden/files/2016/05/Statistics-Text.pdf>
- İkiz F., Püskülcü H., & Eren Ş., (2012). *İstatistiğe Giriş*. Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, İzmir, ss.444.
- Olgun, M., Ayter, N.G., Kutlu, İ., & Budak Başçiftçi, Z. (2012). Farklı gamma ışını dozlarının ekmeklik buğdayda fide gelişimi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 73-80.
- Snedecor, G.W., & Cochran, W.C. (1967). *Statistical Methods*. Sixth Ed., The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nd edition. McGraw-Hill Inc., New York, New York.

Bazı makarnalık buğday çeşitlerinde Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının sarı pas hastalığının şiddetine etkileri

Effects of Fe, Zn and Fe+Zn fertiliser applications on the severity of yellow rust disease in some durum wheat varieties

Metin AYDOĞDU¹, Kadir AKAN²

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 10.07.2023 Accepted / Kabul: 19.09.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday Çok bantlı (Hiperspektral) veriler Mineral gübreler Fenolojik dönemler Hastalık şiddeti</p> <p>Keywords: Durum wheat Hyperspectral data Mineral fertilizers Phenological period Disease severity</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Metin AYDOĞDU metin.aydogdu@tarimorman.gov.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Bu çalışmada, bazı makarnalık buğday çeşitlerinin fenolojik dönemlerinde farklı dozlarda uygulanan mineral gübre uygulamalarının pas hastalığının şiddeti üzerine etkileri 2018-2019 yetiştirme sezonunda araştırılmıştır. Makarnalık (Kızıltan 91, Eminbey, Çeşit-1252 ve Mirzabey) ve standart buğday çeşitlerine (Morocco ve Little Clup) kardeşlenmeden sapa kalkma dönemine kadar olan farklı dozlarda Fe (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀), Zn (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) ve kombinasyonları (Fe+Zn_(5+7.5), Fe+Zn₍₁₀₊₁₅₎, Fe+Zn₍₂₀₊₃₀₎) uygulanmıştır. Farklı dozda gübre uygulamalarına karşın hastalık şiddetindeki değişimler 4 farklı fenolojik dönemde ArcGIS'in "Image Classification" modülünde kontrolsüz sınıflandırma yöntemiyle değerlendirilmiştir. Gübre uygulaması yapılmayan çeşitlerle kıyaslandığında, erken dönemde makarnalık Kızıltan-91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinde Fe ve Zn gübre uygulamalarının tüm dozlarda hastalık şiddetinde azalmaya neden olmuştur. Eminbey çeşidinde Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde değişen düzeylerde artışlar belirlenirken, en fazla artışlar orta-geç dönemde (+%200) saptanmıştır. Mirzabey 2000 çeşidi için Fe gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde azalmaların, daha çok erken dönemde (-%16.69) olduğu değerlendirilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the effects of mineral fertiliser applications at different doses on the severity of rust disease during the phenological stages of some durum wheat varieties were investigated during 2018-2019 production period. Different doses of Fe (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀), Zn (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) and their combinations (Fe+Zn_(5+7.5), Fe+Zn₍₁₀₊₁₅₎, Fe+Zn₍₂₀₊₃₀₎) were applied to durum (Kiziltan 91, Eminbey, Variety-1252 and Mirzabey) and standard wheat varieties (Morocco and Little Clup) from tillering to stalk emergence. Changes in disease severity against different doses of fertiliser applications were evaluated by uncontrolled classification method in "Image Classification" module of ArcGIS in 4 different phenological periods. Fe and Zn fertiliser applications caused a decrease in disease severity at all doses in durum cultivars Kiziltan-91 and Variety-1252 in the early period compared to the cultivars without fertiliser application (control). In Eminbey cultivar, Fe, Zn and Fe+Zn fertiliser dose applications caused increases in disease severity at different levels, while the highest increases were found in the middle-late period (+200%). For Mirzabey 2000 variety, it was evaluated that the decreases in disease severity in Fe fertiliser dose applications were mostly in the early period (-16.69%).</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Aydoğdu, M., & Akan, K. (2023). Bazı makarnalık buğday çeşitlerinde Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının sarı pas hastalığının şiddetine etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 694-711. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1325285</p>

GİRİŞ

Bitkisel üretimin miktar ve kalitesini sınırlayan önemli biyotik faktörlerden biri de, fitopatogenler tarafından oluşturulan bitki hastalıklarıdır. Biyotik stres faktörlerinin kontrol edilmesinde klasik pestisit uygulamaları herhangi bir kalıntı içermeyen gıda üretimi ile sürdürülebilir gıda güvenliği konularında tereddütlere yol açmaktadır. Bu duruma ek olarak pestisit uygulamalarının çevre ve insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri ile üründe pestisit kalıntısı veya biyotik stres faktörlerinde belirlenebilen direnç problemleri, günümüz bitkisel üretiminde öncelikle ve acilen çözülmesi gereken konular arasındadır. Bitkisel üretimde sürdürülebilirlik için, bitki hastalıklarının kontrolünde insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen, ürün verim ve kalitesinde stabiliteyi koruyan kimyasal kontrol uygulamalarına alternatif olabilecek yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesi şarttır (Atkinson & McKinlay, 1997; Batish ve ark., 2007; Camprubí ve ark., 2007). Bu kapsamda, farklı bitki besin maddelerinin, bitkiler ve bitkilerle ilişkili olan mikroorganizmaların gelişmesini ve büyümesini olumlu veya olumsuz yönde ve değişen düzeylerde etkilediği bilinmektedir (Agrios, 2005). Özellikle bitki patojenlerine karşı bitki besin maddelerinin kullanımı, hastalıklara olan toleransı veya dayanıklılığın artırması açısından önem kazanmıştır (Graham & Webb, 1991). Dünyada buğday üretilen ekolojilerde önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olan buğday hastalıklarının başında, *Puccinia* etmenlerinin neden olduğu pas hastalıkları gelmektedir (Samborski, 1985; Roelfs ve ark., 1992; Cat ve ark., 2021; Tekin ve ark., 2022; İpek ve ark., 2023). Pas hastalıkları hakim rüzgarlar ile geniş alanlara yayılabilmekte, küresel düzeyde buğday üretimi için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır (Saari & Prescott, 1985; Kolmer, 2005; Tekin ve ark., 2021; Çat, 2022; Cat ve ark., 2023). Son yıllarda fungusit kullanımı nedeniyle oluşan maliyet artışı ve fungusitlerin çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri nedeniyle, pas hastalıklarının erken dönemde tespit edilerek kontrol altına alınması önem kazanmıştır (Cat ve ark., 2017).

Bitki besin maddelerinin fizyolojik fonksiyonları genel olarak iyi anlaşılmasına karşın, bitki besin maddeleri ile bitki fitopatogen etkileşimlerinin dinamik yapısı hala yeterince anlaşılammıştır (Huber ve ark., 1996). Yürütülen çalışmalar sonucunda, daha yüksek birim alan verimi ve bazı hastalıkların kontrolü için doğru miktar ve zamanda gübre uygulamalarının önemli olduğu rapor edilmiştir. (Marschner 2011; Huber ve Graham 1999; Graham ve Webb 1991).

Bu amaçla son yıllarda bitki besin maddesi olarak azot (N), fosfor (P), potasyum (K), çinko (Zn), mangan (Mn), bor (B), klor (Cl) ve silisyum (Si) sürdürülebilir tarımda, bitkinin sağlıklı yetiştirilerek hastalığa dayanıklılık reaksiyonunun artırılmasında veya hastalık şiddetinin azaltılmasında kullanıldığı bilinmekte olup genel kabul olarak “doğru yapılan bitki besin maddeleri uygulamalarının bazı bitki hastalıklarını kabul edilebilir bir düzeye kadar azaltabileceği” bildirilmiştir (Dordas, 2008). Diğer taraftan bütün bitki besin maddelerinin değişen düzeylerde hastalık şiddetini etkilediği rapor edilmiştir (Huber & Graham, 1999). Genel bir kural olmamakla birlikte özel herhangi bir besin elementi, herhangi bir bitki hastalığının şiddetini ortamdaki diğer hastalıkların yoğunluğuna ve çevre şartlarına bağlı olarak azaltabilir veya artırabilir. (Marschner 1995; Graham & Webb, 1991; Huber, 1980). Bitki besin maddeleri hastalık direncini ve toleransını değişen düzeylerde etkileyebilmektedir. Konukçunun hastalığa genetik dayanıklılığı, patojen enfeksiyonu, gelişmesi, miktarını arttırması ve sekonder enfeksiyonlarını engellemesi bakımından oldukça önemlidir (Graham & Webb, 1991). Bazı mikro bitki besin maddelerinin (iz elementler) farklı bitki hastalıkları üzerinde değişken bir etkiye sahip olduğu, bazı durumlarda hastalığın şiddetini azaltıcı, bazı durumlarda ise hastalığın şiddetini artırıcı bir etkiye sahip olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Huber, 1980; Römheld & Marschner, 1991; Huber & Graham, 1999; Marschner, 2011). Bitki hastalıklarının olumsuz etkilerinin en düşük seviyeye indirebilmesinin yollarından biri de, etkin bitki besin maddelerinin kullanımıyla, bitkinin biyokimya ve fizyolojisini sağlıklı yönde geliştirilmesi esasına dayandırılmaktadır. Mikro bitki besin maddelerinin önemli bir kısmının, bitkilerin patojenlerine karşı dayanıklı veya toleranslı olmada önemli sorumlulukları olabileceği bildirilmiştir (Marschner, 2011).

Domates bitkilerine hem tek başına ve hem de vermikompost kullanımı, mikoriza ile birlikte uygulanan potasyum gübrelemesi kombinasyonu, *Pseudomonas cichorii*' nin neden olduğu domates öz nekrozu hastalığını önlemede %52-74 oranında başarılı olduğu rapor edilmiştir (Ercan ve ark., 2022). Karnez ve ark., (2021) tarafından domateste vermikompost gübrelemenin bakteriyel benek hastalığını (Etmen; *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) baskılanmasının incelenmesi amacıyla yürütülen saksı denemesinde hem toprağa hem de yaprağa uygulanan mikro ve makro element düzeylerindeki değişim incelenmiştir. Çalışma sonucu vermikompost uygulamasının domateste mikro ve makro bitki besin maddesi içeriğinde artışın sağlandığı ve bu durumun bir sonucu olarak yeterli ve dengeli beslenen domateslerde bakteriyel benek hastalığı önemli oranda baskılandığı bildirilmiştir. Araştırma sonucunda, hastalığa yakalanmış bitkilerin mikro ve makro bitki elementlerinin alması için vermikompost'un hem topraktan hem de yapraktan kombinasyon halinde uygulanması tavsiye edilmiştir.

Graham ve Webb (1991), bitki gelişimi süresince pas hastalıklarının kontrol edilmesi ve olumsuz etkilerinin sınırlandırılması için tavsiye edilen fungusit uygulamalarının yerine Mn ve Zn gibi mikro bitki besin maddelerinin kullanılmasının çevre sağlığının korunarak, fungusit uygulamalarına alternatif olabilecek etkili ve daha düşük maliyetli çözümler sunabileceğini bildirmişlerdir. Demir (Fe) insan, hayvan ve bitki sağlığında önemli bir besin maddesi olup Fe uygulamalarının bitki hastalıkları reaksiyonlarına ilişkin sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Fe uygulamalarının, buğday'da sarı pas (Etmen; *Puccinia striiformis*), kahverengi pas (Etmen; *Puccinia triticana*) ve kara pas (Etmen; *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) hastalıkları gibi birçok yaprak hastalığının şiddetinin azaltılmasına veya değişen düzeylerde kontrol edilmesine katkı sağladığı rapor edilmiştir (Graham, 1983; Graham & Webb, 1991). Çinko (Zn), bitkilerin hastalıklara karşı olan reaksiyonlarında çok farklı etkileşimlere neden olabilmektedir. Bazı durumlarda hastalığın şiddetinin ve yaygınlığının azaltılmasına katkı sağlarken, bazı durumlarda ise mevcut durum üzerine herhangi bir etkisi olmadığı rapor edilmiştir (Graham & Webb, 1991; Grewal ve ark., 1996). Büyüme parametrelerinin zenginleştirilmesinde Zn'nin rolü, buğdayda pas hastalıklarına karşı olan dayanıklılık reaksiyonlarını harekete geçirmesi yönünde olabilmektedir. Ek olarak Zn bitkideki "oksin" seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Ohki, 1978). Oksin bitkideki meristem aktivitesini uyararak daha fazla hücre bölünmesini ve hücrenin genişlemesini sağladığı bildirilmiştir (Devlin & Witham, 1983). Danedeki protein içeriğine ek olarak danedeki ve bayrak yaprağındaki Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları bu bitki besin maddelerinin kullanımı ile artabilmektedir. Zn eksikliği belirlenen *Hevea brasiliensis* (kauçuk ağacı) bitkisinde, *Oidium* spp. etmeni enfeksiyonu sonrası kontrol grubu ile karşılaştırıldığında hastalık şiddetinin arttırdığı rapor edilmiştir (Bolle-Jones & Hilton, 1956). Buğdayda pas hastalığının kimyasal yöntemlerle engellenmesi ve aşırı gübre ve fungusit kullanımının önüne geçilmesi için Fe, Zn gibi mikro besin elementlerinin ilave edilmesi alternatif bir çözüm olarak görülmüştür. Bu sayede girdi maliyetlerinde önemli azalışlar görülecek, kimyasalların insan ve hayvan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri azaltılacaktır. Erken dönemde hastalığın önüne geçilerek, bitkinin hastalığa olan dayanıklılığı artacaktır. Gelecekte bu amaçla farklı lokasyonlarda hastalığın önüne geçilmesi için farklı mikro besin elementlerinin kullanımı daha fazla önem kazanacaktır. Farklı buğday çeşitlerinde pas hastalıklarının (sarı pas, kara pas, kahverengi pas vb.) önüne geçmek için mikro besin elementlerinin kullanımının yaygınlaşması için daha fazla araştırma yapmak ihtiyacı doğmuştur.

Bu çalışmanın amacı; farklı büyüme dönemlerinde olan Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 makarnalık buğday çeşitlerine farklı Fe, Zn ve Fe+Zn mineral gübre uygulamalarının mevsimsel etkilerinin hiperspektral veriler (çok bantlı) kullanılarak yapay epidemi şartları altında sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığının reaksiyonlarının değerlendirilmesi ve hastalık şiddeti değişimi üzerine olan etkilerinin incelenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme alanının iklim ve toprak özellikleri

Çalışma, Yenimahalle’de (Ankara) yerleşik olan Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Müdürlüğü araştırma alanlarında 2018-2019 üretim sezonunda yürütülmüştür. Ağustos 2018 ve Temmuz 2019 dönemi iklim verileri birlikte değerlendirildiğinde (OMNI-Meteoroloji) aylık ortalama yağışın 33.2 mm, aylık ortalama sıcaklığın ise 12.08°C, olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2019). Toprak tekstürü killi-tınlı olarak tespit edilmiştir.

Bitki materyali ve ekimi

Araştırma sonuçlarının daha kolay anlaşılması ve yorumlanabilmesi amacıyla Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne geliştirilmiş ve tescil ettirilmiş sarı pas hastalığına karşı reaksiyonları bilinen Eminbey (Dayanıklı), Çeşit-1252 (Orta Hassas), Kızıltan-91 (Orta Hassas) ve Mirzabey 2000 (Orta Hassas) çeşitleri ve hassas kontrol olarak “Little Club” genotipi kullanılmıştır. Tüm test materyali Ekim ayı içinde (2018) her bir çeşit için sıra uzunluğu 0.60 m, 4 sıra ve 3 tekerrürlü olacak şekilde 10 m’lik parsellere elle ekilmiştir. Erken dönemde hastalığın bulaşmasının sınırlandırabilmesi için tekerrürler arası 0.50 m, bloklar arası 0,75 m mesafe olacak şekilde düzenlenmiştir.

Denemenin planlanması ve mineral gübre uygulama zamanları

Tüm test materyali, her sıraya 2,5-3 g tohum (20 kg da⁻¹ tohum) olacak şekilde 4 sıra olarak elle ekilmiştir. Ekimle birlikte 14 kg da⁻¹ hesabıyla (6.3 gr/0,45 m²) Diamonyum Fosfat (DAP) gübre uygulaması yapılmıştır. Parsel genişliği 0.60 m parsel boyu 10 m (0.60 m*10 m = 6 m²) olup demir (Fe) ve çinko (Zn) ve demir+çinko (Fe+Zn) mineral gübre uygulamaları için gübre dozu bu alan üzerinden hesaplanmıştır.

Fe gübreleme uygulamaları için Fe-6 Forte® kullanılarak 5, 10, 20 g/5 l dozunda, Zn gübreleme uygulamaları için Toz-Forte® kullanılarak 7.5, 15, 30 g/5 l dozunda, Fe+Zn gübreleme uygulamaları için kullanılarak 12,5, 25, 50 g/5 l dozunda Zadoks 25 döneminden (Zadoks ve ark., 1974) başlanarak 6 farklı fenolojik dönemde (Zadoks skalasına göre) uygulama yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Uygulanan mineral gübreler, dozları ve uygulama sırasında bitkinin Zadoks skala evreleri

Table 1. Applied mineral fertilisers, doses and Zadoks scale stages of the plant during application

Uygulamalar	Gübreler	Dozlar (g/5L)	Zadoks Skala Evresi
I. Uygulama	Fe	5.0	
	Zn	7.5	
	Fe+Zn	12.5	Z25
II. Uygulama	Fe	10.0	Z31
	Zn	15.0	Z33
	Fe+Zn	25.0	Z35
III. Uygulama	Fe	20.0	Z39
	Zn	30.0	Z47
	Fe+Zn	50.0	

Patojen inokulasyonu ve hastalık reaksiyonlarının incelenmesi

Patojenin inokulasyonu için, taze olarak toplanmış sarı pas hastalığı ürediosporları kullanılmıştır. Patojen inokulasyonları özellikle havanın kararmasına yakın bir zaman diliminde (akşamüstü) rüzgarsız bir havada “Ulusal Bitki Koruma Standartlarına” (Li ve ark., 1989) uygun olarak yapılmıştır. Hastalık inokulasyonu ULV+® cihazı kullanılarak 06 Mayıs 2019 (Feekes 6) ve 13 Mayıs 2019 (Feekes 10) tarihlerinde olmak üzere iki kez yapılmıştır. İnokulasyon sırasında sporların sürüklenmesi engellenerek, homojen inokulum dozu uygulamasının sağlanması için bloklar arasında plastik bariyerler kullanılmıştır.

Hastalık reaksiyonlarının değerlendirilmesi ve veri analizi

Tüm test materyalinin hastalık reaksiyon değerlendirmeleri farklı fenolojik gelişme dönemlerinde (Feekes skalası kullanılarak) yapılmıştır (Large, 1954). Tüm test materyalinin (hastalık inokulasyonu yapılmayan gruplar ve hastalık inokulasyonu yapılan gruplar ile hassas kontrol genotipi) reaksiyonları, “çiçeklenme başlangıcı (25 Mayıs 2019), erken dönem (Feekes 10.5.1)”, “dane dolum (06 Haziran 2019), erken-orta dönem (Feekes 10.5.3)”, “süt olum (15 Haziran 2019) orta-geç dönem (Feekes 10.5.4)” ve “sararma (23 Haziran 2019) geç dönem (Feekes 11.1)” olmak üzere 4 dönemde yapılmıştır (Fowler, 2018).

Hastalığın değerlendirilmesinde incelenen her sıra için Modifiye Cobb skalası kullanılarak gözlenen en yüksek hastalık reaksiyon skoru kaydedilmiştir. “Hastalıklı alan (Hastalığın şiddeti)” (Hastalığın yaprak üzerinde kapladığı % alan) (Peterson ark., 1948) ve “hastalığın reaksiyon tipleri” (Reaksiyon tipleri; R: 0,2; MR: 0,4, MR-MS: 0,6; MS: 0,8; S: 1) çarpımı ile Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmıştır (Roelfs ve ark., 1992). EK reaksiyon birlikte değerlendirildiğinde 5 grup oluşturulmuş ve oluşturulan bu gruplamaya göre; EK= 0-20 skorları dayanıklı grup, EK = 20.1-100 skorları hassas grup olarak değerlendirilmiştir (Akan, 2019).

Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının mevsimsel etkilerinin hiperspektral veriler (çok bantlı) kullanılarak incelenmesi için; her uygulamada (mineral gübre uygulaması ve gübre dozu uygulaması için) her bir tekerrürden 20 yaprak olacak şekilde (4 çeşit *5 yaprak örneği) üç tekerrürden toplam 60 adet yaprak değerlendirilmiştir. Hastalık şiddetinin hesaplanması için bitkinin üstten üçüncü yaprağı değerlendirilmiş olup, bu şekilde değerlendirmenin mümkün olmadığı durumlarda üstten ikinci yaprak değerlendirilmiştir. Hastalığın ortalama şiddetinin belirlenmesi için, her tekerrürden her çeşit için değerlendirilen 5 yaprak için 1 adet ortalama hastalık skoru hesaplanmıştır. Bu şekilde her bir mineral gübre ve gübre dozu uygulamasında yer alan her bir çeşit için 1 adet ortalama hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Yaprak örneklerinin dijital ve termal kamera ile çekilen resimleri, ArcGIS 10.5.1 Programı® kullanılarak “Image Classification” görüntü sınıflama modülünde kontrolsüz sınıflandırma (Unsupervised Classification) uygulaması ile her bir test materyali için ortalama bir hastalık şiddeti skoru hesaplanmıştır.

Hastalık şiddetinin (%HŞ) hesaplanması için hastalığın yaprak üzerinde kapladığı “hastalıklı alanın toplam yaprak alanına bölünmesi” ve “etkinlik katsayısı ile çarpılmasıyla” elde edilmiş olup, hastalık şiddeti 9 sınıfa (%0, %1, %10, %20, %30, %45, %60, %80 ve %100) ayrılmıştır. Hastalığın belirlenmediği durum için %0 değeri, hastalığın yaprağı tamamen kapladığı durum için ise %100 hastalık sınıfı olarak belirlenmiştir. Hastalık indeksinin (%Hİ) hesaplanması için Huang ve ark., (2007) tarafından geliştirilen eşitlik 1 ile ve hastalık şiddeti (%HŞ) hesaplanması için hastalık indeksi ile Enfeksiyon Katsayısı (EK) çarpılarak eşitlik 2 ile hesap edilmiştir.

$$H\dot{I}(\%) = \frac{\sum xf}{n \sum f} \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

Hİ (%)= Hastalık İndeksi

x= Hastalık şiddeti

n= En yüksek hastalık şiddeti değeri

f= Her hastalık şiddeti derecesindeki yaprakların sayısı

$$H\dot{S}(\%) = H\dot{I}(\%) \times EK \quad \text{Eq.(2)}$$

HŞ (%)= Hastalık Şiddeti

EK = Enfeksiyon Katsayısı

Gözlem alının fenolojik dönemler için temel istatistik varyasyon (ANOVA) analizleri SPSS-24® (versiyon) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır (IBM SPSS Statistics, 2016).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı fenolojik dönemlerde Fe, Zn ve Fe+Zn mineral gübre doz uygulamaları yapılan ve yapılmayan gruplar arasında hastalık şiddeti değişimleri karşılaştırılmış olup elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

Kızıltan 91 çeşidi için; farklı mineral gübre uygulamaları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, hastalık şiddetindeki en fazla değişimi, erken dönemde (Çiçeklenme başlangıcı, 25 Mayıs 2019 (Feekes 10.5.1)) Zn gübre dozu uygulamalarının olduğu grupta belirlenmiştir (Çizelge 2). Yapılan istatistiki değerlendirmede, erken dönemde Fe gübre uygulamalarının ve Zn gübre uygulamalarında hastalık şiddetinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Gözlem alınan fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, Fe gübre uygulamalarının özellikle erken ve erken-orta dönemde (Dane dolum, 06 Haziran 2019 (Feekes 10.5.3)), hastalık şiddetinde azalmaların (-%55.33) orta-geç dönemde (süt olum, 15 Haziran 2019 (Feekes 10.5.4)) hastalık şiddetinde artışların (+%14.29) olduğu belirlenmiştir. Erken dönemde Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde -%62.17 oranında bir azalma belirlenmiş olup, bu durumu -%55.3' lük hastalık şiddetinde azalma belirlenen Fe5 dozu takip etmiştir. Erken-Orta dönemde ise, hastalık şiddetinde en fazla azalma Zn₁₅, Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamalarında -%36.40 oranında olduğu tespit edilmiştir Bu durumu sırasıyla Fe₂₀ (-%18.20), Fe₅, Fe₁₀ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde -%9.13 azalmanın izlediği değerlendirilmiştir. Diğer taraftan Zn₃₀ gübre dozu uygulamasında ise hastalık şiddetinde herhangi bir değişim belirlenememiştir. Orta-Geç dönemde Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde önemli artışların olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Yine aynı dönemde, genel olarak bütün Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde artışların olduğu belirlenmiştir. En fazla artışın Zn_{7.5} uygulama dozunda +%23.79 olduğu, bunu sırasıyla +%14.29 hastalık şiddeti artışı ile Fe₁₀, Zn₃₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarının izlediği saptanmıştır. Fe₂₀, Zn₁₅ ve Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde sınırlı artış olduğu (+%4.79) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kızıltan 91 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti ve değişim oranları (%)

Table 2. Disease severity and change rates (%) of Fe, Zn and, Fe+Zn fertilizer dose applications for Kızıltan 91 variety at different phenological periods

Dönemler (Feekes) Uygulamalar (g/5 l)/ %HŞ	Fenolojik Dönemler (Kızıltan 91)								Ortalama	
	(10.5.1)		(10.5.3)		(10.5.4)		(11.1.1)		%HŞ	%Değ.
Gübresiz (0)	6.00	0.00	14.67	0.00	14.00	0.00	16.00	0.00	12.67	0.00
Fe 5 g	2.27	-55.33	13.33	-9.13	14.00	0.00	16.01	0.00	11.50	-9.23
Fe 10 g	4.27	-28.83	13.33	-9.13	16.00	+14.29	16.00	0.00	12.40	-2.13
Fe 20 g	4.67	-22.17	12.00	-18.20	14.67	+4.79	16.00	0.00	11.84	-6.55
Zn 7.5 g	6.67	+11.17	14.67	0.00	17.33	+23.79	16.01	0.00	13.67	+7.89
Zn 15 g	2.27	-62.17	9.33	-36.40	14.67	+4.79	16.00	0.00	10.57	-16.57
Zn 30 g	2.27	-62.17	14.67	0.00	16.00	+14.29	16.00	0.00	12.80	+1.03
Fe+Zn 5+7.5 g	2.27	-62.17	9.33	-36.40	14.67	+4.79	16.00	0.00	10.57	-16.57
Fe+Zn 10+15 g	2.27	-62.17	9.33	-36.40	16.00	+14.29	20.00	+25.00	11.90	-6.08
Fe+Zn 20+30 g	2.27	-62.17	9.33	-36.40	12.00	-14.29	16.00	0.00	9.90	-21.86

Çizelge 3. Kızıltan 91 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti değişimlerinin ANOVA çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi)

Table 3. ANOVA multiple comparison analysis of variance results (Tukey B*HSD Test) of disease severity changes in different phenological periods of Fe, Zn and, Fe+Zn fertilizer applications for Kızıltan 91 variety

		Fenolojik Dönemler (Kızıltan 91)			
Ekimden Sonraki Günler		ESG-185	ESG-197	ESG-206	ESG-214
Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Uygulamalar (g/5 l)	Tek	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH
0	12	6.00±0.49 a	14.67±1.42 a	14.00±0.85 a	16.01±0.01 a
Fe 5 g	12	2.27±0.80 a	13.33±1.99 a	14.00±0.85 a	16.01±0.01 a
Fe 10 g	12	4.27±1.65 ab	13.33±1.99 a	16.00±0.85 a	16.00±0.00 a
Fe 20 g	12	4.67±0.28 ab	12.00±0.00 a	14.67±0.57 a	16.00±0.00 a
Anlamlılık	48	0301 / 0.581	0.632	0.293	0.750
0	12	6.00±0.49 a	14.67±1.42 a	14.00±0.85 b	16.01±0.01 a
Zn 7.5 g	12	6.67±1.14 a	14.67±1.42 a	17.33±0.28 a	16.01±0.01 a
Zn 15 g	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	14.67±0.57 b	16.00±0.00 a
Zn 30 g	12	2.27±0.80 b	14.67±1.42 a	16.00±0.85 ab	16.00±0.00 a
Anlamlılık	48	1.000 / 0.942	1.000	0.177 / 0.52	0.750
0	12	6.00±0.49 a	14.67±1.42 a	14.00±0.85 b	16.01±0.01 b
Fe+Zn 5+7.5 g	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	14.67±0.57 ab	16.00±0.00 b
Fe+Zn 10+15 g	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	16.00±0.00 a	20.00±0.00 a
Fe+Zn 20+30 g	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	12.00±0.00 c	16.00±0.00 b
Anlamlılık	48	1.000	1.000	1 / 0.794	1.000 / 0.497

Ort: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ), SH: Ortalamanın Standart Hatası, Tek: Tekerrür

ESG: Ekimden Sonraki Günler

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post Hoc testi).

* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Çeşit-1252 çeşidi için; tüm Fe gübre dozu uygulamalarında incelenen fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Fe gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetindeki en fazla değişim erken (Feekes skalası 10.5.1), erken-orta (Feekes skalası 10.5.3) ve geç (Feekes skalası 11.1.1) dönemlerinde -%63.80 olarak saptanmıştır. Fe uygulamalarında hastalık şiddetinde en fazla azalma Fe₁₀ ve Fe₂₀ dozu uygulamalarında erken (-%63.80) ve geç (-%50) dönemde belirlenmiştir. Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde en fazla değişim erken dönemde belirlenmiştir. Zn gübre dozu uygulamalarının tamamında gözlem alınan fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde azalma olduğu ve en fazla azalmanın, erken (-%63.80), erken-orta (-%46.16) ve geç dönemlerde (-%63.33) olduğu tespit edilmiştir. Erken dönemde hastalık şiddetinde en fazla azalma Fe₁₀ dozu uygulamasında, Zn gübre dozu uygulamalarında (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀), Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarında -%63.80 azalma olarak belirlenmiştir. Bu durumu Fe₂₀ (-%36.20), Fe+Zn₂₀₊₃₀ (-%23.88) ve Fe₅ (-%23.88) gübre dozu uygulamalarının izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Erken-Orta dönemde, hastalık şiddetinde en fazla azalmalar, Fe₁₀, Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarında -%46.16 azalma olarak saptanmıştır. Bu durumu sırasıyla Fe₅, Fe₂₀, Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamaları (-%38.43) takip etmiş olup, en sınırlı azalma Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamasında (-%23.08) tespit edilmiştir. Fe+Zn gübre doz uygulamalarının tümünde gözlem alınan fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde azalmalar olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddetinde en fazla azalmalar erken ve erken-orta ve geç dönemlerde Fe+Zn_{5+7.5} (-%63.80) ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ (-%63.33) gübre dozu uygulamalarında belirlenmiştir. Orta-Geç dönemde, genel olarak bütün Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde azalma olduğu değerlendirilmiştir. Hastalık şiddetinde en fazla azalmalar, Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamalarında -%25.0 olarak belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla Zn_{7.5}, Zn₁₅, Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarının (-%8.31) izlediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Geç dönemde hastalık şiddetindeki değişim en fazla Zn_{7.5}, Zn₃₀ ve

Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamalarında -%63.33 düzeyinde azalma olarak belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla Fe₁₀ ve Fe₂₀ gübre dozu uygulamaları izlemekte (-%50) olup, Fe₅, Zn₁₅ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde bir değişim belirlenmemiştir. Ortalamalar üzerinden yapılan değerlendirmelerde; hastalık şiddetindeki en fazla değişim -%44.59 azalmayla Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamasında belirlenmiş olup, bunu sırasıyla -%43.88'lik azalma ile Zn₃₀ gübre dozu uygulaması, -%43.17'lik azalma ile Fe₁₀ gübre dozu uygulaması, -%40.76 azalma ile Fe₂₀ gübre dozu uygulaması, -%37.88'lik azalma ile Zn_{7.5} gübre dozu uygulaması, -%31.42'lik azalma ile Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulaması, -%23.97'lik azalma ile Zn₁₅ ile Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamaları ve -%19.17'lik azalma ile Fe₅ gübre dozu uygulamasının izlediği değerlendirilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Çeşit-1252 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti ve değişim oranları (%)

Table 4. Disease severity and change rates (%) of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Çeşit-1252 variety at different phenological periods

Dönemler (Feekes) Uygulamalar (g/5 l) / %HŞ	Fenolojik Dönemler (Çeşit-1252)								Ortalama	
	(10.5.1)		(10.5.3)		(10.5.4)		(11.1.1)		%HŞ	%Değ.
	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.
Gübresiz (0)	6.27	0.00	17.33	0.00	16.00	0.00	16.00	0.00	13.90	0.00
Fe 5 g	4.67	-23.88	10.67	-38.43	12.00	-24.95	16.00	-0.05	11.24	-19.17
Fe 10 g	2.27	-63.80	9.33	-46.16	12.00	-25.00	8.00	-50.00	7.90	-43.17
Fe 20 g	4.00	-36.20	10.67	-38.43	12.00	-25.00	8.00	-50.00	8.24	-40.76
Zn 7.5 g	2.27	-63.80	9.33	-46.16	14.67	-8.31	5.87	-63.33	8.64	-37.88
Zn 15 g	2.27	-63.80	9.33	-46.16	14.67	-8.31	16.00	0.00	10.57	-23.97
Zn 30 g	2.27	-63.80	9.33	-46.16	12.00	-25.00	5.87	-63.33	7.80	-43.88
Fe+Zn 5+7.5 g	2.27	-63.80	13.33	-23.08	12.00	-25.00	10.67	-33.35	9.53	-31.42
Fe+Zn 10+15 g	2.27	-63.80	9.33	-46.16	14.67	-8.31	16.00	-0.05	10.57	-23.97
Fe+Zn 20+30 g	4.67	-23.88	10.67	-38.43	12.00	-25.00	5.87	-63.33	7.70	-44.59

Çizelge 5. Çeşit-1252 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti değişimlerinin ANOVA çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi)

Table 5. ANOVA multiple comparison analysis of variance results (Tukey B*HSD Test) of disease severity changes in different phenological periods of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Çeşit-1252 variety

Ekimden Sonraki Günler Dönemler (Feekes) Uygulamalar (g/5 l)		Fenolojik Dönemler Çeşit-1252)			
		ESG-185 10.5.1	ESG-197 10.5.3	ESG-206 10.5.4	ESG-214 11.1.1
Tek	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	
0	12	6.27±2.50 a	17.33±2.84 a	16.00±1.71 a	16.01±0.01a
Fe 5 g	12	4.67±0.28 a	10.67±0.57 b	12.01±0.01 b	16.00±0.00 a
Fe 10 g	12	2.27±0.80 a	9.33±1.14 b	12.00±0.00 b	8.00±1.71 a
Fe 20 g	12	4.00±0.00 a	10.67±0.57 b	12.00±0.00 b	8.00±1.71 a
Anlamlılık	48	0.156	0.933 / 1.000	1.000	1.000
0	12	6.27±2.50 a	17.33±2.84 a	16.00±1.71 a	16.01±0.01 b
Zn 7.5 g	12	2.27±0.80 a	9.33±1.14 b	14.67±0.57 ab	5.87±2.16 b
Zn 15 g	12	2.27±0.80 a	9.33±1.14 b	14.67±0.57 ab	16.00±0.00 a
Zn 30 g	12	2.27±0.80 a	9.33±1.14 b	12.00±0.00 b	5.87±2.16 a
Anlamlılık	48	0.211	1.000	0.204 / 0.750	1.000
0	12	6.27±2.50 a	17.33±2.84 a	16.00±1.71 a	16.01±0.01 a
Fe+Zn 5+7.5 g	12	2.27±0.80 a	13.33±1.99 a	12.00±0.00 ab	10.67±1.14 b
Fe+Zn 10+15 g	12	2.27±0.80 a	9.33±1.14 b	14.67±0.57 ab	16.00±0.00 a
Fe+Zn 20+30 g	12	4.67±0.28 a	10.67±0.57 b	12.00±0.00 b	5.87±2.16 c
Anlamlılık	48	0.185	0.428 / 0.066	0.170 / 0.722	1.000

Ort: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ), SH: Ortalamanın Standart Hatası, Tek: Tekerrür

ESG: Ekimden Sonraki Günler

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post Hoc testi).

* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Eminbey çeşidi için; farklı mineral gübre dozu uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, hastalık şiddetindeki en fazla artışın +%200 oranla Zn₃₀ gübre uygulamasında orta-geç (10.5.4) dönemde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Bu durumu sırasıyla erken-orta (10.5.3) dönem (+%171.49) ve erken (10.5.1) dönem (+%155.97) hastalık reaksiyonlarının takip ettiği belirlenmiştir. Gözlem alınan fenolojik dönemler, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında gübre dozu uygulamalarına bağlı olarak hastalık şiddetinde değişen düzeylerde artışların varlığı değerlendirilmiştir. Fe gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetindeki en fazla artışlar Fe₁₀ ve Fe₂₀ gübre dozu uygulamalarından erken (+%93.68), orta-geç (+%83.38) ve geç dönemde (+%100) tespit edilmiştir (Çizelge 6). Zn gübre dozu uygulamaları genel olarak değerlendirildiğinde, gözlem alınan fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde değişen düzeylerde artışın olduğu belirlenmiştir. En yüksek artışların orta-geç dönemde (+%83.38) Zn_{7.5} ve Zn₃₀ gübre dozu uygulamalarında (+%200) olduğu değerlendirilmiştir. Bu durumu erken dönemde Zn₃₀ gübre dozu uygulamasının (+%155.97) izlediği saptanmıştır. Tüm Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında incelenen fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde artışların olduğu tespit edilmiştir. Özellikle erken dönemde Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde önemli oranda artışların varlığı saptanmıştır. En yüksek hastalık şiddeti artışları sırasıyla erken (+%103.04), orta-geç (+%100) ve geç (+%66.63) dönemlerde belirlenmiştir. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında en fazla hastalık şiddeti değişimleri erken dönemde Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulama dozlarında (+%103.04) tespit edilmiş olup bu durum aynı uygulamadaki orta-geç (+%50) ve geç (+%100) dönemlerdeki artışların izlendiği saptanmıştır. Geç dönemde en yüksek hastalık şiddeti Fe₁₀ gübre dozu uygulamasında (+%100.0) belirlenmiştir. Geç dönemde Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinin azaldığı değerlendirilmiştir (Çizelge 6).

Genel olarak Fe ve Zn gübre dozu uygulamaları yapılan ve gübre uygulaması yapılmayan gruplar karşılaştırıldığında; gübre uygulamaları yapılan gruplarda hastalık şiddetinde artışların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Özellikle erken ve geç dönemdeki Zn₃₀ gübre dozu uygulaması, erken-orta ve orta-geç dönemdeki Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamasında hastalık şiddetinin arttığı belirlenmiştir. İncelenen fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, fenolojik dönemler ve gübre dozu uygulama dozları ile hastalık şiddeti değerleri arasındaki ilişkinin istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Sırasıyla orta-geç, erken, erken-orta, ve geç dönemdeki Fe ve Zn gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddeti değişiminde önemli ($p < 0.001$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Eminbey çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti ve değişim oranları (%)

Table 6. Disease severity and change rates (%) of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Eminbey variety at different phenological periods

Dönemler (Feekes) Uygulamalar (g/5 l)/ %HŞ	Fenolojik Dönemler (Eminbey)								Ortalama	
	(10.5.1)		(10.5.3)		(10.5.4)		(11.1.1)		%HŞ	%Değ.
	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.
Gübresiz (0)	4.27	0.00	9.33	0.00	8.08	0.00	8.00	0.00	7.40	0.00
Fe 5 g	4.00	-46.84	8.00	-14.25	8.00	0.00	8.00	0.00	6.57	-11.22
Fe 10 g	8.27	+93.68	13.33	+42.87	14.67	+83.38	16.00	+100.00	13.07	+76.62
Fe 20 g	6.67	+56.21	14.67	-28.51	14.67	+83.38	13.33	+66.63	10.34	+39.73
Zn 7.5 g	4.67	+9.37	9.33	0.00	14.67	+83.38	3.20	-60.00	7.97	+7.70
Zn 15 g	4.27	0.00	13.33	+42.87	14.67	+83.38	8.00	0.00	10.07	+36.08
Zn 30 g	10.93	+155.97	25.33	+171.49	24.00	+200.0	13.33	+66.63	18.40	+148.65
Fe+Zn 5+7.5 g	6.67	+56.21	10.67	+14.36	13.33	+66.63	13.33	+66.63	11.00	+48.65

Çizelge 6 (devamı). Eminbey çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti ve değişim oranları (%)

Table 6 (continued). Disease severity and change rates (%) of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Eminbey variety at different phenological periods

Fe+Zn 10+15 g	8.67	+103.04	13.33	+42.87	12.00	+50.00	8.00	0.00	8.00	+8.11
Fe+Zn 20+30 g	8.67	+103.04	14.67	+57.23	16.00	+100.0	13.33	+66.63	13.17	+77.97

Çizelge 7. Eminbey çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemler de hastalık şiddeti değişimlerinin ANOVA çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi)

Table 7. ANOVA multiple comparison analysis of variance results (Tukey B*HSD Test) of disease severity changes in different phenological periods of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Eminbey variety

Fenolojik Dönemler (Eminbey)					
Ekimden Sonraki Günler		EGS-185	EGS197	EGS-206	EGS-214
Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Uygulamalar (g/5 l)	Tek	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH
0	12	4.27±1.65 a	9.33±1.14 bc	8.08±0.08 b	8.01±0.01 b
Fe 5 g	12	4.00±0.00 a	8.00±0.00 c	8.00±0.00 b	8.00±0.00 b
Fe 10 g	12	8.27±3.35 a	13.33±1.99 ab	14.67±1.42 a	16.00±1.71 a
Fe 20 g	12	6.67±1.14 a	14.67±1.42 a	14.67±1.42 a	13.33±1.14 a
Anlamlılık	48	0.420	0.897 / 0.170	1.000	1.000 / 0.269
0	12	4.27±1.65 a	9.33±1.14 b	8.08±0.08 b	8.01±0.01 b
Zn 7.5 g	12	4.67±0.28 a	9.33±1.14 b	14.67±0.57 b	3.20±1.02 c
Zn 15 g	12	4.27±1.65 a	13.33±1.99 b	14.67±1.42 b	8.00±0.00 b
Zn 30 g	12	10.93±4.49 a	25.33±4.55 a	24.00±3.41 a	13.33±1.14 a
Anlamlılık	48	0.260	0.701 / 1.000	0.076 / 1.000	1.000
0	12	4.27±1.65 a	9.33±1.14 b	8.08±0.08 c	8.01±0.01 b
Fe+Zn 5+7.5 g	12	6.27±1.14 a	10.67±0.57 ab	13.33±1.14 ab	13.33±1.14 a
Fe+Zn 10+15 g	12	8.67±1.99 a	13.33±1.99 ab	12.00±0.00 b	8.00±0.00 b
Fe+Zn 20+30 g	12	8.67±0.99 a	14.67±1.42 a	16.00±0.85 a	13.33±1.14 a
Anlamlılık	48	0.286	0.185	1.000 / 0.553	1.000

Ort: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ), SH: Ortalamanın Standart Hatası, Tek: Tekerrür

EGS: Ekimden Sonraki Günler

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post Hoc testi).

* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Mirzabey 2000 çeşidi için; İncelenen fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, mineral gübre uygulaması yapılan ve yapılmayan gruplar karşılaştırıldığında, Fe gübre dozu uygulamalarında genel olarak orta-geç (10.5.4) dönem dışında hastalık şiddetinde azalmaların olduğu belirlenirken, en fazla hastalık şiddeti değişimi geç (11.1) dönemde Fe₅ (-%28.13) ve Fe₁₀ (-%16.66) gübre dozu uygulamalarında azalmalar olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Bu durumu erken-orta (10.5.3) dönemdeki azalmalar (-%18.37) takip etmiştir. Ayrıca Fe₁₀ (+%4.75) ve Fe₂₀ (+%35.71) gübre dozu uygulamalarında orta-geç dönemde hastalık şiddetinde artışların olduğu değerlendirilmiştir. Tüm Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde artış ve azalışların varlığı belirlenmiştir. Gözlem alınan fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde orta-geç dönem dışındaki dönemlerde hastalık şiddetinde azalma olduğu değerlendirilmiştir. En fazla hastalık şiddeti değişimi geç dönemde Zn_{7.5} (-%33.34) ve Zn₁₅ (-%16.66) gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde azalma olarak değerlendirilmiştir. Orta-geç dönemde Zn gübre dozu uygulamalarının tümünde (Zn_{7.5} (+%4.75), Zn₁₅ (+%9.54), Zn₃₀ (+%45.25)) hastalık şiddetinde artışların olduğu saptanmıştır. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında orta-geç dönem dışındaki gözlem alınan diğer fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde azalmaların olduğu değerlendirilmiştir (Çizelge 8). Hastalık şiddetindeki azalmalar en fazla erken dönemde tüm Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında (Fe+Zn_{5+7.5} (-%16.69), Fe+Zn₁₀₊₁₅ (-%33.31),

Fe+Zn₂₀₊₃₀ (-%16.69) belirlenmiştir. Bu durumu geç dönemdeki Fe+Zn_{5+7.5} (-%16.66) ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ (-%8.34) gübre dozu uygulamalarındaki hastalık şiddetinde azalmaların takip ettiği (F=16.160, df=3, p<0.000) değerlendirilmiştir. Orta-geç dönemde tüm Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında (Fe+Zn_{5+7.5} (+%4.75), Fe+Zn₁₀₊₁₅ (+%4.75) ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ (+%23.82)) hastalık şiddeti değerlerinde artışların olduğu belirlenmiştir. Farklı gübre dozu uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde; hastalık şiddetindeki en fazla artışın, Zn₃₀ gübre dozu uygulamasında orta-geç dönemde (+%45.25) olduğu belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla orta-geç dönemde Fe₂₀ gübre dozu uygulamasında (+%35.71) hastalık şiddetinde artma, Zn_{7.5} gübre dozu uygulamasında orta-geç dönemde hastalık şiddetinde azalma (-%33.34) olarak belirlenmiştir. Tüm gübre uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, orta-geç dönemde gübre dozu uygulaması yapılmayan ile gübre dozu uygulaması yapılan gruplar karşılaştırıldığında; hastalık şiddetinde azalmaların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Orta-geç dönemde, hastalık şiddetinde artışların olduğu değerlendirilirken, diğer uygulamalarda hastalık şiddetinde azalmaların olduğu belirlenmiştir. En fazla azalmalara geç dönemde Fe₅ ve Zn_{7.5} gübre dozu uygulamasında belirlenmiştir (-%28.13, -%33.4).

Çizelge 8. Mirzabey 2000 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının farklı fenolojik dönemler de hastalık şiddeti (HŞ) ve değişim oranları (%)

Table 8. Disease severity and change rates (%) of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Mirzabey 2000 variety at different phenological periods

Dönemler (Feekes) Uygulamalar (g/5 l)/ %HŞ	Fenolojik Dönemler (Mirzabey 2000)									
	(10.5.1)		(10.5.3)		(10.5.4)		(11.1.1)		Ortalama	
	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.	%HŞ	%Değ.
Gübresiz (0)	16.00	0.00	32.67	0.00	28.00	0.00	32.00	0.00	27.17	0.00
Fe 5 g	16.00	0.00	26.67	-18.37	26.67	-4.75	23.00	-28.13	23.09	-15.02
Fe 10 g	14.67	-8.31	32.67	0.00	29.33	+4.75	26.67	-16.66	25.84	-4.90
Fe 20 g	13.33	-16.69	32.67	0.00	38.00	+35.71	32.00	0.00	29.00	+6.74
Zn 7.5 g	13.33	-16.69	31.33	-4.10	29.33	+4.75	21.33	-33.34	23.83	-12.29
Zn 15 g	13.33	-16.69	26.67	-18.37	25.33	+9.54	26.67	-16.66	23.00	-15.35
Zn 30 g	16.00	0.00	31.33	-4.10	40.67	+45.25	32.00	0.00	30.00	+10.42
Fe+Zn 5+7.5 g	13.33	-16.69	32.67	0.00	29.33	+4.75	26.67	-16.66	25.50	-6.15
Fe+Zn 10+15 g	10.67	-33.31	25.33	-22.47	29.33	+4.75	29.33	-8.34	23.67	+12.88
Fe+Zn 20+30 g	13.33	-16.69	32.67	0.00	34.67	+23.82	32.00	0.00	28.17	+3.68

Çizelge 9. Mirzabey 2000 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemler de hastalık şiddeti değişimlerinin ANOVA çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi)

Table 9. ANOVA multiple comparison analysis of variance results (Tukey B*HSD Test) of disease severity changes in different phenological periods of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Mirzabey 2000 variety

Ekimden Sonraki Günler Dönemler (Feekes) Uygulamalar (g/5 l)	Tek	Fenolojik Dönemler (Mirzabey 2000)			
		EGS -185 10.5.1	EGS -197 10.5.3	EGS -206 10.5.4	EGS -214 11.1.1
		Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH
0	12	16.00±5.12 a	32.67±5.259 a	28.00±1.71 b	32.01±0.01 a
Fe 5 g	12	16.00±5.12 a	26.67±3.980 a	26.67±1.14 b	23.00±3.84 b
Fe 10 g	12	14.67±3.70 a	32.67±5.259 a	29.33±1.14 b	26.67±1.14 ab
Fe 20 g	12	13.33±3.98 a	32.67±5.259 a	38.00±2.99 a	32.00±0.00 a
Anlamlılık	48	0.975	0.828	0.754 / 1000	0.571 / 0.248
0	12	16.00±5.12 a	32.67±18.22 a	28.00±1.71 b	32.01±0.01 a
Zn 7.5 g	12	13.33±3.98 a	31.33±20.19 a	29.33±1.14 b	21.33±2.27 c
Zn 15 g	12	13.33±3.98 a	26.67±13.79 a	29.33±1.14 b	26.67±1.14 b
Zn 30 g	12	16.00±5.12 a	31.33±20.19 a	40.67±1.85 a	32.00±0.00 a
Anlamlılık	48	0.976	0.852	0.921 / 1.000	1.000

Çizelge 9 (devamı). Mirzabey 2000 çeşidi için Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemler de hastalık şiddeti değişimlerinin ANOVA çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi)
 Table 9 (continued). ANOVA multiple comparison analysis of variance results (Tukey B*HSD Test) of disease severity changes in different phenological periods of Fe, Zn and, Fe+Zn fertiliser dose applications for Mirzabey 2000 variety

0	12	16.00±5.12 a	32.67±5.26 a	28.00±1.71 b	32.01±0.01 a
Fe+Zn 5+7.5 g	12	13.33±3.98 a	32.67±5.26 a	29.33±1.14 ab	26.67±1.14 c
Fe+Zn 10+15 g	12	10.93±4.49 a	25.33±4.55 a	29.33±1.14 ab	29.33±0.57 b
Fe+Zn 20+30 g	12	13.33±3.98 a	32.67±5.26 a	34.67±2.27 a	32.00±0.00 a
Anlamlılık	48	0.849	0.739	0.938 / 0.111	1.000

Ort: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ), SH: Ortalamanın Standart Hatası, Tek: Tekerrür

EGS: Ekimden Sonraki Günler

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post Hoc testi).

* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Sarı pas hastalığı yapay epidemi şartlarında makarnalık çeşitlerin farklı mineral gübre dozu uygulamaları altında, fenolojik dönemlere göre çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi) hesaplanmış, önemlilik dereceleri ortaya konulmuştur (Çizelge 10).

Çizelge 10. Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamaları-hastalık şiddeti (%HŞ) değerlendirmeleri için ANOVA çoklu karşılaştırma varyans analiz sonuçları (Tukey B*HSD Testi)

Table 10. ANOVA multiple comparison analysis of variance results (Tukey B*HSD Test) for repeated Fe, Zn and Fe+Zn fertiliser dose applications-disease severity evaluations of Kızıltan 91, Variety-1252, Eminbey and Mirzabey 2000 varieties at different phenological periods

Çeşit	Uygulama	Fen. Dön. (Feekes)	HKT	SD	KO	F	Anlamlılık (P)
Kızıltan-91	Fe	10.5.1	85.920	3	28.640	2.598	0.064
		10.5.4	78.667	3	26.222	4.703	0.006
	Zn	10.5.1	201.120	3	67.040	7.974	0.000
		10.5.4	100.000	3	33.333	10.577	0.000
		11.1	143.801	3	47.934	23.810	0.000
Çeşit-1252	Fe	10.5.3	469.333	3	156.444	5.204	0.004
		10.5.4	143.801	3	47.934	5.492	0.003
	Zn	10.5.3	576.000	3	192.000	5.351	0.003
		11.1	1233.227	3	411.076	14.679	0.000
		10.5.3	448.000	3	149.333	3.645	0.020
Eminbey	Fe	10.5.3	362.667	3	120.889	5.541	0.003
		10.5.4	526.729	3	175.576	14.460	0.000
	Zn	11.1	575.334	3	191.778	15.213	0.000
		10.5.3	2064.000	3	688.000	8.421	0.000
		10.5.4	1542.729	3	514.243	12.255	0.000
Fe+Zn	11.1	616.934	3	205.645	29.291	0.000	
	10.5.4	391.396	3	130.465	21.453	0.000	
	11.1	340.801	3	113.600	14.643	0.000	
Mirzabey 2000	Fe	10.5.4	942.667	3	314.222	7.272	0.000
		10.5.4	1262.667	3	420.889	15.748	0.000
	Zn	11.1	939.467	3	313.156	16.147	0.000
		10.5.4	314.667	3	104.889	3.278	0.030
		11.1	235.067	3	78.356	16.160	0.000

HKT: Hata Kareler Toplamı

F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri

SD: Serbestlik Derecesi

KO: Kareler Ortalaması

Anlamlılık(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri

KO: Kareler Ortalaması

Graham & Webb, (1991) konukçunun, bitki patojenlerine göstermiş olduğu dayanıklı ve toleranslı reaksiyonun artırılması için değişen bitki besin maddeleri uygulamalarının önemli olabileceğini değerlendirmişlerdir. Bütün bitki besin maddelerinin, bitkinin sağlıklı gelişmesine değişen düzeylerde katkı sağladığı ve hastalık şiddetini bu durumdan dolayı farklı derecelerde etkilediği rapor edilmiştir (Huber & Graham, 1999). Diğer taraftan genel bir kural olmamakla birlikte, özel bitki besin maddelerinin (çevresel şartlarına da bağlı olarak) hastalıkların varlığı veya gelişimleri birlikte değerlendirildiğinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında herhangi bir bitkinin hastalık şiddetinde azalma veya artışların olabileceği, farklı çalışmalarla ortaya konulmuştur (Huber, 1980; Graham & Webb, 1991; Marschner, 2011). Bildirilen çalışma sonuçları ile yürütülen çalışmanın sonuçları bu kapsamda örtüşmektedir. Birçok önemli hastalığın kontrolünde, bitki besin maddelerinin bitkinin sağlıklı gelişmesi için önemli olduğunun bilinmesine karşın, sürdürülebilir tarım uygulamalarında yeterli ve dengeli bitki besleme stratejilerinin daima daha az önemli olduğu değerlendirilmiştir. Demir içeren gübre uygulamaları elma ve armut yetiştiriciliğinde *Sphaeropsis malorum* Beck. (Teleomorph: *Botryosphaeria obtusa* (Schwein.) Shoemaker = *Phyalospora obtusa* (Schwein.) Cooke) etmeni ve kabak yetiştiriciliğinde *Olpidium brassicae* etmenine karşı hastalığa olan toleransı arttırdığı bildirilmiştir. Kabak yetiştiriciliğinde yapılan ek gübre uygulamaları ile demir eksikliğinin önlenemediği ve konukçunun hastalığa olan toleransının arttırılabildiği fakat bu uygulamanın konukçuda enfeksiyonun yayılmasını önlenemediği rapor edilmiştir (Graham & Webb, 1991; Römheld & Marschner, 1991). Yine demir içeren gübre uygulamaları, buğday ve muz gibi bitkilerde değişen düzeylerde pas ve diğer yaprak hastalığına neden olan enfeksiyonların etkilerini azaltabildiği belirlenmiştir (Graham, 1983; Graham & Webb, 1991). Yürütülen çalışma sonucunda değişen Fe ve Zn gübre dozu uygulamalarında erken dönemde (10.5.1) ve erken-orta (10.5.3) dönemde Eminbey çeşidi dışında diğer çeşitlerde (Kızıltan 91, Çeşit-1252, Mirzabey 2000) hastalık şiddetinde azalmaların (-%8.31 ila -%63.80) olduğu değerlendirilmiştir. Eminbey çeşidinde ise incelenen fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde artışların olduğu belirlenmiştir. En yüksek artışların orta-geç ve erken dönemlerde (+%200, +%155.97) olduğu saptanmıştır. Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 çeşitlerinde orta-geç dönemde (15 Haziran 2019), hastalık şiddetinde küçük artışların olduğu (+%4.79, +%45.25) tespit edilmiştir. Çeşit-1252 için bütün dönemlerde hastalık şiddetinde azalmaların olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum Fe ve Zn uygulamalarının sarı pas hastalığının yaprak enfeksiyonlarının etkilerinin azalmasında etkili olduğu ifadesi ile benzer olup, yürütülen çalışma ile benzer çalışmalar bu kısımda örtüşmektedir.

Çinko (Zn), içeren gübre uygulamalarının bitkilerin hastalıklara karşı olan reaksiyonlarında çok farklı etkileşimlere sebep olduğu bilinmektedir. Bazı durumlarda değişen düzeylerde çinko (Zn) uygulamaları ile hastalığın şiddeti ve yaygınlığının azaldığı, bazı durumlarda ise hastalığın şiddeti ve yaygınlığının arttığı ya da, mevcut durum üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Graham & Webb, 1991; Grewal ve ark., 1996). Birçok durumda Zn gübre uygulamalarının hastalık şiddeti üzerindeki etkisi, bitki metabolizması üzerine olan etkisinden ziyade, bitki patojeni üzerindeki toksik etkisinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Graham & Webb, 1991). Zn uygulamalarında erken fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde artışların, orta fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde azalmaların, geç fenolojik dönemlerde ise hem artışların ve hem de azalışların gözlemlendiği bildirilmiştir (Graham & Webb, 1991; Grewal ve ark., 1996). Yürütülen çalışma kapsamında, Zn gübre dozu uygulamalarında erken dönemde Eminbey çeşidi dışında hastalık şiddetinde azalmaların, orta-geç dönemde ise Çeşit-1252 dışında artışların olduğu değerlendirilmiştir. Geç dönemde ise Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 çeşidinde azalışlar, Eminbey çeşidinde azalış ve artışlar şeklinde belirlenirken, Kızıltan 91 çeşidinde hastalık şiddetinde herhangi bir değişim belirlenememiştir. Bu durum Graham ve Webb, (1991) ile Grewal ve ark., (1996) tarafından yürütülen çalışma ile benzerlik göstermektedir. Potarzycki ve Grzebisz (2009), bitkinin hayat döngüsünde Zn' nun önemli bir yere sahip olduğunu bildirmiş olup, Zn eksikliği belirlenen bitkilerde protein sentezi ve protein kapsamının azaldığını bildirmiştir. Morsy (2012) çinko, kalsiyum ve mangan uygulamalarının bitki büyümesi (bitki boyu) ve verimi (parseldeki bitki sayısı ve (100) tohum ağırlığı) üzerine etkili olduğunu rapor etmiştir. Çalışmamızda Eminbey dışında diğer makarnalık çeşitlerde Zn dozu uygulamalarının erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinde azalmaların olduğu, orta-geç

ve geç dönemde ise Eminbey ve Kızıltan 91 çeşitlerinde ise hastalık şiddetinde artışların olduğu gözlenmiştir. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidinde erken ve erken-orta dönemde tüm Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde azalmaların (sırasıyla -%62.17, -%36.40) olduğu değerlendirilmiştir. Orta-geç ve geç dönemde ise, Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulamasında hastalık şiddetinde artışlar (+%14.29, +%25.00) olduğu belirlenmiştir. Çeşit-1252 için Fe ve Zn gübre uygulamalarının gözlem alınan fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde azalmaların olduğu belirlenirken, en fazla değişimin erken dönemde Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında (-%63.80) olduğu belirlenmiştir. Orta-geç ve geç dönemde genel olarak tüm Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde azalmalar olduğu belirlenmiştir. Eminbey çeşidi için farklı fenolojik dönemlerde Fe+Zn gübre uygulamalarında hastalık şiddetinde önemli artışların varlığı değerlendirilirken, en fazla artışların erken dönemde olduğu saptanmıştır. Erken dönemde en fazla artışlar Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozlarında (+%103.04) belirlenmiştir. Mirzabey 2000 çeşidinde Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında orta geç dönem hariç, hastalık şiddetinde azalmaların olduğu saptanmıştır. En fazla azalmanın erken dönemde, Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozu uygulamasında (-%33.31) olduğu, en yüksek artışın ise orta-geç dönemde Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamasında (+%23.82) olduğu tespit edilmiştir.

El-Hai ve ark., (2007), laboratuvar ve tarla çalışmalarında bakla' da pas (Etmen; *Uromyces viciae-fabae*) ve çikolata lekesi (Etmen; *Botrytis fabae*) hastalıklarının kontrolünde bazı bitki besin maddelerinin (Fe, Zn, Ca, Mn) ümitvar olduklarını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Abd-El-Karem ve ark., (2004) ile Nadia ve ark., (2007) tarafından yürütülen çalışmalarda, bazı bitkilerde yapraktan uygulanan mikro bitki besin maddelerinin bitki hastalıklarını azaltabildiğini rapor etmişlerdir. Mikro bitki besin maddeleri farklı bitkisel üretim alanlarında, bitki gelişim simülatörleri olarak kullanılmıştır (Scheuerll & Mahafee, 2006). Araştırma kapsamında, Fe ve Zn gübre uygulamaları ve bunların kombinasyonlarının farklı fenolojik dönemler itibariyle hastalık şiddetinde azalmalara sebep olduğu değerlendirilmiş olup, elde edilen sonuçların bildirilen bu çalışmalarla kısmen örtüştüğü görülmüştür.

Klorofil kapsamı, etkili yeşil alanı temsil eden bir indeks derecesi olarak ifade edilir. Pas hastalıkları, bitki yapraklardaki fotosentetik aktiviteyi azaltmaktadır. Fe ve Zn uygulamalarının, yapraklarda klorofil-a ve klorofil-b konsantrasyonlarını arttırdığı ve sonuç olarak verimin arttığı bildirilmiştir (Sinha ve ark., 1970; Rahhal, 1993). El-Razek ve ark., (2013) tarafından yürütülen bir çalışma da 4 g/l Fe mikro bitki besin maddesi uygulamasının kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında, klorofil-a kapsamını önemli derecede artırdığını, benzer şekilde aynı eğilimin klorofil-b içinde geçerli olduğunu bildirilmişlerdir. Bununla birlikte klorofil-b değerinin klorofil-a'ya göre önem düzeyi daha düşüktür. Fotosentetik aktivitenin artışına bağlı olarak klorofil-a ve klorofil-b konsantrasyonlarındaki artış, çalışmamızda Eminbey çeşidi dışında diğer çeşitlerde hastalık şiddetinde azalmaya sebep olduğu yönünde değerlendirilmiş ve sonuç olarak Kızıltan 91, Çeşit-1252 ve Mirzabey 2000 çeşitlerinde hastalığa olan toleransını arttırdığı şeklinde yorumlanmıştır.

Morsy & El Morsy, (2013), mısır hasadı sonrası aynı alana soya fasulyesi ekilişinin yapıldığı bir çalışma (2010-2011 ve 2011-2012 üretim sezonunda) sonucunda; pas hastalığının Fe+Zn+Mn gübre uygulaması sonucu -%15.4 ila -%62.8 oranında hastalık şiddetinin azaldığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, bitkinin kök yüzeyinden itibaren yukarıya doğru 60 cm ' lik kısmının daha fazla etkilendiği ve ilk yıl Fe+Zn+Mn gübre uygulamasının kontrol (gübresiz) grubu ile karşılaştırıldığında pas hastalığının -%6.03 ila -%16.4 oranlarında hastalık şiddetinin azaldığını, sonuç olarak hastalığın %62.8 oranında azalttığını bildirilmişlerdir. Aynı çalışmada, pas hastalığında Zn gübre uygulamasının -%7.47 oranında ve Fe+Mn gübre uygulamasının ise -%8.6 oranında hastalık şiddetinde azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. 2011-2012 üretim sezonunda, sadece Zn gübre uygulamasından -%5.1 ve Mn gübre uygulamasından -%7.6 ile Fe+Zn+Mn gübre uygulamasından -%7.9 oranında hastalık şiddetinde azalmaların olduğunu (en iyi sonuçlar) belirlemişlerdir. Bu çalışma ile araştırma sonuçları uyumlu olup, yapılan gübre uygulamaları makarnalık buğdayda sarı pas hastalığının şiddetinde de azalmaların olduğu değerlendirilmiştir.

Gübre uygulamaları, bitkilerin ihtiyacı olduğu bitki besin maddelerini sağlamanın doğrudan yolu olmuştur. Bu yönüyle farklı besin maddelerinin bitki savunmasıyla ilgili biyokimyasal yollarını ve bitki hastalıklarının

yönetilmesindeki rolünü bilmek çok önemlidir. Mikro bitki besin maddeleri, özellikleri (içerikleri) nedeniyle hastalığın şiddetini azaltabilir, savunma ile ilgili bileşiklerin sentezinden sorumlu çeşitli metabolik yollara katılım sağlayabilirler. Ancak farklı bitki besin maddeleri ve bunların çeşitli madde veya biyolojik süreçler üzerindeki etkileri hakkındaki bilgiler halen yeterli değildir. Bu nedenle bitki besin maddelerinin entegre olarak kullanımı için detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Gopi ve ark., 2021). Yürütülen çalışma kapsamında hastalık şiddetinde artışların veya azalmaların nedeninin anlaşılması için hastalık konukçu interaksiyonunu dikkate alarak, entegre uygulamalar için detaylı araştırmalara gerekli olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak, Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitlerinde yapay epidemiyi şartlarında sarı pas hastalığı şiddeti üzerindeki değişimleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde; genel olarak erken (25 Mayıs 2019) dönemde Fe+Zn gübre uygulamalarında Çeşit-1252 ve Kızıltan-91 çeşitlerinde hastalık şiddetinde özellikle değişen düzeylerde azalmaların olduğu belirlenirken, Kızıltan 91 çeşidinde, orta-geç (06 Haziran 2019) dönemde Zn ve Fe+Zn uygulamalarında artışların olduğu, Ç-1252 çeşidinde ise aynı dönemde Fe+Zn uygulamalarında azalışların olduğu belirlenmiştir. Eminbey çeşidinde gözlem alınan fenolojik dönemlerde, gübre uygulaması ile birlikte hastalık şiddetinde özellikle erken dönemde artışların olduğu, Mirzabey 2000 çeşidinde ise erken dönemlerde hastalık şiddetinde azalmaların, orta-geç ve geç dönemlerde ise hastalık şiddetinde artışların olduğu belirlenmiştir.

Makarnalık grup içinde Fe gübre uygulamalarında Çeşit-1252 ve Eminbey çeşitlerinin, sarı pas hastalığını tolere edebilen çeşitler olduğu, Zn gübre uygulamalarında ise hastalığı tolere eden çeşitin Mirzabey 2000 olduğu değerlendirilmiştir.

Çalışma sonuçlarının daha iyi değerlendirilebilmesi ve mineral gübre uygulamalarının buğday'da sarı pas hastalığının gelişimindeki etkilerinin daha anlaşılabilir veya uygulamaya aktarılabilmesi için gelecekte doğal veya yapay epidemiyi şartlarında sarı pas hastalığı epidemilerinin olduğu yetiştiricilik bölgeleri için tavsiye edilen çeşitler kullanılarak, benzer çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Farklı fenolojik dönemlerde Fe, Zn ve diğer mikro bitki besin maddesi uygulamaları ile bu mikro bitki besin elementlerinin hastalık enfeksiyonu ve gelişimine olan etkilerinin toprakta ve bitkide izlenmesi için, bitki besin maddesi içeriğinin farklı olduğu üretim alanlarında tekrarlanarak, teyit edilmesi ve veri hassasiyetinin artırılması gerekmektedir. Bu sayede buğdayda pas hastalıklarının kontrolünde ve verim kayıplarının en aza indirilmesinde, mineral gübre uygulamalarının yaygınlaştırılması sağlanabilir, aşırı ve gereksiz fungisit kullanımının önüne geçilerek girdi maliyetlerinde tasarruf edilerek insan ve çevre sağlığı korunmasına katkı sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Metin AYDOĞDU tarafından Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalında yürütülen "Kışlık buğdayda farklı demir ve çinko uygulamalarının sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığı üzerine olan mevsimsel etkilerinin çok bantlı veriler kullanılarak belirlenmesi" isimli yüksek lisans tezinin (YÖK Tez No: 671046 /Tarih: 25.05.2021) bir kısmını kapsamaktadır. Tez jürisinde bulunan sayın Prof. Dr. Hikmet GÜNAL ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurullah ACİR'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Çalışmaya katkılarından dolayı Dr. Nilüfer AKÇI ve Dr. Esra ÇELİK'e teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Fikir/Hipotez, Materyal, Yöntem, Araştırma, Veri İşleme, Veri Analizi, Görselleştirme, Yürütücü, Proje Yönetimi, Özgün Taslak Hazırlama, Yazma-İnceleme ve Düzenleme, Metin AYDOĞDU; Veri İşleme, Danışman, Yazma-İnceleme

ve Düzenleme, Doç. Dr. Kadir AKAN tarafından yapılmıştır. Bütün yazarlar yayına sunulan makalenin son şeklini gördüler ve onayladılar.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abd-El-Kareem, F., El-Mougy, N.S., El-Gamal, N.G., & Fotouh, Y.O. (2004). Induction of resistance in squash plants against powdery mildew and Alternaria leaf spot diseases using chemical inducers as protective or therapeutic treatments. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 32 (1-2), 65-76. <https://doi.org/10.21657/soilst.1328499>
- Agrios, G.N. (2005). *Plant pathology*. 5th edn, Elsevier Academic Press, California, USA.
- Akan, K. (2019). Sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına dayanıklı makarnalık buğday hatlarının geliştirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 661-670. <https://doi.org/10.30910/turkjans.633548>
- Anonim (2019). Ankara Yenimahalle Lokasyonu İklim Verileri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Atkinson, D., & McKinlay, R.G. (1997). Crop protection and its integration within sustainable farming systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 64 (2), 87-93. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(97\)00026-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(97)00026-1)
- Batish, D.R., Singh, H.P., Setia, N., Kohli, R.K., Kaur, S., & Yadav, S.S. (2007). Alternative control of littleseed canary grass using eucalypt oil. *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 171-177. <https://doi.org/10.1051/agro:2007008>
- Bolle-Jones, E.W., & Hilton, R.N. (1956). Zinc-deficiency of Hevea brasiliensis as a predisposing factor to Oidium infection. *Nature*, 177 (4509), 619-620.
- Camprubí, A., Estaún, V., El Bakali, M.A., Garcia-Figueres, F., & Calvet, C. (2007). Alternative strawberry production using solarization, metham sodium and beneficial soil microbes as plant protection methods. *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 179-184. <https://doi.org/10.1051/agro:2007007>
- Cat, A., Tekin, M., Akan, K., Akar, T., & Catal, M. (2021). Races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* identified from the coastal areas of Turkey. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43 (sup2), S323-S332. <https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1978000>
- Cat, A., Tekin, M., Akan, K., Akar, T., & Catal, M. (2023). Virulence characterization of the wheat stripe rust pathogen, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, in Turkey from 2018 to 2020. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 45 (2), 158-167. <https://doi.org/10.1080/07060661.2023.2166126>
- Cat, A., Tekin, M., Catal, M., Akan, K., & Akar, T. (2017). Wheat stripe rust and breeding studies for resistance to the disease. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 97-105.
- Çat Ahmet (2022). Tescilli makarnalık buğday (*Triticum durum*) çeşitlerinin sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına karşı dayanıklılığının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9 (2), 136-143. <https://doi.org/10.19159/tutad.1040665>
- Devlin, R.M., & Witham, F.H. (1983). *Plant physiology*. 4th Edn., A Division of Wads Worth, Inc., Wadads Worth Publishing Co., Belmont, California. 577 pp.
- Dordas, C. (2008). Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28, 33-46. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_28
- El-Hai, A., El-Metwally, M.A., & El-Baz, S.M. (2007). Alleviation of the damage of faba bean chocolate spot and rust diseases by some nutritional elements. *Journal of Plant Production*, 32 (10), 8231-8243. <https://doi.org/10.21608/JPP.2007.220901>

- El-Razek, U.A.A., Dorgham, E.A., & Morsy, S.M. (2013). Effect of certain micronutrients on some agronomic characters, chemical constituents and Alternaria leaf spot disease of faba bean. *Asian Journal of Crop Science*, 5 (4), 426-435. <https://doi.org/10.21608/10.3923/ajcs.2013.426.435>
- Ercan, N., Karnez, E., Aktepe, B.P., & Aysan, Y. (2022). Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelmesinin etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 299-308. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087472>
- Fowler, D. (2018). Winter Wheat Production Manual Chapter 2: Conservation and Winter Wheat Development. In *book: Winter Wheat Production Manual Publisher: Ducks Unlimited Canada and Conservation Production Systems Ltd.*
- Gopi, R., Madhavi, G.B., Kapoor, C., Raj, C., Singh, S., & Ramprakash, T. (2021). 4. Role of Mineral Nutrients in the Management of Plant Diseases. In: *Sampat Nehra, (eds) Plant Disease: Management Strategies*. p. 87-117.
- Graham, R.D. (1983). Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. In *Advances in Botanical Research* 10, 221-276. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(08\)60261-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(08)60261-X)
- Graham, R.D., & Webb, M.J. (1991). Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. *Micronutrients in Agriculture*, 4, 329-370. <https://doi.org/10.2136/sssabookser4.2ed.c10>
- Grewal, P.S., Gaugler, R., & Wang, Y.I. (1996). Enhanced cold tolerance of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* through genetic selection. *Annals of Applied Biology*, 129 (2), 335-341. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1996.tb05756.x>
- Huang, W., Lamb, D.W., Niu, Z., Zhang, Y., Liu, L., & Wang, J. (2007). Identification of yellow rust in wheat using in-situ spectral reflectance measurements and airborne hyperspectral imaging. *Precision Agriculture*, 8, 187-197. <https://doi.org/10.1007/s11119-007-9038-9>
- Huber, D.M. (1980). The role of mineral nutrition in defense. *Plant Disease*, 5, 381-405.
- Huber, D.M., & Graham, R.D. (1999). The role of nutrition in crop resistance and tolerance to diseases. In: *Rengel Z (Ed.), Mineral nutrition of crops fundamental mechanisms and implications*. Food Product Press, New York, pp: 205-226.
- Huber, O., Korn, R., McLaughlin, J., Ohsugi, M., Herrmann, B.G., & Kemler, R. (1996). Nuclear localization of β -catenin by interaction with transcription factor LEF-1. *Mechanisms of Development*, 59 (1), 3-10. [https://doi.org/10.1016/0925-4773\(96\)00597-7](https://doi.org/10.1016/0925-4773(96)00597-7)
- IBM SPSS Statistics (2016). IBM SPSS Statistics Software Version 24. Chicago.
- İpek, E., Tekin, M., Cat, A., & Akar, T. (2023). Resistance to stripe rust in Turkish durum wheat varieties and wild emmer genotypes. *Cereal Research Communications*, 51 (1), 147-154. <https://doi.org/10.1007/s42976-022-00284-z>
- Karnez, E., Güldoğan, Ö., Ercan, N., Korkmaz, K., & Aysan, Y. (2021). Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermikompost uygulamasının etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 726-735. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.986521>
- Kolmer, J.A. (2005). Tracking wheat rust on a continental scale. *Current Opinion in Plant Biology*, 8 (4), 441-449. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2005.05.001>
- Large, E.C. (1954). Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, 3, 128-129.
- Li, G.B., Zeng, S.M., & Li, Z.Q. (1989). Integrated management of wheat pests. *Beijing: Press of Agriculture Science and Technology of China*, 185-186.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press. 32rd ed. Academic, London, p. 650.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. Academic, London, p. 889.

- Morsy, K. (2012). Induced resistance in faba bean plants for controlling rust disease *Uromyces viciae-fabae* (Pers.) Schrot. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 40 (1), 1-11. <https://doi.org/10.21608/ejp.2012.104794>
- Morsy, S.M.A., & El Morsy, S.A. (2013). The use of micronutrients to control chocolate leaf spot and rust of faba bean and to enhance its growth characteristics and yield under field condition. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 4 (4), 325-336.
- Nadia, G., El-Gamal, G., Abd-El-Kareem, F., Fotouh, Y., & El-Mougy, N. (2007). Induction of systemic resistance in potato plants against late and early blight diseases using chemical inducers under greenhouse and field conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3 (2), 73-81.
- Ohki, K. (1978). Zinc concentration in soybean as related to growth, photosynthesis, and carbonic anhydrase activity. *Crop Science*, 18 (1), 79-82. <https://doi.org/10.2135/cropsci1978.0011183X001800010021x>
- Peterson, R.F., Campbell, A.B., & Hannah, A.E. (1948). A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26 (5), 496-500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
- Potarzycki, J., & Grzebisz, W. (2009). Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant, Soil and Environment*, 55 (12), 519-527. <https://doi.org/10.17221/95/2009-PSE>
- Rahhal, M.M.H. (1993) Effect of microelements on some fungal diseases of broad bean. *Alexandria Science Exchange Journal*, 14 (1), 97-113.
- Roelfs, A.P., Singh, R.P., & Saari. E.E. (1992). Rust Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 pages.
- Römheld, V., & Marschner, H. (1991). Function of micronutrients in plants. *Micronutrients in Agriculture*, 4, 297-328. <https://doi.org/10.2136/sssabookser4.2ed.c9>
- Saari, E.E., & Prescott, J.M. (1985). World distribution in relation to economic losses. In *Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control* (pp. 259-298). A.P. Roelfs, and Bushnell, W.R. (ed), Academic Press, Orlando, FL, USA. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-148402-6.50017-1>
- Samborski, D.J. (1985). Wheat leaf rust. In *Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control* (pp. 39-59). A.P. Roelfs, and Bushnell, W.R. (ed), Academic Press, Orlando, FL, USA. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-148402-6.50010-9>
- Scheuerell, S.J., & Mahaffee, W.F. (2006). Variability associated with suppression of gray mold (*Botrytis cinerea*) on geranium by foliar applications of nonaerated and aerated compost teas. *Plant Disease*, 90 (9), 1201-1208. <https://doi.org/10.1094/PD-90-1201>
- Sinha, M.K., Singh, R., & Jeyarajan, R. (1970). Graphiola leaf spot on date palm (*Phoenix dactylifera*): susceptibility of date varieties and effect on chlorophyll content. *Plant Disease Reporter*, 54, 617-19.
- Tekin, M., Cat, A., Akan, K., Bulut, H., & Akar, T. (2022). Evaluation of resistance of Turkish bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties to recently emerged *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* races. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 101928. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2022.101928>
- Tekin, M., Cat, A., Akan, K., Catal, M., & Akar, T. (2021). A new virulent race of wheat stripe rust pathogen (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on the resistance gene Yr5 in Turkey. *Plant Disease*, 105 (10), 3292. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-21-0629-PDN>
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., & Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14 (6), 415-421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>

Aşılı bazı karpuz çeşitlerinin soğukta muhafazasında kalite özelliklerindeki değişimler

Changes in quality characteristics of grafted some watermelon cultivars in cold storage

Mustafa ÜNLÜ¹, Veysel ARAS¹, Ahmet Erhan ÖZDEMİR², Ridvan ARSLAN³, Evren Çağlar EROĞLU²

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

³Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 02.02.2023 Accepted / Kabul: 25.09.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Karpuz Aşılama Anaç Hasat sonrası Soğukta muhafaza Kalite</p> <p>Keywords: Watermelon Grafting Rootstock Postharvest Cold storage Quality</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ahmet Erhan ÖZDEMİR erhan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Bu çalışmada, Nun9075 anacı üzerine aşılı 'Crimson Tide', 'Zeugma' ve 'Starburst' karpuz çeşitlerinin soğukta muhafazasında kalite özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Karpuzlar Tarım ve Orman Bakanlığı Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü (Erdemli, Mersin, Türkiye)'nde yetiştirilmiş ve 5 hafta süreyle 4 °C sıcaklık ve %90–95 oransal nemde depolanmıştır. Karpuzun 6 farklı kısmından meyve örneği alınmıştır. Farklı ortamlarda muhafaza edilen meyve örneklerinde fungal bozulmalar ve fizyolojik değişiklikler çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve ortaya çıkan farklılıklar kayıt edilmiştir. Analizler muhafaza süresince haftalık aralıklarla yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, depolama süresince her üç çeşitte de ağırlık kayıpları çok düşük (<1%) olmuştur. Muhafaza sırasında her üç çeşitte de fungal ve fizyolojik bozulmalar saptanmamıştır. Zeugma' ve 'Starburst' karpuz çeşitlerinin meyvelerinin SÇKM içerikleri 'Crimson Tide' karpuz çeşidi meyvelerinden daha yüksek olmuştur. TEA miktarı üzerine çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek glikoz ve fruktoz içeriği Zeugma' çeşidi meyvelerinde saptanmıştır. En yüksek sakaroz, C vitamini, antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriği 'Crimson Tide' meyvelerinde belirlenmiştir. 'Starburst' karpuz çeşitlerinin meyvelerinin meyve et rengi h° değeri diğer çeşitlerden daha yüksek bulunmuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, changes in the quality characteristics of 'Crimson Tide', 'Zeugma' and 'Starburst' watermelon cultivars grafted on Nun9075 rootstock were determined in cold storage. Watermelons were grown in the Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry Alata Horticultural Research Institute, Erdemli, Mersin, Türkiye and stored at 4 °C and 90–95% relative humidity for 5 weeks. Fruit samples were taken from 6 different parts of the watermelon. Fungal spoilage and physiological changes in fruit samples stored in different environments were analyzed using various physical and chemical methods and the differences were recorded. Analyzes were made at weekly intervals during storage. According to the findings, weight losses were very low (<1%) in all three cultivars during storage. No fungal or physiological deterioration was detected in all three cultivars during storage. TSS contents of the 'Zeugma' and 'Starburst2' watermelon cultivars were higher than the 'Crimson Tide' watermelon cultivars. The effects of cultivars on TA content were found to be statistically insignificant. The highest glucose and fructose contents were determined in 'Zeugma' variety fruits. The highest sucrose, vitamin C, antioxidant capacity and total phenolic content were determined in 'Crimson Tide' fruits. The fruit juice color h° value of the 'Starburst' watermelon cultivars was found to be higher than the other cultivars.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Ünlü, M., Aras, V., Özdemir, A.E., Arslan, R., & Eroğlu, E.Ç. (2023). Aşılı bazı karpuz çeşitlerinin soğukta muhafazasında kalite özelliklerindeki değişimler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 712-723. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1246799</p>

GİRİŞ

Karpuzun Dünya’da üretim miktarı 101.620.420 milyon tondur. Türkiye (%3.43), Çin (%59.19)’den sonra ikinci üretici ülke konumundadır. Karpuz, Türkiye’de 78.179 ha alanda, 3.49 milyon ton üretilmektedir(FAO, 2023).

Solunumunda ani yükseliş olmayan yani klimakterik göstermeyen (Aras ve ark., 2015) ve olgun meyvesi yenen bir sebze olan karpuzun etilen üretimi çok düşüktür (Suslow, 1997). Serinletici özelliği nedeniyle tercih sebebi olan karpuzun, şeker (Çandır ve ark., 2021) ve likopen içeriği yüksektir (Perkins-Veazie & Collins, 2006; Özdemir ve ark., 2018). *Acidovorax citrulli*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp. gibi tohum, toprak kökenli bakteriyel ve fungal hastalıklar karpuz yetiştiriciliğini sınırlayan faktörlerden olup, bu hastalıklara karşı, alternatif mücadele yöntemleri, düşük ve yüksek sıcaklıklara ile tuzluluğa dayanıklı anaçlar üzerinde yetiştiricilik konularında çalışmalar yoğun şekilde yapılmaktadır (Yetişir ve ark., 2003; Davis & Perkins-Veazie, 2005; Boughalleb ve ark., 2007; Swarcz ve ark., 2010; Yetişir & Uygur, 2010; Karaca ve ark., 2012; Mengulluoglu & Soylu, 2012; Tokgöz ve ark., 2015; Alan ve ark., 2007; 2018; Karaağaç ve ark., 2018; Zaaroor-Presman ve ark., 2020; Aras ve ark., 2022). Aşılamanın, verimi ve meyve boyutunu artırdığı, meyve kalitesini etkilediği ve hasat sonrası kaliteye olumlu katkısının olduğu bildirilmiştir (Zoran ve ark., 2022).

Karpuzlar doğrudan üretildikleri bostandan pazara gönderilmekte, yaz meyvesi olmasına rağmen hasat olumu, hasat, önsoğutma, soğukta muhafaza ve taşımaya dikkat edilmemektedir. Çoğu zaman karpuzlar yüksek sıcaklıklarda pazarlanmaktadır. Karpuz meyvelerinin hasat olumu, meyve sapındaki kulakçıkların ve sülüğün kuruması ve saptaki tüylerin dökülmesi ile meyvelerin çeşide özgü iriliğini alması gibi kriterlere göre izlenmektedir (Özdemir ve ark., 2014; Aras ve ark., 2015). Olgunlaşmanın hızlanması, meyve eti sertliğinin ve SÇKM içeriğinin azalması ve meyve et renginin değişmesi karpuzların kalitesini olumsuz etkilemektedir (Davis & Perkins-Veazie, 2005). Ayrıca karpuzlarda derim sonrası kalitenin depolama sırasındaki sıcaklık koşullarına ve oransal neme göre değiştiği (Perkins-Veazie & Collins, 2006; Yau ve ark., 2010) ve genelde 10-15 °C’de ve %85-90 oransal nemde depolandığı belirtilmiştir (Risse ve ark., 1990). Ferro ve RS841 anaçları üzerine aşılı ‘Crisby’ ve ‘Crimson Tide’ karpuz çeşitlerinin 7 °C’de 21 gün muhafaza edilebileceği (Özdemir ve ark., 2018), Ferro, RS841, Argentario ve Macis anaçları üzerine aşılı ‘Crisby’ ve ‘Crimson Tide’ karpuz çeşitleri meyvelerinin 0 °C’de kabuk ve meyve etinde üşüme zararı olmadan 7 gün depolanabileceği ve tat puanlarının aşısız meyvelerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Çandır ve ark., 2021). İki farklı anaç (TZ-148 ve Nurit) üzerine aşılı karpuzlarda budama ve meyve seyrletme uygulamalarının hasat sonrası kalite üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, yerel pazarlama simülasyonu olan 22 °C’de 4 gün bekletilen meyvelerin kalitesinin, meyve seyrletme ile birlikte Nurit anacından en çok etkilendiği ve budamadan daha az etkilendiği bildirilmiştir (Zaaroor-Presman ve ark., 2020). ‘Mahdia’ karpuz çeşidi 5 °C’de 15 gün süreyle depolanmış ve pazarlanabilirlik ve/veya beslenme kalitesinden ödün vermeden 10 güne kadar depolanabileceği belirlenmiştir (Tlili ve ark., 2022). Özdemir ve ark. (2022) aşısız ve Gürdal anacı üzerine aşılı ‘Paskal’ karpuz çeşidinin 4 °C sıcaklık ve %90–95 oransal nemde 5 hafta başarıyla depolamışlar, çalışmada meyvelerin 6 farklı yerinden meyve örnekleri alınmış ve Şekil 1.D’de verilen 1, 3 ve 6. kısımların kalite parametrelerinden SÇKM, TEA, C vitamini, fenolik madde miktarları, pH değeri, meyve et rengi L* ve h° değerlerinde öne çıktığı saptanmıştır.

Bu çalışmada, piyasada en fazla tutulan ve kullanılan Nun9075 anacı üzerine aşılı ‘Crimson Tide’, ‘Zeugma’ ve ‘Starburst’ karpuz çeşitlerinin soğukta muhafazasında kalite özelliklerindeki değişimler ve meyvelerin farklı kısımlarından alınan örneklerin meyve kalitesine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Tarım ve Orman Bakanlığı, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü (Erdemli, Mersin, Türkiye)’ne ait açık arazi (36° 37' 35.16" N 34° 20' 28.51" E) şartlarında yürütülmüştür. Nun9075 üzerine aşılı ‘Crimson Tide’ ‘Starburst’ ve ‘Zeugma’ karpuz çeşitlerinin fideleri Antalya Tarım A.Ş.’den sağlanmıştır. ‘Crimson Tide’ karpuz çeşidi

Syngenta Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından 13.08.1997 tarihinde sebze tohumluk kaydı yapılmış ve tescilli alınmıştır. 'Starburst' çeşidi Monsanto Gıda ve Tarım Tic. Ltd. Şti. tarafından 15.01.1997 tarihinde sebze tohumluk kaydı yapılmış ve tescilli alınmıştır. 'Starburst' çeşidi 'Crimson Tide' tipinde ve yaklaşık aynı büyüklüğe sahip olup yine çizgili bir çeşittir. 'Zeugma' çeşidi de yine Monsanto Gıda ve Tarım Tic. Ltd. Şti. tarafından 10.05.2006 tarihinde tescilli alınmıştır (Şekil 1). Nun9075 anacı, Nunhems tarafından 1.03.2017 tarihinde sebze tohumluk kaydı yapılmış ve *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* melezi anaçtır. Analizler sırasında karpuz meyvelerinin 6 farklı kısmından meyve örneği alınmıştır (Şekil 1).

Çalışma tınlı bünyeye sahip ve pH'ı 7.02 olan parselde yürütülmüştür. Parselin kireç içeriği %32.30 kalsiyum karbonat (CaCO_3), alınabilir potasyum miktarı $646.70 \text{ mg kg}^{-1}$ ve fosfor miktarı 65.20 mg kg^{-1} , organik maddesi %2.06'dır. Fideler $2.5 \times 0.7 \text{ m}$ aralık ve mesafelerle üzeri siyah malç örtülü ve eni 70 ve yüksekliği 40 cm seddelere dikilmiştir. Parselde damla sulama sistemi kullanılmıştır. Toprak tahlilinden sonra Güçdemir (2006)'ya göre gübreleme programı yapılmış ve her sulamada damla sulama sistemi ile birlikte verilmiştir. Sulama sistemi çalışmada fide dikimi ile başlamış ve iklime bağlı olarak ihtiyaç duyuldukça devam ettirilmiştir. Toprak analizi bulgularına göre $140\text{--}160 \text{ kg N ha}^{-1}$, $80\text{--}100 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ve $60\text{--}80 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ miktarlarında saf gübre kullanılmıştır. Fosforun tamamı toprak hazırlığı esnasında verilmiştir. Karpuzun üç büyüme dönemine göre azot ve potasyum üçe bölünerek verilmiştir. Birinci bölüm ilk dişi çiçek açma aşamasına kadar olan aşamadır. İkinci aşama, ilk dişi çiçeğin ortaya çıktığı zamandan meyvelerin elma büyüklüğüne gelene kadar geçen süreyi kapsar. Üçüncü aşama, meyvelerin elma iriliğine ulaşması ile hasat arasında geçen süreyi kapsamaktadır. Yabancı ot kontrolü mekanik olarak ve elle yapılırken, meyveler altıntop büyüklüğünü alana kadar 2-3 kez kırmızı örümcek ve diğer zararlılarla görüldükleri anlarda mücadele yapılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü parselin iklim parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir. Fidelerin dikildiği nisan ayında ortalama sıcaklık $15.6 \text{ }^\circ\text{C}$ ve nem %71.2 olukun, derimin yapıldığında sırasıyla $27.4 \text{ }^\circ\text{C}$ ve %72.3 olmuştur.

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü parselin iklim parametreleri

Table 1. Climate parameters of the trial parcel

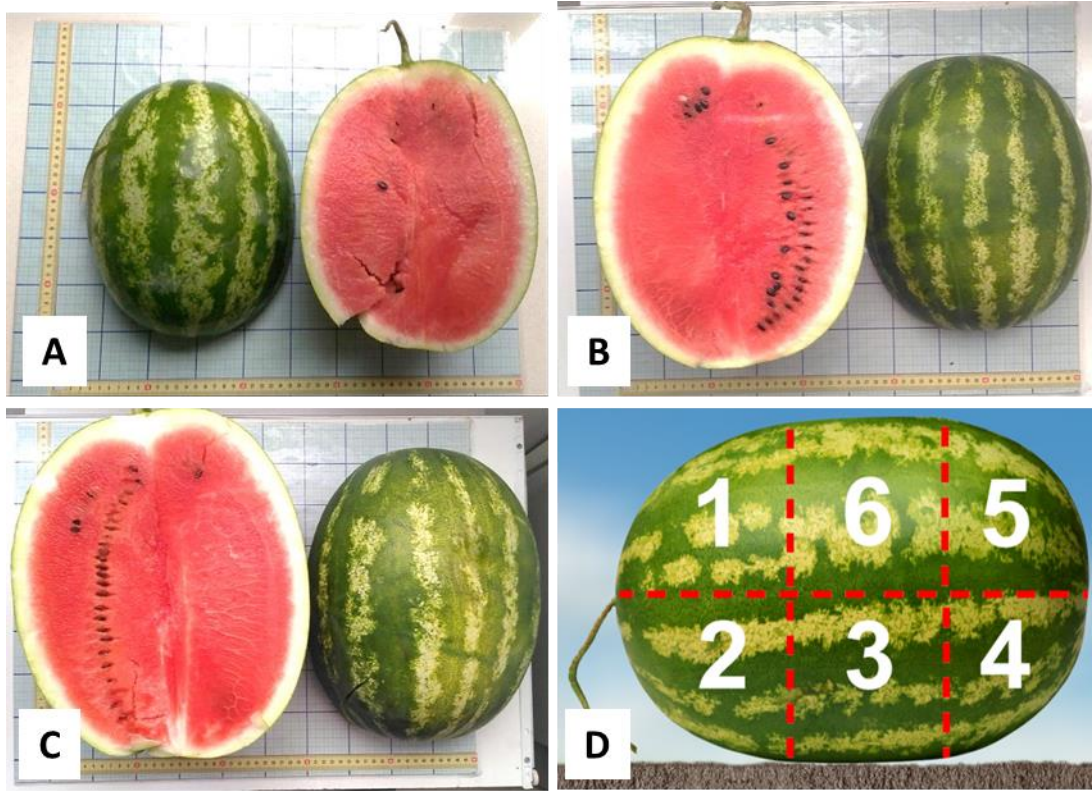
İklim Parametreleri	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Maksimum sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	28.9	35.5	32.3	32.5
Minimum sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	5.7	9.4	15.5	18.4
Ortalama sıcaklık ($^\circ\text{C}$)	15.6	21.4	25.3	27.4
Maksimum Nem (%)	84.4	82.6	82.1	78.8
Minimum Nem (%)	48.2	41.6	51.5	48.4
Ortalama Nem (%)	71.2	68.8	75.7	72.3
Yağış (mm kg m^{-2})	21.0	6.4	0.6	0.0

Nun9075 üzerine aşılı 'Crimson Tide' 'Starburst' ve 'Zeugma' karpuz çeşitlerine ait fideler 11 Nisan 2019 tarihinde dikilmiştir. Meyvelerin derimi kulakçık ve sülüklerin kuruduğu 02 Temmuz 2019 tarihinde yapılmıştır. Deneme alanından alınan her üç çeşide ait karpuz meyveleri hemen 5 hafta süreyle $4 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %90–95 oransal nemde haftada bir analiz olmak üzere muhafaza edilmiştir. Çalışmada her üç çeşit için de analizler meyvelerin 6 farklı yerinden meyve örnekleri alınmıştır. Meyve örneklerin alınma sıralaması Şekil 1'de verilmiştir.

İncelenen Meyve Kalite Parametreleri; Bazı kalite parametrelerinin analizi için alınan örnekler analiz edilinceye kadar $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de saklanmıştır.

Ağırlık kayıpları: 0.01 g 'a duyarlı teraziyle (Ohaus Adventurer, ABD) başlangıç ağırlığıyla karşılaştırılarak % olarak hesaplanmıştır.

Fungal ve fizyolojik bozulmalar: Muhafaza sırasında meyveler incelenmiş ve fungal ve fizyolojik bozulma gösterenler saptanarak % olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. 'Crimson Tide' karpuz çeşidinin meyvesi (A), 'Starburst' çeşidinin meyvesi (B), 'Zeugma' çeşidinin meyvesi (C), meyve üzerindeki örnekleme kısımları (D)

Figure 1. Fruit of 'Crimson Tide' watermelon cultivar (A), fruit of 'Starburst' cultivar (B), fruit of 'Zeugma' cultivar (C), sampling parts on fruit (D)

Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM,): Karpuz suyundan Atago ATC-1E Model (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) el refraktometresi ile % olarak saptanmıştır.

Titre edilebilir asit miktarı (TEA): Potansiyometrik metot ile belirlenmiştir. Bu yöntemde, karpuz suyundan 5 ml alınmış ve bu saf suyla 100 ml'ye tamamlanmış ve pH 8.1'e gelinceye kadar yapılan titrasyon sonucunda harcanan 0.1 N'lik NaOH miktarı yardımıyla ölçülmüş (Sadler, 1994) ve asitlik değeri malik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır.

pH değeri: Orion marka pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

C vitamini (L-Askorbik asit) miktarı: Yüksek basınç sıvı kromatografi (HPLC, Shimadzu LC20AD, Tokyo, Japonya) cihazında Cemeroğlu (2010)'na saptanmış ve "mg askorbik asit 100 ml usare⁻¹" olarak verilmiştir. Her tekerrürden elde edilen meyve suyundan 5 mL alınarak üzerine 5 mL % 2.5'lük m-fosforik asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım 4 °C'de 2500 x g'de 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0.5 mL alınıp %2.5'lik m-fosforik çözeltisi ile 4 mL'ye tamamlanmıştır. Bu karışım 0.45 µm'lik teflon filtreden geçirilerek, Inertsil ODS₃ kolon (4.6 × 250 mm, GL Science, Japan) kullanılmış, kolon sıcaklığı 25 °C, %2 KH₂PO₄ (pH 2.4), izokratik akış, 0.6 mL/d , 10 µL enjeksiyon hacmi, 15 dakika, 244 nm ile analizlenmiştir.

Antioksidan kapasite (mmol TE 100 ml⁻¹): Her çeşidin her uygulamasının her tekerrüründen alınan meyve örneği 4 °C'de 4000 rpm'de 20 dakika süre santirüjlenmiştir. Santrifüj edilmiş örnekten 5 ml alınıp üzerine 5 ml saf su eklenerek, vorteks ile karıştırılmıştır. Bu karışımından alınan 100 µl meyve suyu örneğine (distile su ile seyreltilmiş ve santrifüjlenmiş) 2.46 mL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH*; %50 etanolde 0.025g/l) ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde 100 µl distile su kullanılmıştır. Örneklerin absorbanı, vakit kaybedilmeden %100 metanole karşı 5, 10, 30, 45, 60 dakikalarda spektrofotometrede (Biotek power wave HT, ABD) 515 nm'de ölçülmüş, ölçümün sabitlendiği

60. dakika verileri kullanılmıştır. Antioksidant aktivitesi, eşitlik 1.0'a göre DPPH'nin inhibisyon %'si olarak ifade edilmiştir (Klimczak ve ark., 2007).

Toplam fenolik madde (mg GAE 100 ml⁻¹) miktarı: Spektrofotometrede Abdulkasım ve ark. (2007)'a göre saptanmıştır. Her tekerrürden elde edilen meyve suyu örneklerinin toplam fenolik bileşiklerin analizinde, örnekten 2 mL alınıp 8 mL % 80'lik metanolle karıştırıldıktan sonra 4000 rpm' de 20 dakika santrifüj edilmiştir (seyreltme faktörü 10/2=5 alınmıştır). Santrifüj sonucu elde edilen berrak kısımdan 50 µL cam tüpe alınıp üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 1500 µL saf su eklenip 10 dk bekletilmiştir. Daha sonra 50 µL %20'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenip 2 saat karanlıkta bekletilerek, örnek şahide karşı spektrofotometrede 765 nm'de okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı daha önce hazırlanan standart grafikten elde edilen eğimden yararlanılarak gallik asit cinsinden ifade edilmiştir.

Şekerler (mg 100 mg⁻¹): Fruktoz, glikoz ve sakaroz miktarları elde edilen meyve suları ½ sulandırılıp 0.45 µm'lik membran filtreden geçirilip, analize hazır hale getirilmiş ve yüksek basınç sıvı kromatografi (HPLC, Shimadzu LC20AD, Tokyo, Japonya) cihazında analiz için Bartolome ve ark. (1995)'den modifiye edilerek; Inertsil NH₂ kolon (4.6 × 250 mm; GL Science, Japan) kullanılmış, akış hızı 1.3 ml dak⁻¹, mobil faz %80 asetronitril + %20 saf su, kolon sıcaklığı 30 °C ve 25 dakika analiz süresince alıkonma zamanına göre belirlenmiş, pik alanına göre daha önce hazırlanan standart grafikten hesaplanmıştır.

Meyve et rengi ve meyve suyu rengi [C.I.E. L*a*b* skalasına göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı (McGuire, 1992) ile L* ve h° değeri ölçülmüştür.

Arazi denemesi 4 yinelemeli olarak ve her yinelemede 50 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Deneme 3 çeşit X 6 örnek alınan kısım X 6 muhafaza süresi X 4 yineleme ve toplamda 432 örnek, her yinelemede her üç karpuz çeşidine ait meyvelerden 3'er adet meyve olacak olacak şekilde kurulmuş, tesadüf blokları deneme desenine göre SAS software (SAS Institute, Cary, N.C.) ile varyans analizleri yapılmış (SAS, 2019) ve Tukey testi (P<0.05) ile önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Nun9075 üzerine aşılı 'Crimson Tide' 'Starburt' ve 'Zeugma' karpuz çeşitlerine ait meyvelerde soğukta muhafaza sonunda ağırlık kayıpları <%1 olmuş, ağırlık kayıplarına muhafaza süresi ve alınan meyve örneği kısımlarının etkisi istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (veri verilmemiştir). Ağırlık kayıplarının çok düşük olmasıyla ilgili bulgularımıza benzer sonuçlar Perkins Veazie & Collins (2006), Özdemir ve ark. (2010; 2018; 2022), Suárez-Hernández ve ark. (2016) ve Çandır ve ark. (2021) tarafından da alınmıştır. Muhafaza sırasında aşılı karpuz meyvelerinde fungal ve fizyolojik bozulmalar görülmemiştir. Özdemir ve ark. (2010; 2018; 2022) ve Çandır ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da fungal bozulma saptanmamıştır. Özdemir ve ark. (2018)'nın çalışmalarında da fizyolojik bozulma saptanmamıştır.

Soğukta muhafaza sırasında Nun9075 üzerine aşılı karpuzlarda SÇKM miktarı 'Crimson Tide' çeşidinde diğer çeşitlerden düşük olmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre 3. ve 6. kısımlarda SÇKM miktarı (sırasıyla %9.60 ve %9.51) en yüksek bulunurken, 4. kısımda (%8.43) en düşük bulunmuştur. Başlangıçta %9.23 olan SÇKM miktarı artış ve azalışlar göstermiş ve 5 hafta sonunda azalarak %8.11'e düşmüştür (Çizelge 2). Derim sonrası karpuz kalitesini SÇKM içeriğinin azalmasının olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Davis & Perkins-Veazie, 2005). Karpuzda SÇKM içeriği tadı etkilediğinden, çeşit, anaç, iklim ve yetiştiricilik koşulları dikkate alınmalıdır. Gürdal anacı üzerine aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin depolanmasında alınan meyve örneği kısmına göre Özdemir ve ark. (2022) bulgularımıza benzer sonuçlar almış ve SÇKM miktarı %10'un altında olmuştur. Soğukta muhafaza sırasında SÇKM içeriğinin Ferro ve RS841 anaçları üzerine aşılı 'Crisby' ve 'Crimson Tide' karpuz çeşitleri meyvelerinde %10'un üzerinde olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2018; Çandır ve ark., 2021). Bulgularımızdan farklı olarak, No:3, Nun 9075 ve TZ 148 anaçları üzerine aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidi SÇKM içeriklerindeki artışlar nedeniyle karpuz üreticilerine

önerilmiştir (Kurum ve ark., 2018). Farklı anaçlar üzerinde yetiştirilip 14 gün süreyle 15 °C'de depolanan karpuzlarda SÇKM üzerine muhafaza süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bildirimiştir (Suárez-Hernández ve ark., 2016).

Çizelge 2. Nun9075 üzerine aşıllı 'Crimson Tide' 'Starburst' ve 'Zeugma' karpuz çeşitlerinin soğukta muhafaza sırasında anaçlara ve alınan meyve örneği kısmına göre SÇKM (%) ve TEA (%) miktarları, meyve suyu pH değeri, C vitamini (mg 100 ml⁻¹), antioksidan kapasite (mmol TE 100 ml⁻¹) ve toplam fenolik madde (mg GAE 100 ml⁻¹) miktarlarında saptanan değişimler

Table 2. Changes in TSS (%) and TA (%) contents, fruit juice pH value, vitamin C (mg 100 ml⁻¹), antioxidant capacity (mmol TE 100⁻¹) and total phenolic compounds (mg GAE 100 ml⁻¹) in 'Crimson Tide', 'Zeugma' and 'Starburst' watermelon cultivars grafted on Nun9075 rootstock according to received fruit sample portion during cold storage

Çeşitler	SÇKM (%)	TEA (%)	pH değeri	C vitamini (mg 100 ml ⁻¹)	Antioksidan Kapasite (mmol TE 100 ml ⁻¹)	Toplam fenolik madde (mg GAE 100 ml ⁻¹)
'Crimson Tide'	8.94 b ^x	0.18	6.38 a	7.12 a	293.04 a	202.29 a
'Starburst'	9.08 a	0.19	6.04 b	6.13 c	263.63 c	183.78 c
'Zeugma'	9.07 a	0.18	6.05 b	6.58 b	280.40 b	191.15 b
D%5	0.10	Ö.D. n.s.	0.03	0.11	2.69	2.96
Alınan meyve örneği kısmı						
1	8.94 b	0.19 a	6.27 a	6.34 d	273.26 cd	191.24 abc
2	8.84 b	0.17 b	6.14 b	6.77 b	283.45 ab	189.68 bc
3	9.60 a	0.19 a	6.14 b	7.15 a	287.42 a	193.44 abc
4	8.43 c	0.18 ab	6.11 b	6.65 bc	278.62 bc	189.53 c
5	8.85 b	0.18 ab	6.12 b	6.37 d	278.65 bc	194.73 ab
6	9.51 a	0.19 a	6.13 b	6.48 c	272.58 d	195.83 a
D%5	0.18	0.01	0.05	0.19	5.90	5.09
Muhafaza süresi (Haftalar)						
0	9.23 b	0.17 cd	5.92 e	7.74 a	276.49 b	202.40 a
1	10.09 a	0.19 b	5.84 f	6.69 b	323.98 a	205.59 a
2	8.84 c	0.16 d	6.03 d	6.44 c	251.95 d	205.35 a
3	9.23 b	0.17 cd	6.14 c	7.74 a	276.41 b	202.40 a
4	8.66 c	0.21 a	6.27 b	6.06 d	276.83 b	166.07 c
5	8.11 d	0.18 bc	6.71 a	5.10 e	268.36 c	172.64 b
D%5	0.18	0.01	0.05	0.19	5.90	5.09

*Aynı harfle gösterilenler istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde farklı değildirler. Ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. *Those indicated by the same letter are not statistically different at the P<0.05 significance level. Means were compared with the Tukey test.

Aşıllı karpuzların muhafazasında TEA miktarı üzerine çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre 2. kısım hariç diğerlerinde en yüksek TEA miktarı saptanmıştır. Başlangıçta %0.17 olan TEA miktarında artış ve azalışlar olmuş, 4. haftada (%0.21) en yüksek değerine ulaşmış ve muhafaza sonunda azalarak %0.18 ile başlangıç değerine benzer olmuştur (Çizelge 2). TEA içeriğinin bulgularımıza benzer olarak depolama boyunca artış ve azalışlar gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Proietti ve ark., 2008; Çandır ve ark., 2013; 2022; Özdemir ve ark., 2010; 2018; 2022). Karpuzda TEA içeriği tadı etkilediğinden, TEA içeriğine anaç, iklim, bakım koşulları etkili olmaktadır.

Meyve suyu pH değeri depolanan aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde diğer çeşitlerden yüksek bulunmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre 1. kısımda pH değeri (6.27) en yüksek bulunurken, diğerleri 6.11 ile 6.14 arasında ve istatistiksel olarak birbirlerine benzer olmuştur. Başlangıçta 5.92 olan pH değeri azalış ve artışlar göstermiş ve 5. haftada artarak 6.71'e ulaşmıştır (Çizelge 2). Özdemir ve ark. (2022)'nin depolama sonunda meyve suyu pH değerinde artışlar olduğu sonucu bulgularımıza benzer bulunmuştur. Bulgularımızdan farklı olarak, Özdemir ve ark. (2018) ve Çandır ve ark. (2021) yaptıkları farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen 'Crimson Tide' karpuzlarında meyve suyu pH değerinin depolama sırasında bir miktar azaldığı bildirmişlerdir. Ayrıca, Gürdal anacı üzerine aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin depolanmasında 1. kısımda alınan meyve örneği kısmında pH değerinin en yüksek bulunması bulgularımızdan farklılık arz etmektedir (Özdemir ve ark., 2022).

Soğukta muhafazada aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde C vitamini miktarı ($7.12 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) en yüksek olurken, aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde ($6.13 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) en düşük olmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre 1 ve 5. kısımlarda C vitamini miktarı (sırasıyla 6.34 ve $6.37 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) en düşük bulunurken, 3. kısımda ($7.15 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) en yüksek bulunmuştur. Başlangıçta $7.74 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ olan C vitamini miktarı azalışlar göstererek 5. haftada $5.10 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ 'ye düşmüştür (Çizelge 2). Zaaroor-Presman ve ark. (2020) aşılı karpuzlarda C vitamini miktarının yüksek olduğunu bildirmiştir. Diğer sebzelerle göre daha fazla ve çiğ olarak tüketilmesi karpuzun C vitamini yönüyle önemli bir sebze olduğu bildirilmiştir (Karaağaç ve ark., 2018). Bulgularımızdan farklı olarak, C vitamini içeriğinin aşılı ve aşısız karpuzlarda $2.60\text{--}3.50 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ arasında olduğu bildirilmiştir (Balkaya ve ark., 2018). Özdemir ve ark. (2022) 1 ve 5. kısımlarda bulgularımızın aksine en yüksek C vitamini miktarına sahip olduğunu saptamışlardır.

Aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde antioksidan aktivite ($293.04 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$) en yüksek olurken, aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde ($263.63 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$) en düşük olmuştur. Alınan meyve örneği kısımlarında antioksidan aktivite $272.58\text{--}287.42 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$ arasında olurken, en yüksek 3. kısımda $287.42 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$ ve en düşük 6. kısımda ($272.58 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$) olmuştur. Başlangıçta $276.49 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$ olan antioksidan aktivite artış ve azalışlar göstermiş ve 5 hafta sonunda azalarak $268.36 \text{ mmol TE } 100 \text{ ml}^{-1}$ 'ye düşmüştür (Çizelge 2). Gürdal anacı üzerine aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin depolanma süresi uzadıkça benzer olarak antioksidan aktivitenin düştüğü bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2022).

Depolama sırasında aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde toplam fenolik madde miktarı ($202.29 \text{ mg GAE } 100 \text{ ml}^{-1}$) en yüksek olurken, aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde ($183.78 \text{ mg GAE } 100 \text{ ml}^{-1}$) en düşük olmuştur. Alınan meyve örneği kısımlarında toplam fenolik madde miktarı $189.53\text{--}195.83 \text{ mg GAE } 100 \text{ ml}^{-1}$ arasında olmuştur. Başlangıçta $202.40 \text{ mg GAE}/100 \text{ ml}$ olan toplam fenolik madde miktarı artışlar göstermiş ve 4 haftadan itibaren azalarak, 5. hafta sonunda $172.64 \text{ mg GAE}/100 \text{ ml}$ 'ye düşmüştür (Çizelge 2). Aşılı karpuzlarda fenolik içeriğin yüksek olduğunu Evrenosoğlu ve ark. (2010) bildirilmiştir. Özdemir ve ark. (2022) tarafından aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin muhafazasında bulgularımıza benzer olarak toplam fenolik madde miktarının düştüğü bildirilmiştir.

Muhafaza sırasında aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde şekerlerden fruktoz miktarı ($1.84 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en düşük olurken, aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde ($2.23 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek olmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre en düşük fruktoz miktarı 3. kısımda ($1.95 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) olurken, 6. kısımda ($2.10 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek olmuştur. Başlangıçta $1.01 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$ olan fruktoz miktarı artış ve azalışlar göstermiş, 1. hafta ($2.41 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek olmuş ve muhafaza sonunda azalarak $1.88 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$ ile başlangıç değerinden yüksek olmuştur (Çizelge 3). Aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde şekerlerden glikoz miktarı ($0.97 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek olurken, aşılı 'Zeugma' karpuz çeşidinde ($0.79 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en düşük olmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre 1. ve 6. kısımlarda glikoz miktarı (sırasıyla 1.01 ve $1.02 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek bulunurken, 4. kısımda ($0.72 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en düşük bulunmuştur. Başlangıçta $0.36 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$ olan glikoz miktarı artışlar göstermiş, en yüksek 1. hafta ($1.29 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) olmuş ve 5 hafta sonunda biraz azalarak $1.10 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$ olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Şekerlerden sakkaroz her üç çeşitte de en fazla bulunan şeker olmuştur. Aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde şekerlerden sakkaroz miktarı ($4.49 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek olurken, aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde ($3.59 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en düşük olmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre 3. ve 6. kısımlarda sakkaroz miktarı (sırasıyla 4.27 ve $4.37 \text{ mg } 100 \text{ mg}^{-1}$) en yüksek bulunurken, diğerleri

3.71–3.90 mg 100 mg⁻¹ arasında ve istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur. Başlangıçta 2.40 mg 100 mg⁻¹ olan sakkaroz miktarı artış ve azalışlar göstermiş, 2. hafta (5.58 mg 100 mg⁻¹) en yüksek olmuş ve muhafaza sonunda biraz azalarak 4.09 mg 100 mg⁻¹ olmuştur (Çizelge 3). Karpuzlarda en fazla bulunan şekerin sakkaroz olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Kyriacou & Soteriou, 2015; Özdemir ve ark., 2016; 2018; Çandır ve ark., 2013; 2021). Aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin muhafazasında da bulgularımıza benzer sonuçlar alınmıştır (Özdemir ve ark., 2022).

Çizelge 2. Nun9075 üzerine aşılı 'Crimson Tide' 'Starburst' ve 'Zeugma' karpuz çeşitlerinin soğukta muhafaza sırasında anaçlara ve alınan meyve örneği kısmına göre şekerlerde (mg 100 mg⁻¹), meyve et rengi ve meyve suyu renginde saptanan değişimler

Table 2. Changes in sugars (mg 100 mg⁻¹), fruit flesh color and fruit juice color in 'Crimson Tide', 'Zeugma' and 'Starburst' watermelon cultivars grafted on Nun9075 rootstock according to received fruit sample portion during cold storage

Çeşitler	Şekerler (mg 100 mg ⁻¹)			Meyve et rengi		Meyve suyu rengi	
	Fruktoz	Glikoz	Sakkaroz	L* değeri	h° değeri	L* değeri	h° değeri
'Crimson Tide'	1.84 c ^x	0.86 b	4.49 a	41.23 ab	34.83 b	22.03	21.40 b
'Starburst'	2.23 a	0.97 a	3.59 c	40.18 b	34.37 b	21.91	22.14 a
'Zeugma'	2.00 b	0.79 c	3.82 b	42.52 a	35.76 a	22.10	21.21 b
D% ₅	0.04	0.03	0.09	Ö.D. ^y n.s.	0.91	Ö.D. n.s.	Ö.D. n.s.
Alınan meyve örneği kısmı							
1	2.06 ab	1.01 a	3.77 b	38.46 de	33.50 d	21.68 c	21.52 ab
2	1.98 b	0.86 b	3.78 b	37.92 e	33.64 cd	22.00 ac	21.26 b
3	1.95 c	0.83 b	4.27 a	40.39 cd	34.73 bc	21.93 bc	21.70 ab
4	2.01 bc	0.72 c	3.71 b	44.93 a	36.59 a	22.32 a	22.42 a
5	2.04 ab	0.82 b	3.90 b	43.88 ab	35.83 ab	22.22 ab	21.42 ab
6	2.10 a	1.02 a	4.37 a	42.28 bc	35.63 ab	21.92 bc	21.19 b
D% ₅	0.08	0.05	0.19	2.45	1.25	0.33	1.02
Muhafaza süresi (Hafta)							
0	1.01 d	0.36 d	2.40 f	41.50 ab	34.33 c	21.37 c	21.65 c
1	2.41 a	1.29 a	4.77 b	39.66 b	32.19 d	24.50 a	18.22 e
2	2.10 b	0.69 c	5.58 a	40.82 ab	33.73 c	22.43 b	19.69 d
3	2.35 a	0.74 c	3.12 e	41.50 ab	34.31 c	21.37 c	21.65 c
4	2.39 a	1.08 b	3.82 d	41.77 ab	36.91 b	21.07 c	23.10 b
5	1.88 c	1.10 b	4.09 c	42.60 a	38.44a	21.35 c	25.21 a
D% ₅	0.08	0.05	0.19	2.45	1.25	0.33	1.02

^xAynı harfle gösterilenler istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde farklı değildirler. Ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. ^yThose indicated by the same letter are not statistically different at the P<0.05 significance level. Means were compared with the Tukey test.

^yÖ.D.: Önemli değil n.s: non significant

Depolamada aşılı karpuz çeşitlerinin meyve et rengi L*, meyve suyu L* ve h° değerlerine etkisi istatistiksel olarak farksız olmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre meyve et rengi L* değeri en düşük 2. kısımda (37.92) olurken, en yüksek 4. kısımda (44.93) olmuştur. Depolama koşullarında karpuzlarda parlak kırmızıdan turuncu-kırmızıya renk değişiminin az olması, depo sıcaklık koşullarına ve depolama sırasında geçirilen sürenin bir sonucu olarak yaşlanma düzeyi ile ilişkili olduğunu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Gil ve ark., 2006; Perkins-Veazie & Collins, 2006; Suárez-Hernández ve ark., 2016). Başlangıçta 41.50 olan L* değeri muhafaza sonunda artarak 42.60'a ulaşmıştır

(Çizelge 3). Meyve et rengi karpuzda tüketici kabulünü doğrudan etkilediğinden, Nun9075 anacı üzerine aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde de başlangıç değerlerimize benzer değerler alınmıştır (Kurum ve ark., 2018). Yapılan bir çalışmada anaçların meyve et rengi parlaklığına etkilerinin farklı olduğu bildirilmiştir (Balkaya ve ark., 2018). Çandır ve ark. (2021) tarafından meyve et rengi L* değerine depolama süresinin etkisinin istatistiksel olarak benzer olduğu belirlenmiştir. Aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin muhafazasında da bulgularımıza benzer sonuçlar alınmıştır (Özdemir ve ark., 2022). Bulgularımızın aksine, önceki çalışmalarda 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde meyve et rengi L* değerinin depolama boyunca azaldığı bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2016; 2018).

Meyve et rengi h° değeri depolanan aşılı 'Zeugma' karpuz çeşidinde diğer çeşitlerden yüksek bulunmuştur. Alınan meyve örneği kısmına göre h° değeri en düşük 1 ve 2. kısımlarda (sırasıyla 33.50° ve 33.64°) olurken, 4, 5 ve 6. kısımlar (35.63°–36.59°) birbirine benzer ve en yüksek olmuştur. Başlangıçta 34.33° olan h° değeri dalgalanmalar göstermiş ve 5. haftada artarak 38.44°'e ulaşmıştır (Çizelge 3). Bir çalışmada, Nun9075 anacı üzerine aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde meyve et rengi h° değeri 29.97° olurken, başlangıç değerlerimizden düşük bulunmuştur (Kurum ve ark., 2018). Benzer şekilde aşılı ve aşısız 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde başlangıç değerleri (26.67° ile 29.05°) Tokgöz ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada düşük bulunmuştur. Bulgularımıza benzer olarak, 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde depolama sırasında meyve et rengi h° değerinin arttığı bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2018; Çandır ve ark. 2021). Aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin muhafazasında da h° değerinin arttığı saptanmıştır (Özdemir ve ark., 2022).

Alınan meyve örneği kısmına göre 4. kısımda meyve suyu L* değeri (22.32) en yüksek olurken, 1. kısımda (21.68) en düşük olmuştur. Başlangıçta 21.37 olan meyve suyu L* değeri 1. hafta (24.50) en yüksek ve muhafaza sonunda başlangıç değerine (21.35) benzer olmuştur (Çizelge 3). Alınan meyve örneği kısmına göre 2 ve 6. kısımlarda meyve suyu h° değeri (sırasıyla 21.26° ve 21.19°) en düşük bulunurken, diğerleri birbirine benzer ve en yüksek bulunmuştur. Başlangıçta 21.65° olan meyve suyu h° değeri 5. haftada artarak 25.21° olmuştur (Çizelge 3). Bulgularımıza benzer olarak, Nun9075 anacının 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin muhafazasında da meyve suyu L* ve h° değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Özdemir ve ark., 2022). Bulgularımızdan farklı olarak, Aşılı 'Paskal' karpuz çeşidi meyvelerinin muhafazasında alınan meyve örneği kısmına göre meyve suyu L* değeri 1. ve meyve suyu h° değeri de 6. kısımlarda en yüksek bulunmuştur (Özdemir ve ark., 2022).

Sonuç olarak, kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde; muhafaza süresince her üç çeşitte de ağırlık kaybı <%1 olmuş, fungal ve fizyolojik bozulmalar görülmemiştir. Her üç çeşitte sakkaroz en yüksek olmuştur. TEA miktarı, meyve et rengi L*, meyve suyu L* ve h° değerleri üzerine çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. SÇKM, C vitamini, toplam fenolik madde ve sakkaroz miktarları, meyve suyu pH değeri ve antioksidan aktivite depolanan Nun9075 üzerine aşılı 'Crimson Tide' karpuz çeşidinde en yüksek olurken, aşılı 'Starburt' karpuz çeşidinde şekerlerden fruktoz ve glikoz miktarları en yüksek olmuştur. Nun9075 üzerine aşılı 'Crimson Tide' 'Starburt' ve 'Zeugma' karpuz çeşitleri 4 °C'de ve %90–95 oransal nemde başarıyla muhafaza edilebilmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne, Tarım Sigortaları Havuzuna ve Antalya Tarım A.Ş.'e teşekkür ederler.

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 ederler.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

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. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58 (1), 77-85. <https://doi.org/10.1080/09637480601140946>
- Alan, O., Şen, F., & Duzyaman, E. (2018). The effectiveness of growth cycles on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. *Food Science and Technology*, 38 (1), 270-277. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.20817>
- Alan, Ö., Özdemir, N., & Günen, Y. (2007). Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. *Journal of Agronomy*, 6, 362-365.
- Aras, V., Özdemir, A.E., Yetişir, H., Çandır, E., Güler, Z., Aslan, Ö., Üstün, D., Baltaer, Ö., & Ünlü, M. (2015). Sergen koşullarda aşılı Crimson Tide çeşidi karpuzlarda kalite parametrelerindeki değişimler. *Alatarım*, 14 (1), 9-18.
- Aras, V., Sarı, N., & Solmaz, İ. (2022). Effects of Cucurbita, Lagenaria and Citrullus rootstocks on pollen and fruit characters, seed yield and quality of F1 hybrid watermelon. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 6 (4), 683-693. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2022.4.24>
- Balkaya, A., Güngör, B., Sarıbaş, Ş., & Yıldız, S. (2018). Determination of the effects of pumpkin rootstock on yield and fruit quality in mini watermelon cultivation. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (özel sayı), 237-246. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.381414>
- Bartolome, A.P., Ruperez, P., & Fuster, C. (1995). Pineapple fruit: Morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. *Food Chemistry*, 53, 75-79.
- Boughalleb, N., Tarchoun, N., El Mbarki, A., & El Mahjoub, M. (2007). Resistance evaluation of nine cucurbit rootstocks and grafted watermelon (*Citrullus lanatus* L.) varieties against Fusarium wilt and Fusarium crown and root rot. *Journal of Plant Sciences*, 2 (1), 102-107. <https://doi.org/10.3923/jps.2007.102.107>
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, No: 34.
- Çandır, E., Özdemir, A.E., Yetişir, H., Aras, V., Arslan, Ö., Baltaer, Ö., & Ünlü, M. (2021). Effects of chilling injury, physical and biochemical changes on grafted watermelons stored at low temperature. *HortiS*, 38 (2), 71-84. <http://doi.org/10.16882/HortiS.951086>
- Çandır, E., Yetişir, H., Karaca, F., & Üstün, D. (2013). Phytochemical characteristics of grafted watermelon on different bottle gourds (*Lagenaria siceraria*) collected from the Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37, 443-456. <https://doi.org/10.3906/tar-1207-21>
- Davis, A.R., & Perkins-Veazie, P. (2005). Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 28, 39-42.
- Evrenosoğlu, Y., Alan, Ö., & Özdemir, N. (2010). Leaf phenolic content of some squash rootstocks used on watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) growing and phenolic accumulation on grafted cultivar. *African Journal of Agricultural Research*, 5, 732-737. <https://doi.org/10.5897/AJAR09.776>
- FAO (2023). Faostat Statistical Database. www.fao.org (Erişim Tarihi: 15.01.2023).
- Gil, M.I., Aguayo, E., & Kader, A.A. (2006). Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (12), 4284-4296. <https://doi.org/10.1021/jf060303y>
- Güçdemir, İ.H. (2006). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Güncelleştirilmiş ve Genişletilmiş 5. Baskı. T.C Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 231 (T69).

- Karaağaç, O., Balkaya, A. & Kafkas, N.E. (2018). Karpuzda (*Citrullus lanatus*) meyve kalitesi ve aroma özellikleri üzerine anaçların etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33, 92-104. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.381414>
- Karaca, F., Yetişir, H., Solmaz, I., Çandır, E., Kurt, Ş., Sarı, N., & Güler, Z. (2012). Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: Plant growth, yield and quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36, 167-177. <https://doi.org/10.3906/tar-1101-1716>
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., & Gliszczynska-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. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.02.012>
- Kurum, R., Çelik, İ. & Eren, A. (2018). Effects of rootstocks on fruit yield and some quality traits of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Derim*, 34 (2), 91-98. <https://doi.org/10.16882/derim.2017.283012>
- Kyriacou, M.C., & Soteriou, G. (2015). Quality and postharvest performance of watermelon fruit in response to grafting on interspecific cucurbit rootstocks. *Journal of Food Quality*, 38, 21-29. <https://doi.org/10.1111/jfq.12124>
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective colour measurement. *HortScience*, 27, 1254-1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>
- Mengulluoglu, M., & Soylu S. (2012). Antibacterial activities of essential oils from several medicinal plants against the seed-borne bacterial disease agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Research on Crops*, 13, 641-646.
- Özdemir, A.E., Aras, V., Ünlü, M., Arslan, R., & Eroğlu, Ç. (2022). Aşılı ve Aşısız 'Paskal' Karpuz Çeşidinde Hasat Sonrası Meyve Kalitesindeki Değişimler. V. *International Agriculture Congress*, 06–09 December 2022 (Online), 207–215.
- Özdemir, A.E., Candır, E., Yetişir, H., Aras, V., Arslan, Ö., Baltaer, Ö., Üstün, D., & Ünlü, M. (2016). Effects rootstocks on storage and shelf life of grafted watermelons. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 191-201. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.024>
- Özdemir, A.E., Çandır, E., Yetişir, H., Aras, V., Arslan, Ö., Baltaer, Ö., Üstün, D., & Ünlü, M. (2018). Rootstocks affected postharvest performance of grafted 'Crisby' and 'Crimson Tide' watermelon cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 24, 453-462.
- Özdemir, A.E., Çandır, E., Yetişir, H., Aras, V., Arslan, Ö., Karaca, F., & Üstün, D. (2010). Storage and shelf life of grafted watermelons. *Cucurbitaceae 2010 Proceedings*, 14-18 Kasım 2010, Charleston, South Carolina, ABD, 280–283.
- Özdemir, A.E., Yetişir, H., Çandır, E., Aras, V., Arslan, Ö., Üstün, D., & Ünlü, M. (2014). Aşılı üretilen Crimson Tide karpuz çeşidinin hasat olum zamanının saptanması. *Alatırım Dergisi*, 13 (2), 9-14.
- Perkins-Veazie, P., & Collins, J.K. (2006). Carotenoid changes of intact watermelons after storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 5868-5874. <https://doi.org/10.1021/jf0532664>
- Proietti, S., Roupheal, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M., Rea, E., Moscatello, S., & Battistelli, A. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 1107-1114. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3207>
- Risse, L.A., Brecht, J.K., Sargent, S.A., Locascio, S.J., Crall, J.M., Elmstrom, G.W., & Maynard, D.N. (1990). Storage characteristics of small watermelon cultivars. *American Society for Horticultural Science*, 115 (3), 440-443. <http://journal.ashspublications.org/content/115/3/440.full.pdf>
- Sadler, G.O. (1994). *Titrateable acidity*. Chapter 6 (Ed: Nielsen, S.S., Introduction to the Chemical Analysis of Foods). Jones and Bartlett Publishers, Borton, USA, 81-91.
- SAS (2019). SAS Users Guide; SAS/STAT, Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- Schwarz, D., Roupheal, Y., Colla, G., & Venema, J.H. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127 (2), 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.016>

- Suárez-Hernández, Á.M., Grimaldo-Juárez, O., García López, A.M., González-Mendoza, D., & Huitrón Ramírez, M.V. (2016). Influence of rootstock on postharvest watermelon quality. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23 (1), 49-58. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.06.019>
- Suslow, T.V. (1997). Watermelon: Recommendations for maintaining postharvest quality. https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=60&ds=798
- Tlili, I., Ilahy, R., Rached, Z., Ali, A.B., Arfaoui, K., & R'him, T. (2022). Effect of the storage period on the antioxidant properties of different watermelon cultivars grown in Tunisia. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10 (6), 1138-1141. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i6.1138-1141.4937>
- Tokgöz, H., Gölükçü, M., Toker, R., & Yıldız Turgut, D. (2015). Karpuzun (*Citrullus lanatus*) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine aşılı fide kullanımı ve hasat zamanının etkileri. *Gıda*, 40 (5), 263-270. <https://doi:10.15237/gida.GD15011>
- Yau, E.W., Rosnah, S., Noraziah, M., Chin, N.L., & Osman, H. (2010). Physico-chemical compositions of the red seedless watermelons (*Citrullus lanatus*). *International Food Research Journal*, 17, 327-334. [http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20\(02\)%202010/IFRJ-2010-327-334_Rosnah_UPM\[1\].pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20(02)%202010/IFRJ-2010-327-334_Rosnah_UPM[1].pdf)
- Yetisir, H., & Uygur, V. (2010). Responses of grafted watermelon onto different gourd species to salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 33 (3), 315-327. <https://doi:10.1080/01904160903470372>
- Yetişir, H., Sarı, N., & Yücel, S. (2003). Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica*, 31 (2), 163-169.
- Zaaroor-Presman, M., Alkalai-Tuvia, S., Chalupowicz, D., Beniches, M., Gamliel, A., & Fallik, E. (2020). Watermelon rootstock/scion relationships and the effects of fruit-thinning and stem-pruning on yield and postharvest fruit quality. *Agriculture*, 10 (366), 1-8. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090366>
- Zoran, I.S., Lidija, M., Ljubomir, S., & Fallik, E. (2022). Shading net and grafting reduce losses by environmental stresses during vegetables production and storage. *Biology and Life Sciences Forum*, 2, 1-12. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Siyah Alaca ineklerde buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler

The relations between post partum body condition and milk yield traits in Holstein Friesian cows

Şahin TÜFENK¹, İbrahim TAPKI²

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Antakya-Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 24.08.2023 Accepted / Kabul: 27.09.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Süt verim özellikleri Vücut kondisyonu Buzağılama sonrası Siyah Alaca</p> <p>Keywords: Milk yield traits Body condition Post calving Holstein Friesian</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: İbrahim TAPKI ibtapki@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Bu çalışmada, 55 baş Siyah Alaca ırkı inekte buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İnekler, vücut kondisyon puanlarına göre birinci (VKP<3) ve ikinci grup (VKP≥3) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Vücut kondisyon puanlamasında 5'lik puan sistemi kullanılmıştır. Birinci ve ikinci inek gruplarında, buzağılama sonrası ilk 1. aydaki vücut kondisyon puanı (BS1: 2.82, 3.36), buzağılama sonrası 5. aydaki vücut kondisyon puanı (BS5: 3.21, 3.57), kuru dönem ile buzağılama sonrası ilk 1. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki düşüş (DÜŞÜŞ: 1.23, 0.80), laktasyonun 1. ve 5. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış (ARTIŞ1: 0.39, 0.21), laktasyonun 1. ve 7. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış (ARTIŞ2: 0.93, 0.64) ile süt verim özellikleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Günlük süt verimi, laktasyon süt verimi, 305 günlük süt verimi, laktasyon süresi ve kuruda kalma süresi birinci ve ikinci grup inekler için sırasıyla; 22.35, 25.98 kg; 5572.96, 6435.18 kg; 5572.96, 6338.57 kg; 278.15, 306.68 gün; 71.22 ve 60.25 gün olarak tespit edilmiştir. Süt verim özellikleri ile kuru dönem vücut kondisyon puanı (KD), BS1, BS5 ve BS7 arasında negatif yönde, DÜŞÜŞ ve ARTIŞ2 arasında ise pozitif yönde önemli (p<0.05) korelasyonlar belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, buzağılama sırasında orta düzeyde vücut kondisyonuna sahip olan ineklerde süt verim düzeylerinin daha iyi durumda olduğunu ve metabolik hastalıkların daha az sıklıkla görüldüğünü ortaya koymuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the relationships between post-calving body condition and milk yield characteristics were investigated in 55 Holstein Friesian cows. Cows were divided into two groups according to their body condition scores as the first (VKP<3) and the second group (VKP≥3). A 5-point scale system was used in body condition scoring. In the first and second cow groups, body condition score at the 1st month after calving (BS1: 2.82, 3.36), the body condition score at the 5th month after calving (BS5: 3.21, 3.57), the decrease in body condition score between the 1st month after calving (DECREASE: 1.23, 0.80), the increase in body condition score between the 1st and 5th months of lactation (INCREASE 1: 0.39, 0.21) and the increase in body condition score between the 1st and 7th months of lactation (INCREASE2: 0.93, 0.64), and milk yield characteristics differences were found to be statistically significant (p<0.05). Daily milk yield, lactation milk yield, 305 days milk yield, lactation period and dry period for the first and second group cows respectively; 22.35, 25.98 kg; 5572.96, 6435.18 kg; 5572.96, 6338.57 kg; 278.15, 306.68 days; 71.22 and 60.25 days were determined. While negatively correlations between milk yield traits and body condition score of dry period (DP), BS1, BS5 and BS7, positively correlations between milk yield traits and DECREASE and INCREASE2 were found significantly (p<0.05). These results show that cows having medium level body condition score in calving have better milk yield and lower incidence of metabolic diseases.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Tüfenk, Ş., & Tapkı, İ. (2023). Siyah Alaca ineklerde buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 724-736. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1349088</p>

GİRİŞ

Süt sığırcılığı işletmelerinin en yüksek gelirini süt ve hayvan satışları oluşturduğundan, işletmelerin yüksek verimli ineklerle üretime başlamaları ve yetiştirme teknikleri sayesinde de süt verimlerini sürekli artırma yönünde çaba harcamaları gerekmektedir. Süt verimini etkileyen genetik ve çevresel faktörlerin her ikisi de yetiştiricilerin kontrolü altındadır. İyi bir işletmeci, işletmenin elinde bulunan kaynakları en iyi şekilde kullanarak en yüksek kazancı elde edebilmelidir (Saraç & Tapkı, 2017).

Süt veriminin yüksek olduğu laktasyon başlangıcında enerji, protein ve mineral madde gibi besin maddelerinin yetersiz alınması durumunda, inekler süt üretimini devam ettirmek amacıyla kendi vücutlarındaki bu besin maddelerine ait rezervleri kullanmakta ve buna bağlı olarak ta vücut ağırlığı ile kondisyonlarında bir düşüş meydana gelmektedir (Aeberhard ve ark., 2001). İdeal canlı ağırlık, inekten ineğe değişiklik göstermesine rağmen, ideal olan vücut kondisyon puanlaması (VKP) bütün inekler için aynıdır (Eversole ve ark., 2000). İneklerin vücut kondisyonlarında oluşabilecek her bir puanlık kondisyon kaybının, canlı ağırlıkta yaklaşık %10, yani diğer bir ifadeyle 40-80 kg'lık bir canlı ağırlık kaybına eşdeğer olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Ferguson, 1993; Encinas & Lardy, 2000; Mangione, 2001). Ayrıca, Pennington (2004)'e göre, iri yapılı ineklerin bir puanlık kondisyon artışı sağlayabilmesi için, dar ve küçük yapılı ineklere oranla daha fazla vücut ağırlığı kazanması gerekmektedir. Bu canlı ağırlık ve vücut kondisyonundaki değişiklikler ise ucuz, kolay ve alternatif bir yöntem olan vücut kondisyon puanlaması (VKP) ile başarılı bir şekilde izlenebilmektedir (Heuer ve ark., 1999). Vücut kondisyonu (VK), canlı hayvanın vücudundaki yağ, yağ ve yağ olmayan madde miktarına oranıdır (Wright & Russel, 1984). Ayrıca, vücut yağ ya da enerji rezervinin dışı yansıması olup, ineklerin genel vücut sağlığı, süt verim özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, erken laktasyon dönemindeki ineklerde vücut kondisyonundaki değişimin belli aralıklarla yapılacak gözlem ve değerlendirmeler ile sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir (Parker, 1994). Vücut kondisyon puanlaması (VKP) ise, laktasyondaki ya da kuru dönemdeki ineklerin canlı ağırlıkları ve vücut ölçülerine bakılmaksızın vücutlarındaki yağ miktarının, elle dokunularak görsel olarak değerlendirilmesidir (Hady ve ark., 1994; Gallo ve ark., 1996). Bu yöntem sayesinde, ineklerin enerji ihtiyaçlarının değişiklik gösterdiği, laktasyonun değişik dönemlerinde optimum düzeyde beslenmeleri sağlanarak, süt verim performanslarının artırılması mümkün olmaktadır (Daşkın, 2005). Bazı araştırmacılar, vücut kondisyonunun, süt sığırlarında süt üretimini doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir (Jilek ve ark., 2008; Castaneda-Gutierrez ve ark., 2009). Süt sığırları, ihtiyaçları olan enerjiyi, tükettikleri yemlerle alamadığında, vücutlarında yağ mobilizasyonu başlamaktadır. Doğum sonrası 10-12 hafta boyunca yüksek süt verimine bağlı olarak, enerji ihtiyacı hızla yükselmekte ve bu durum negatif enerji dengesine yol açmaktadır (Butler & Smith, 1989; Butler, 2003). Sütçü ineklerin %80'inde gözlenen negatif enerji dengesi sonucu oluşan enerji açığı, vücut yağlarının kullanılması ile karşılanmaktadır (Montiel & Ahuja, 2005). Vücut yağlarının kullanılması, vücut kondisyonunda değişimlere (Rastani ve ark., 2001) yol açmakta ve bu değişimler de süt verim performansında düşümlere neden olmaktadır (Ferguson ve ark., 1994; Gillund ve ark., 2001). İneklerin çok zayıf veya aşırı yağlı olması, süt verimini düşürerek, işletme ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Aşırı yağlı inekler, zayıf kondisyonlu ineklere oranla, metabolik hastalıklara daha fazla yakalanmaktadır (Wattiaux, 2008). Zayıf bir vücut kondisyonu ile süt üretime başlayan inekler, negatif enerji açığını kapatacak yeterli yağ rezervine sahip olmadıklarından, bu gruptaki ineklerin pik dönem süt verim miktarları, normal bir vücut kondisyonuna sahip ineklere oranla, daha düşük seviyede kalmaktadır. Laktasyon başındaki ve pik dönemdeki süt verim miktarları, laktasyon süt verimini belirleyen iki önemli faktör olmasının yanı sıra, laktasyon dönemindeki vücut kondisyonu da çok önemli bir faktördür. Sütçü ineklerde, ineğin yağlılık durumu, süt verimi, yem tüketimi ve hayvanın sağlığı açısından son derece önemlidir. Süt verimi, bir süt sığırları işletmesinin ekonomisini ve dolayısıyla da karlılığını doğrudan etkilemektedir. İneklerin buzağılamadaki ideal vücut kondisyon puanları (VKP) 3.5-4.0 puan aralığında olmalıdır. Yapılan birçok araştırmada beslemenin, süt verim performansı üzerine doğrudan etkili olduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle, ineklerde doğum sonrası görülen vücut kondisyon kaybını önlemek ve laktasyonun erken

döneminde daha çok süt verebilmelerini sağlamak amacıyla da taze ve yoğun içerikli yemlerle beslenmeleri gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Siyah Alaca ineklerde, değişik dönemlerdeki vücut kondisyon puanlarını, oluşan kondisyon kayıplarını ve artışlarını, yine süt verim özellikleri ile değişik dönemlerdeki vücut kondisyonları arasındaki korelasyonları tespit etmektir. Ayrıca, vücut kondisyon kaybının ve geri kazanımının biyolojik olarak açıklanmasını yapmak ve sürü yönetim ve beslenmesiyle ilgili objektif kriterlere dayalı bazı önerilerde bulunmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu araştırma, Hatay ili, Antakya merkez ilçesine bağlı Akcurun köyünde bulunan özel bir süt sığırcılığı işletmesinde yürütülmüştür. Denemede Macaristan orijinli ikinci laktasyondaki toplam 55 baş Siyah Alaca ırkı inek kullanılmıştır. İnekler buzağılama sonrası sağıma başlanılan 7. günde vücut kondisyonlarına göre 2 gruba ayrılmıştır. Birinci grup (VKP<3.0) ineklerin vücut kondisyon puanları 3.0'ün altında iken, ikinci grup (VKP≥3.0) ineklerin vücut kondisyon puanları 3.0 ve 3.0'ün üzerindedir. Yarı açık ahırda serbest olarak barındırılan inekler, buzağılama sonrası 10. günde sağılmaya başlanmış ve sağım, sabah ve akşam olarak gerçekleştirilmiştir. Laktasyondaki inekler, mısır silajı (%33 KM, %8.5 HP, 2.3 Mcal ME ve %20.5 HS besin maddesi içerikli), kuru yonca otu (%89 KM, %15.5 HP, 1.8 Mcal ME ve %33.5 HS besin maddesi içerikli) ve kesif yem karıştırılarak, UNIFEED yem vagonu ile ad libitum olarak beslenmiştir. Kurudaki ineklere ise kuru yonca otu ad libitum olarak, kesif yem ise günlük 4 kg olarak verilmiştir. Mısır silajı ile kuru yonca otunun besin madde içeriği yönünden analizi, özel bir yem fabrikasında yaptırılmıştır. Kurudaki ve laktasyondaki ineklere yedirilen kesif yemlerin besin madde içerikleri Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Laktasyondaki ineklere yedirilen kesif yemin besin madde içeriği

Table 1. Nutrient content of concentrated feed fed to lactating cows

Besin Madde İçeriği	En az-En çok	Birimi	Miktarı
Ham protein	En az	%	20
Metabolik enerji	En az	Kcal/Kg	2700
Vitamin A	En az	IU/Kg	10.000
Vitamin D3	En az	IU/Kg	3.000
Vitamin E	En az	Mg/Kg	30
Kalsiyum	En az-En çok	%	1.00-2.00
Fosfor	En az	%	0.5

Çizelge 2. Kuru dönemdeki ineklere yedirilen kesif yemin besin madde içeriği

Table 2. Nutrient content of concentrate feed fed to cows in the dry period

Besin Madde İçeriği	En az-En çok	Birimi	Miktarı
Ham protein	En az	%	15
Metabolik enerji	En az	Kcal/Kg	2600
Vitamin A	En az	IU/Kg	15.000
Vitamin D3	En az	IU/Kg	3.000
Vitamin E	En az	Mg/Kg	30
Kalsiyum	En az-En çok	%	0.50-0.80
Fosfor	En az	%	0.5

Yöntem

İnekler vücut kondisyonu bakımından kuru dönemden başlanarak, laktasyonun 1., 5., ve 7. ayında değerlendirmeye alınmıştır. Vücut kondisyon puanlamasında Edmonson ve ark. (1989) yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde, 5'li puanlama ölçeği (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: normal, 4: şişman, 5: aşırı yağlı) kullanılmıştır. Vücut kondisyon puanlaması deneme süresince, konusunda uzman deneyimli tek kişi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada 5 farklı süt verim özelliği üzerinde durulmuştur.

Günlük süt verimi: Buzağılama sonrasında laktasyonun ilk 8 haftasındaki ortalama günlük süt verimidir. Günlük süt verimi, sabah ve akşam sağımında elde edilen toplam süt miktarından oluşmaktadır.

Laktasyon süt verimi: İneğin sağıma başlandığı tarih ile kuruya çıkarıldığı tarih arasında verdiği toplam süt miktarını ifade etmektedir.

305-günlük süt verimi: Laktasyonun ilk 305 gününde elde edilen toplam süt verimidir. Ancak, laktasyon döneminde damızlık, kasaplık gibi herhangi bir nedenle satılma, ölüm veya yavru atma gibi genellikle genotipe bağlı olmayan nedenlerle işletmeden ayrılan veya kuruya çıkan ineklerin gerçek süt verimleri, Şekerden ve Özkütük (1993) tarafından belirtilen kriterlere göre 305 gün süt verimine düzeltilmiştir.

Laktasyon süresi: İneğin sağılmaya başlandığı tarih ile kuruya çıktığı tarih arasında geçen süreyi ifade etmektedir.

Kuruda kalma süresi: İneğin sağımının sonlandırıldığı tarih ile bir sonraki buzağılama tarihi arasında geçen süreyi ifade etmektedir.

İstatistiksel analizler

Vücut kondisyonu ile süt verim özellikleri bakımından gruplar arasındaki farklılıkların ve ilişkilerin belirlenmesinde SPSS (18) paket programı kullanılmıştır. Vücut kondisyonu ile süt verim özellikleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar Repeated Measures (GLM) Yöntemi ile analiz edilmiştir.

Vücut kondisyonunun, süt verim özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesinde aşağıda gösterilen matematik model kullanılmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + X_{ij} + e_{ij}$$

Y_{ij} = i. gruptaki j. ineğin her bir süt verim özelliği,

μ = Populasyon ortalaması,

X_{ij} = i. gruptaki j. hayvana ait VKP,

e_{ij} = sansa bağlı hata.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İneklerin farklı dönemlerdeki vücut kondisyon değişimleri

Birinci (VKP<3) ve ikinci grup (VKP≥3) ineklere ait kuru dönem vücut kondisyon puanları (VKP) sırasıyla; 4.05±0.77 ve 4.16±0.11 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Laktasyonun birinci ayındaki vücut kondisyon puanı (VKP), I. grup inekler için 2.82±0.94, II. grup inekler için 3.36±0.11; beşinci ayındaki VKP, I. grup inekler için 3.21±0.08, II. grup inekler için 3.57±0.12 ve yedinci ayındaki VKP ise, I. grup inekler için 3.75±0.07, II. grup inekler için 4.00±0.11 olarak tespit edilmiştir. Birinci ayda gruplar arasında gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak çok önemli (p<0.01), beşinci ayda gözlenen farklılıklar önemli (p<0.05) ve yedinci aydaki farklılıklar ise istatistiksel olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Laktasyonun birinci ayında I. grup ineklerin (VKP<3.0) vücut kondisyon puanı (VKP), II. grup (VKP≥3.0) ineklerden 0.54 puan daha düşük olarak gerçekleşmiş, laktasyonun yedinci ayında bu fark kapanarak 0.25 puana kadar gerilemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İnek gruplarının vücut kondisyon puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis results of body condition scores of cow groups

Vücut Kondisyon Puanları	1.Grup VKP<3.0	2.Grup VKP≥3.0	F	p
KD	4.05±0.77	4.16±0.11	0.794	0.377
BS1	2.82±0.94	3.36±0.11	13.876	0.000
BS5	3.21±0.08	3.57±0.12	6.738	0.012
BS7	3.75±0.07	4.00±0.11	3.409	0.070
DÜŞÜŞ	1.23±0.09	0.80±0.01	13.117	0.001
ARTIŞ1	0.39±0.05	0.21±0.05	6.767	0.012
ARTIŞ2	0.93±0.06	0.64±0.05	11.745	0.001

KD: Kuru dönem kondisyon puanı, **BS1:** Buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanı, **BS5:** Buzağılama sonrası 5. aydaki vücut kondisyon puanı, **BS7:** Buzağılama sonrası 7. aydaki vücut kondisyon puanı, **DÜŞÜŞ:** Kuru dönem ile buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanındaki düşüş, **ARTIŞ1:** Buzağılama sonrası 1. ay ile 5. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış, **ARTIŞ2:** Buzağılama sonrası 1. ay ile 7. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış

İnek gruplarında kuru dönem ile laktasyonun birinci ayı arasındaki vücut kondisyon kayıpları (DÜŞÜŞ) incelendiğinde, birinci gruptaki ineklerde kondisyon kaybı 1.23±0.09 puan iken, ikinci gruptaki ineklerde bu kayıp 0.80±0.01 puan olarak gerçekleşmiştir. Vücut kondisyon kaybı bakımından gruplar arasında görülen farklılıklar, istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Laktasyonun birinci ve beşinci ayları arasında gerçekleşen VKP artışı (ARTIŞ1), birinci grup inekler için 0.39±0.05, ikinci grup inekler için 0.21±0.05; laktasyonun birinci ve yedinci ayları arasında gerçekleşen VKP artışı (ARTIŞ2) ise birinci grup inekler için 0.93±0.06, ikinci grup inekler için ise 0.64±0.05 puan olarak gerçekleşmiştir. Vücut kondisyon puan artışları bakımından gruplar arasında görülen farklılıklar, istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde, kuru dönem ile laktasyonun birinci ayı arasındaki kondisyon puanındaki düşüşün (DÜŞÜŞ), ikinci grup (VKP≥3.0) ineklerde daha az olduğu, bu durumun da, bu gruptaki ineklerin buzağılama sırasındaki vücut kondisyon puanlarının, buzağılama sırasındaki ideal puan aralığı olan 3.0-3.5 puan aralığında olmasından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Yine, grupların kondisyon artışları incelendiğinde, birinci gruptaki ineklerdeki artış miktarının, ikinci grup ineklerden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum ise, birinci gruptaki ineklerin buzağılama sırasındaki vücut kondisyon puanlarının 3'ün altında olması ve düşüş miktarının da, ikinci grup ineklerden daha yüksek olmasına bağlanabilir. Kuru dönem sonrası vücut kondisyonlarındaki en büyük kayıp, laktasyon başlangıcında gerçekleşmiştir. Kuru dönem ile laktasyonun 1. ayı arasındaki vücut kondisyon kaybı ikinci grup ineklerde, birinci gruptaki ineklere oranla daha az düzeyde gerçekleştiğinden, bu gruptaki ineklerin süt verimleri de daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Bu araştırma sonuçları, Parker (1994)'ün bildirdiği araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir. Nitekim, Şahin (2014)'te, ineklerdeki vücut kondisyonunun kademeli olarak değişim gösterdiğini, laktasyonun ilk 6-8. haftalarında yüksek süt verimine ve yemden tam olarak yararlanamamaya bağlı olarak, ineklerde kondisyon kaybının gerçekleştiğini, laktasyonun ileriki dönemlerinde ise süt verimindeki düşüşle birlikte, hayvanın pozitif enerji dengesi içerisine girdiğini ve bu dönemde kondisyon kazanmaya başladıklarını vurgulamıştır. İnekler kuru dönemde iyi bir vücut kondisyonuna sahip olduklarında, doğumda da yaklaşık aynı kondisyonda olmaktadır (Parker, 1994). Bu konuda yürütülen birçok çalışmada da ineklerin buzağılama sonrası yoğun bir fizyoloji içerisine girdiği, enerji açığını kapatmak için de, rezerv dokularını kullandıkları ve rezerv dokuların mobilizasyonu nedeniyle de vücut kondisyonunun 0.5-1.0 puan kadar düştüğü vurgulanmıştır. Laktasyonun 60-80. günleri arasında süt veriminin doruğa ulaştığı, negatif enerji dengesinin yoğun yaşandığı ve rezerv doku kaybının en yüksek düzeyde olduğu ifade edilmiştir.

Araştırmacılar, daha sonraki dönemlerde ise kuru madde alımının artması ve pozitif enerji dengesine geçilmesi ile birlikte, kullanılan rezerv dokuların yerine, yeniden yağ depolanmaya başladığını ve doğum sonrası azalan vücut kondisyonunun yeniden yükselişe geçtiğini ifade etmişlerdir (Gearhart ve ark., 1990; Parker, 1994; Burke ve ark.,

1996; Wattiaux, 1996; Tapkı ve ark., 2005; Mouffok ve ark., 2011). Bazı araştırmacılar ise, kuru dönem ideal VKP'nın 3.00-3.75 arasında olması gerektiğini, bu puan aralığında olan ineklerin doğum sonrası oluşabilecek risklere karşı daha iyi korunabildiklerini, kuru dönemdeki vücut kondisyon kaybının yüksek düzeyde olmasının, doğum güçlülüğüne ve ayıklama oranının artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir (Gearhart ve ark., 1990; Ferguson, 1996; Hwa & Gook-Hyun, 2003). Meikle ve ark. (2004), ilk defa doğum yapan ineklerdeki laktasyonun başındaki kondisyon kaybının, birden fazla doğum yapan ineklere göre daha düşük düzeyde olduğunu ve daha az miktarda süt verdiklerini tespit etmişlerdir.

Mevcut araştırma sonuçlarını destekleyen birçok araştırma olup, bu araştırma sonuçlarında, kuru dönemdeki ineklere ait ideal VKP'nın ortalama 3.5 olması gerektiği, laktasyonda da yeterli sağlık ve verim performansı elde etmek için de 3'ten küçük, 4'ten de büyük olmaması gerektiği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, kuru dönemdeki ineklerin aşırı yağlanması önlemek için, sık sık yapılacak gözlemlerle iyi bir besleme programının uygulanmasının zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Kuru dönemdeki ineklerde aşırı yağlanmayı önlemek için, yüksek enerjili ve yüksek protein içerikli yemlerin sınırlı miktarda verilmesi, özellikle de, kurudaki ineklerin sağmal ineklerle birlikte aynı grupta yemlenmemesi gerektiği ifade edilmiştir (Gearhart ve ark., 1990; Parker, 1994; Burke ve ark., 1996; Wattiaux, 1996; Tapkı ve ark., 2005; Mouffok ve ark., 2011).

Vücut kondisyonunun ineklerin süt verim özellikleri üzerine etkisi

Günlük süt verimi

Birinci grup (VKP< 3) ve ikinci grup (VKP≥3) ineklerin ilk 8 haftadaki ortalama günlük süt verimleri sırasıyla; 22.35±0.50 ve 25.98±0.50 kg olarak hesaplanmış olup, gruplar arasındaki farklılıklar, istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) olarak belirlenmiştir. İkinci gruptaki ineklerin günlük süt verimi, birinci grup ineklerden yaklaşık 3.63 kg daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İneklerin süt verim özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Table 4. Variance analysis results of milk yield characteristics of cows

Süt Verim Özellikleri	1.Grup VKP<3.0	2.Grup VKP≥3.0	F	p
Günlük Süt Verimi, kg*	22.35±0.50	25.98±0.50	26.293	0.000
Laktasyon Süt Verimi, kg	5572.96±750.10	6435.18±1008.62	42.046	0.000
305 Günlük Süt Verimi, kg	5572.96±875.10	6338.57±977.98	38.068	0.000
Laktasyon Süresi, gün	278.15±25.14	306.68±32.05	92.721	0.000
Kuruda Kalma Süresi, gün	71.22±7.45	60.25±8.72	23.577	0.000

*İneklerin laktasyonun ilk 8 sekiz haftasındaki ortalama günlük süt verimi

Çizelge 5. İneklerin süt verim özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistiki değerler

Table 5. Descriptive statistical values regarding milk yield characteristics of cows

Süt Verim Özellikleri	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	En düşük	En Yüksek
Günlük Süt Verimi, kg*	1	29	22.35	2.583	16.00	26.00
	2	26	25.98	2.665	17.00	30.50
	Genel	55	24.20	3.181	16.00	30.50
Laktasyon Süt Verimi, kg	1	29	5572.96	390.254	4875	6300
	2	26	6435.18	574.813	4578	7500
	Genel	55	6011.91	654.039	4578	7500

Çizelge 5 (devamı). İneklerin süt verim özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistiki değerler

Table 5 (continued). Descriptive statistical values regarding milk yield characteristics of cows

305 Günlük Süt Verimi, kg	1	29	5572.96	390.254	4875	6300
	2	26	6338.57	518.461	4578	7045
	Genel	55	5962.73	597.439	4578	7045
Laktasyon Süresi, gün	1	29	278.15	11.117	257	298
	2	26	306.68	10.856	267	332
	Genel	55	292.67	18.045	257	332
Kuruda Kalma Süresi, gün	1	29	71.22	7.552	52	82
	2	26	60.25	9.103	49	76
	Genel	55	65.64	9.977	49	82

Grupların en düşük ortalama günlük süt verimleri sırasıyla; 16 ve 17 kg, en yüksek ortalama günlük süt verimleri ise sırasıyla; 26 ve 30.5 kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5).

İkinci grup ineklerde günlük süt veriminin, birinci gruptaki ineklerin günlük süt verimlerinden daha yüksek olması, bu gruptaki ineklerin vücut kondisyonlarının buzağılama sırasında ideal puan aralığı olan 3.0-3.5 puan aralığında olması ve kuru dönem ile laktasyonunun 1. ayı arasındaki dönemde gerçekleşen kondisyon kaybının, birinci grup ineklere oranla daha düşük düzeyde gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Birinci gruptaki ineklerin laktasyon başındaki vücut kondisyonları, ikinci grup ineklere göre daha düşük olduğundan, bu gruptaki inekler, süt üretimini desteklemek amacıyla, vücutlarındaki yağ rezervlerini kullanmakta ve vücut rezervleri yetersiz kalmaktadır. Mevcut araştırma bulguları, bu konuda yürütülen birçok araştırma bulguları ile benzerlik içerisindedir (Short ve ark., 1990; Ruegg, 1991; Waltner ve ark., 1993; Wattiaux, 1999; Jilek ve ark., 2008). Araştırmalarda ortaya konulan genel sonuç, zayıf kondisyonlu ineklerin laktasyon başında ve genelinde daha düşük miktarda süt ürettiği yönündedir. Nitekim Jones (1990)'da, düşük kondisyonlu ineklerin hem pik ve hem de laktasyon süt verimlerinin düşük olduğunu, Dobbelaar (1995)'da yeterli vücut rezervine sahip ineklerde pik süt veriminin ve devamında da süt verim düzeyinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Yine, yüksek kondisyonda doğum yapan ineklerin süt verimlerinin de daha yüksek düzeyde olduğu ifade edilmiştir (Markusfeld ve ark., 1997). Mevcut araştırma sonuçlarını desteklemeyen bazı araştırmalar da mevcuttur (Treacher ve ark., 1986; Gearhart ve ark., 1990; Rueg & Milton, 1995). Treacher ve ark. (1986)'da, buzağılama sırasında yağlı kondisyona sahip olan ineklerin laktasyonun ilk 6 haftasındaki günlük ortalama süt verimlerinin, zayıf kondisyonlu ineklere oranla daha düşük düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Mevcut araştırma bulgularını desteklemeyen araştırmalarda, aşırı yağlı ineklerde de süt veriminin düşük düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Oysaki mevcut araştırmada, süt verimi daha yüksek düzeyde olan ikinci grup inekler aşırı yağlı kondisyonda olmayıp, ideal kondisyon puanı aralığına sahiptirler. Ayrıca, farklı araştırmalarda, buzağılama sırasındaki ideal VKP'na ilişkin farklı sonuçlar da bildirilmiştir. İdeal VKP, Staples ve ark. (1992)'de, 3.00-3.75; Waltner ve ark. (1993) 3.00-4.00; Wattiaux (1996) 3.00-3.50; Jones (1990) 3.50-4.00; Ruegg ve ark. (1992) 3.25-3.50 ve Duffield ve ark. (1999) 3.25-3.75 puan olarak ifade edilmiştir..

Laktasyon süt verimi

Laktasyon süt verimi bakımından gruplar arasında gözlenen farklılıklar, istatistiki açıdan çok önemli ($p < 0.01$) olarak gerçekleşmiştir. Birinci gruba ($VKP < 3$) ait ineklerin laktasyon süt verimi 5572.96 ± 750.10 kg ve ikinci gruba ($VKP \geq 3$) ait laktasyon süt verimi ise 6435.18 ± 1008.62 kg olarak tespit edilmiştir. İkinci gruptaki inekler, birinci gruptaki ineklerden yaklaşık 862.22 kg daha fazla miktarda laktasyon süt verimine sahip olmuşlardır (Çizelge 4). İkinci gruptaki ineklerin daha yüksek laktasyon süt verimine sahip olması, laktasyon sürelerinin daha uzun ve kuruda kalma sürelerinin daha kısa, laktasyon başlangıcındaki kondisyonlarının ideal düzeyde ve kondisyon kayıplarının daha düşük düzeyde olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Birinci ($VKP < 3$) ve ikinci ($VKP \geq 3$) gruptaki ineklerin en düşük ve en yüksek laktasyon süt verimleri sırasıyla; 4875, 4578 ve 6300, 7500 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge

5). Mevcut araştırma bulguları, Jones (1990), Short ve ark. (1990) ile Jilek ve ark. (2008) tarafından bildirilen araştırma bulguları ile benzerlik gösterirken, Treacher ve ark. (1986), Rueg ve Milton (1995), Dobbelaar (1995) ve Markusfeld ve ark. (1997) tarafından belirtilen araştırma sonuçları ile farklılık göstermektedir. Nitekim, Gearhart ve ark. (1990)'da, doğumdan sonra görülen hızlı bir kondisyon kaybının, metabolik rahatsızlıkların artmasına, süt veriminin düşmesine ve diğer sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir.

305-gün süt verimi

Birinci grup (VKP<3) ve ikinci grup (VKP≥3) ineklerin 305 günlük süt verimi sırasıyla; 5572.96±875.10 ve 6338.57±977.98 kg olarak hesaplanmıştır. İkinci grup ineklerin 305 gün süt verimleri, birinci grup ineklere oranla 765.61 kg daha yüksek seviyede gerçekleşmiştir (Çizelge 4). İkinci gruptaki ineklerin daha yüksek 305 gün süt verimine sahip olmaları, laktasyon sürelerinin daha uzun ve kuruda kalma sürelerinin daha kısa, laktasyon başlangıcındaki vücut kondisyon puanlarının ideal puan aralığında ve kondisyon kaybının ise daha düşük düzeyde olmasından kaynaklanmaktadır. Birinci (VKP<3) ve ikinci (VKP≥3) gruptaki ineklerin en düşük 305 gün süt verim miktarları 4875 ve 6300 kg, en yüksek 305 gün süt verim miktarları ise 4578 ve 7045 kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). İkinci gruptaki (VKP≥3) ineklerin 305 gün süt verimleri, diğer günlük ve laktasyon süt verim özelliklerinde olduğu gibi, birinci grup (VKP<3) ineklerden daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Yaylak ve Kumlu (2005) tarafından bildirilen bir araştırma sonucunda, süt sığırlarında vücut kondisyon puanlamasının, Türkiye'de yaygın bir uygulama olmadığını, ancak tüm laktasyon kayıtları kullanılarak yapılan analizlerde, buzağılama öncesi VKP'nın 305 günlük süt verimini önemli ölçüde etkilediği vurgulanmıştır. Pedron ve ark. (1993), buzağılama öncesi vücut kondisyonunun 305 gün süt verimi üzerine etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Nitekim, Gearhart ve ark. (1990)'da, doğumdan sonra görülen hızlı bir kondisyon kaybının, metabolik rahatsızlıkların artmasına ve süt veriminin düşmesine neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Laktasyon süresi

Laktasyon süresi bakımından gruplar arasında gözlenen farklılıklar, istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Laktasyon süresi birinci (VKP<3) ve ikinci gruptaki (VKP≥3) ineklerde 278.15±25.14 ve 306.68±32.05 gün olarak tespit edilmiş olup, ikinci gruptaki ineklerin laktasyon süreleri, birinci gruptaki ineklerden 28.53 gün daha uzun olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4). Birinci gruptaki (VKP<3) ineklere ait en düşük ve en yüksek laktasyon süresi 257 ve 267 gün iken, ikinci grup ineklerde bu değerler 298 ve 332 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Buzağılama sırasında vücut kondisyonu yüksek olan inekler, laktasyon süresi boyunca meydana gelebilecek hastalıklara karşı daha dayanıklı olduklarından, laktasyon sürelerinin ve süt verimlerinin daha yüksek olduğu yönünde bildirilmiş araştırma bulguları (Bar-Anan & Ron, 1985; DeVries, 2006), mevcut araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Ancak, son zamanlarda yürütülen bazı araştırmalarda, ineklerde metabolik hastalıklar ile laktasyon süresi arasındaki genetik korelasyonun arzu edilmeyen seviyelere ulaştığı da ifade edilmektedir (Harder ve ark., 2006; Appuhamy ve ark., 2009).

Kuruda kalma süresi

Birinci (VKP<3) ve ikinci (VKP≥3) grup ineklerde ortalama kuruda kalma süresi sırasıyla; 71.22±7.45 ve 60.25±8.72 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Kuruda kalma süresi bakımından gruplar arasında gözlenen farklılıklar, istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Birinci ve ikinci grup ineklere ait en düşük kuruda kalma süreleri 52 ve 82 gün, en yüksek kuruda kalma süreleri ise 49 ve 76 gün olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Süt ırkı ineklerde kuruda kalma süresinin 60 günden daha uzun olması, süt verim özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Birinci gruptaki ineklerde kuruda kalma süresinin uzun olması, bu gruptaki ineklerin laktasyon sürelerinin kısalmasına ve servis periyodunun da uzamasına neden olduğundan, ineklerin süt verim özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Kuruda kalma süresi bakımından mevcut araştırma sonuçları, diğer bazı araştırma sonuçları ile benzerlik

göstermektedir (Gearhart ve ark., 1990; Ferguson, 1996; Wattiaux, 1996; Mouffok ve ark., 2011). Kuru dönemde ineklerin ideal VKP 3.5, bir sonraki laktasyonda da üstün sağlık ve verim performansını elde etmek için, vücut kondisyonunun 3'ten düşük ve 4'ten de büyük olmamasına dikkat edilmelidir. Kuru dönemdeki bir ineğin aşırı yağlanmasına imkan vermeden, arzu edilen kondisyona ulaştırmak için sık sık gözlem yapılmalı ve doğru besleme yöntemleri kullanılmalıdır. Süt verim özellikleri bakımından mevcut araştırma sonuçları ile diğer bazı araştırma sonuçları arasında farklılıkların olması, araştırmalarda farklı vücut kondisyon puanlama yöntemlerinin kullanılmasından, değerlendirme dönemlerinin farklı olmasından, araştırmalarda farklı ırk ve genetik yapıya sahip hayvanların kullanılmasından, hayvanların farklı laktasyon sırası, buzağılama mevsimi ve laktasyon döneminde olmalarından, metabolik rahatsızlıklardan ya da farklı besleme uygulamalarından kaynaklandığı söylenebilir

İneklerin vücut kondisyonları ile süt verim özellikleri arasındaki korelasyonlar

İneklerin değişik dönemlerdeki vücut kondisyon puanları (VKP) ile süt verim özellikleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 6' da gösterilmiştir. Kuru dönem vücut kondisyonu ile günlük süt verimi (r: -0.321), laktasyon süt verimi (r: -0.321) ve 305 gün süt verimi (r: -0.305) arasındaki korelasyonlar, istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Yine, kuru dönem vücut kondisyonu ile laktasyon süresi arasındaki korelasyon negatif, kuruda kalma süresi ile arasındaki pozitif yönde ancak, her iki korelasyon da istatistiki açıdan önemsiz çıkmıştır. Laktasyonun 1. ayındaki vücut kondisyonu ile günlük süt verimi (r: -0.579), laktasyon süt verimi (r: -0.559), 305 gün süt verimi (r: -0.530) ve laktasyon süresi (r: -0.417) arasındaki korelasyonlar negatif yönde, kuruda kalma süresi (r: 0.286) ile pozitif yönde olmak üzere istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) korelasyonlar belirlenmiştir. Laktasyonun 5. ve 7. ayındaki vücut kondisyonu ile günlük süt verimi (r: -0.540, -0.459), laktasyon süt verimi (r: -0.514, -0.449), 305 gün süt verimi (r: -0.500, -0.419) ve laktasyon süresi (r: -0.319, -0.283) arasında negatif yönde önemli ($p < 0.05$) korelasyonlar tespit edilmiştir. Laktasyonun 5. ve 7. ayındaki vücut kondisyonu ile kuruda kalma süresi arasında ise istatistiki açıdan önemsiz korelasyonlar elde edilmiştir. DÜŞÜŞ ile günlük süt verimi (r: 0.411), laktasyon süt verimi (r: 0.406), 305 günlük süt verimi (r: 0.388) ve laktasyon süresi (r: 0.359) arasında pozitif, kuruda kalma süresi ile negatif yönde olmak üzere istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) korelasyonlar belirlenmiştir.

Çizelge 6. İneklerin vücut kondisyon puanları ile süt verim özellikleri arasındaki korelasyonlar

Table 6. Correlations between body condition scores of cows and milk yield characteristics

Vücut Kondisyon Puanı Parametreleri	GSV	LSV	GSV305	LS	KKS
KD	-0.321*	-0.321*	-0.305	-0.174	0.029
BS1	-0.579*	-0.559*	-0.530*	-0.417*	0.286*
BS5	-0.540*	-0.514*	-0.500*	-0.319*	0.151
BS7	-0.459*	-0.449*	-0.419*	-0.283*	0.130
DÜŞÜŞ	0.411*	0.406*	0.388*	0.359*	-0.360*
ARTIŞ1	0.214	0.221	0.187	0.285	-0.324*
ARTIŞ2	0.339*	0.319*	0.312*	0.308*	-0.301*

*Gruplar arası farklılıklar ($p < 0.05$)'te önemlidir, **KD**: Kuru dönem vücut kondisyon puanı, **BS1**: Buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanı, **BS5**: Buzağılama sonrası 5. aydaki vücut kondisyon puanı, **BS7**: Buzağılama sonrası 7. aydaki vücut kondisyon puanı, **DÜŞÜŞ**: Kuru dönem ile buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanındaki düşüş, **ARTIŞ1**: Buzağılama sonrası 1. ay ile 5. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış, **ARTIŞ2**: Buzağılama sonrası 1. ay ile 7. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış, **GSV**: Laktasyonun ilk sekiz haftasındaki ortalama günlük ortalama süt verimi (kg), **LSV**: Laktasyon süt verimi (kg), **GSV305**: 305 günlük süt verimi (kg), **LS**: Laktasyon süresi (gün), **KKS**: Kuruda kalma süresi (gün)

ARTIŞ1 ile günlük süt verimi, laktasyon süt verimi, 305 gün süt verimi ve laktasyon süresi arasındaki korelasyonlar pozitif yönde ve istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. ARTIŞ1 ile kuruda kalma süresi arasındaki korelasyon ise negatif yönde ve istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) çıkmıştır. ARTIŞ2 ile günlük süt verimi (r: 0.339), laktasyon süt verimi (r: 0.319), 305 günlük süt verimi (r: 0.312) ve laktasyon süresi (r: 0.308) arasında pozitif, kuruda kalma süresi

(r: -0301) ile de negatif yönde olmak üzere istatistiki açıdan önemli ($p < 0.05$) korelasyonlar gözlemlenmiştir (Çizelge 6).

Sonuç olarak, laktasyonun 1., 5. ve 7. aylarındaki kondisyon puanları ikinci grup ineklerde daha yüksek, kondisyon kaybı (DÜŞÜŞ) miktarı birinci grup ineklerde, ikinci grup ineklerden daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Yine, kondisyon artış miktarlarının (ARTIŞ1 ve ARTIŞ2) birinci grup ineklerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buzağılama sırasında vücut kondisyon puanı 3.00 ve üzeri olan ikinci grup ineklerde ortalama günlük, laktasyon ve 305 gün süt verimleri, vücut kondisyon puanı 3.00'ün altında olan birinci grup ineklerden daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. İkinci gruptaki ineklerin laktasyon süresinin daha uzun olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, vücut kondisyon puanlamasının, işletmelerin hayvan besleme ve sürü yönetim programlarının gözden geçirilmesinde, süt üretim performansını düşüren problemlerin en aza indirilmesinde, süt üretim kapasitesinin en yüksek düzeye çıkarılmasında çok yararlı bir uygulama olduğunu ve ineklerin buzağılama sırasındaki VKP'larının 3.00-3.50 arasında olmasının, süt verim performansına olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Zayıf kondisyonlu inekler daha düşük süt verim performansına sahip olduklarından ve metabolik rahatsızlıklara daha sık yakalandıklarından, işletme gelirleri azalmakta ve işletme masrafları ise artmaktadır. Bu nedenle, kuru dönemde ineklerin aşırı yağlanmalarının önüne geçilmeli ve buzağılama sonrasında da yüksek süt üretimi nedeniyle, ineklerin negatif enerji dengesine girmesini önlemek için mutlaka hem kuru dönemde ve hem de laktasyon başlangıcında rasyonel bir şekilde beslenmeleri gerekmektedir. İneklerin rasyonel bir şekilde beslenmeleri ise ancak, onların kondisyonlarına, süt verimlerine, fizyolojik durumlarına ve laktasyon dönemlerine göre gruplara ayrılması ile mümkün olmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 353).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar, makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Aeberhard, K., Bruckmaier, R.M., Kuepfer, U., & Blum, J.W. (2001). Milk yield and composition, nutrition, body conformation traits, body condition scores, fertility and diseases in high yielding dairy cows. Part 1. *Journal of Veterinary Medicine, A. Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 48 (2), 97-110. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2001.00292.x>
- Appuhamy, J.A.D.R.N., Cassell, B.G., & Cole, J.B. (2009). Phenotypic and genetic relationships of common health disorders with milk and fat yield persistencies from producer-recorded health data and test-day yields. *Journal of Dairy Science*, 92 (4), 1785-1795. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1591>

- Bar-Anan, R., & Ron, M. (1985). Associations among milk yield, yield persistency, conception, and culling of Israeli Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 68 (2), 382-386. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80835-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80835-3)
- Burke, J.M., De La Sota, R.L., Risco, C.A., Staples, C.R., Schmitt, E.J.P., & Thatcher, W.W. (1996). Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 79 (8), 1385-1393. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(96\)76496-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(96)76496-2)
- Butler, W.R., & Smith, R.D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function. *Journal of Dairy Science*, 72 (3), 767-783. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79169-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4)
- Butler, W.R. (2003). Energy balance relationship between the follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83 (2-3), 211-218. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)
- Castaneda-Gutiérrez, E., Pelton, S.H., Gilbert, R.O., & Butler, W.R. (2009). Effect of peripartum dietary energy supplementation of dairy cows on metabolites, liver function and reproductive variables. *Animal Reproduction Science*, 112 (3-4), 301-315. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.028>
- Daşkın, A. (2005). *Sığırcılık İşletmelerinde Reprodüksiyon Yönetimi ve Suni Tohumlama*. Aydan Yayınları, 280 sf., Ankara, Türkiye.
- Dobbelaar, P. (1995). Body condition of cows. *Veepro Holland*, 23, 12-13.
- Duffield, T.F., Leslie, K.E., Sandals, D., & Lissemore, K. (1999). Effect of prepartum administration of monensin in a controlled release capsule on milk production and milk components in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 82 (2), 272-279. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75233-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75233-1)
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72 (1), 68-78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
- Encinias, A.M., & Lardy, G. (2000). Body condition scoring: managing your cow herd through body condition scoring. <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1026.pdf> (Erişim Tarihi: 09.08.2023).
- Eversole, D.E., Browne, M.F., Hall, J.B., & Dietz, R.E. (2000). Body condition scoring beef cows. <https://www.pubs.ext.vt.edu/400/400-795/400-795.html> (Erişim Tarihi: 02.08.2023).
- Ferguson, J.D. (1993). Body condition scoring. Center for Animal Health and Productivity University of Pennsylvania, School of Veterinary Medicine.
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77 (9), 2695-26703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- Ferguson, J.D. (1996). Implementation of a body condition scoring program in dairy herds. The Penn Annual Conference, USA.
- Gearhart, M.A., Curtis, C.R., Erb, H.N., Smith, R.D., Sniffen, C.J., Chase, L.E., & Cooper, M.D. (1990). Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 73 (11), 3132-3140. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)79002-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)79002-9)
- Gillund, P., Reksen, O., Grohn, Y.T., & Karlberg, K. (2001). Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84 (6), 1390-1396. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70170-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70170-1)
- Hady, P.J., Domecq, J.J., & Kaneene, J.B. (1994). Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 77 (6), 1543-1547. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77095-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77095-8)
- Harder, B., Bennewitz, J., Hinrichs, D., & Kalm, E. (2006). Genetic parameters for health traits and their relationship to different persistency traits in German Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89 (8), 3202-3212. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72595-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72595-4)

- Heuer, C., Schukken, Y.H., & Dobbelaar, P. (1999). Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 82 (2), 295-304. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75236-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75236-7)
- Hwa, K., & Gook-Hyun, S. (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 60 (8), 1445-1456. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00135-3](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00135-3)
- Jilek, F., Pytloun, P., Kubešova, M., Štipkova, M., Bouška, J., Volek, J., Frelich, J., & Rajmon, R. (2008). Relationships among body condition score, milk yield and reproduction in Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science*, 53 (9), 357-367.
- Jones, G.M. (1990). Body condition scores for evaluation of nutritional status. Virginia Cooperative Extension Service, Dairy Guidelines Publication, Virginia.
- Mangione, D.A. (2001). Scoring cows can improve profits. Ohio State University Extension Fact Sheet, Department of Animal Sciences, 2029 Fyffe Road, Columbus, Ohio 43210-1095. <https://ohioline.osu.edu/l292/> (Erişim Tarihi: 04.07.2023).
- Markusfeld, O., Galon, N., & Ezra, E. (1997). Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Veterinary Record*, 141, 67-72. <https://doi.org/10.1136/vr.141.3.67>
- Meikle, A., Kulcsar, M., Chillard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D., & Chilibroste, P. (2004). Effect of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. Society for Reproduction and Fertility, ISSN 1470-1626.
- Montiel, F., & Ahuja, C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle. *Animal Reproduction Science*, 85, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>
- Mouffok, C., Madani, T., Smara, L., Baitiche, M., Allouche, L., & Belkasmı, F. (2011). Relationship between body condition score, body weight, some nutritional metabolites changes in blood and reproduction in Algerian Montbeliard cows. *Veterinary World*, 4 (10), 461-466. <https://doi.org/10.5455/vetworld.2011.461-466>
- Parker, R. (1994). Using body condition scoring in dairy herd management. <https://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/94-053.htm> (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Pedron, O., Chell, F., Senator, E., Baroli, D., & Rizza, R. (1993). Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters and milky fatty acid composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76 (9), 2528-2535. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77588-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77588-8)
- Pennington, J.A. (2004). Body condition scoring with dairy cattle. University of Arkansas, United States Department of Agriculture and County Governments Cooperating. <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-4008.pdf> (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Rastani, R.R., Andrew, S.M., Zinn, S.A., & Sniffen, C.J. (2001). Body composition and estimated tissue energy balance in jersey and Holstein cows during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 84 (5), 1201-1209. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74581-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74581-X)
- Ruegg, P.L. (1991). Body condition scoring in dairy cows relationship with production, reproduction, nutrition and health. *The Compendium North American Edition*, 13 (8), 1309-1313.
- Ruegg, P.L., Goodger, W.J., Holmberg, C.A., Weaver, L.D., & Huffman, E.M. (1992). Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *American Journal of Veterinary Research*, 53 (1), 5-9.
- Sarar, A., & Tapkı, İ. (2017). Türkiye’de yetiştirilen Holştayn ineklerde süt verim özelliklerine ait fenotipik ve genotipik parametre tahminleri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (10), 1243-1249. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i10.1243-1249.1434>

- Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., & Custer, E.E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and fertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68 (3), 799-816. <https://doi.org/10.2527/1990.683799x>
- Staples, C.R., Thatcher, W.W., Garcia, C.M., & Lucy, M. (1992). Nutritional influences on reproductive function in large dairy herd management, pages 382-392. Editors H.H. Van Horn and C.J. Wilcox, American Dairy Science Association, 309 West Clark St., Champaign IL., USA.
- Şahin, O. (2014). Süt Sığırlarında Tip Sınıflandırması ve Vücut Kondisyonu Değerlendirme. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları No: 5, Ankara.
- Şekerden, Ö., & Özkütük, K. (1993). Büyükbaş Hayvan Yetiştirme. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 122, Adana.
- Tapkı, İ., Önal, A.G., & Ünal, A. (2005). Siyah alaca ineklerde kuru dönem vücut kondisyonunun buzağı doğum ağırlığı, üreme özellikleri ile süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkisi. 2. Süt Verimi ve Kompozisyonu. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1-2), 55-62.
- Treacher, R.J., Reid, I.M., & Roberts, C.J. (1986). Effect of body condition at calving on the health and performance of dairy cows. *Journal of Animal Production*, 43 (1), 1-6. <https://doi.org/10.1017/S0003356100018286>
- Yaylak, E., & Kumlu, S. (2005). Siyah Alaca sığırların 305 günlük süt verimine vücut kondisyon puanı ve bazı çevre faktörlerinin etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42 (3), 55-66.
- Waltner, S.S., McNamara, J.P., & Hillers, J.K. (1993). Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 76, 3410-3419.
- Wattiaux, M.A. (1996). Reproduction and Genetic Selection. The Babcock Institute University of Wisconsin, 240 Agriculture Hall, 1450 Linden Drive Madison WI 5370-1562. 161, USA.
- Wattiaux, M.A. (1999). Body condition scores. <https://babcock.wisc.edu/node/170> (Erişim Tarihi: 24.06.2023).
- Wattiaux, M.A. (2008). Managing Reproductive Efficiency. Babcock Institute for International Dairy Research and Development Dairy Essentials, University of Wisconsin, Madison, USA. <https://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/13.en.pdf> (Erişim Tarihi: 24.06.2023).
- Wright, I.A., & Russel, J.F. (1984). Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. *Animal Production*, 38, 23-32. <https://doi.org/10.1017/S0003356100041313>

Hatay ili yerel zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklenme durumlarının belirlenmesi

Determination of rooting status of cuttings in local olive varieties of Hatay province

Nuri SARAÇOĞLU¹, Celil TOPLU²

¹Arsuz İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Arsuz, Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 04.09.2023 Accepted / Kabul: 07.10.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Zeytin Çelik Köklenme oranı İndol butirik asit (IBA)</p> <p>Keywords: Olive Cutting Rooting ratio Indole butyric acid (IBA)</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Celil TOPLU ctoplu@mku.edu.tr</p>	<p>Çalışmada, Hatay ilinde yoğun olarak yetiştirilen Sarı Haşebi, Savrani, Halhalı ve Kargaburnu yerel zeytin çeşitleri ile Gemlik zeytin çeşidinin farklı dönemlerde (sonbahar ve ilkbahar) alınan çeliklerine 0 (kontrol), 2000 ve 4000 ppm IBA (İndol Bütirik Asit) uygulanarak köklenme yeteneği ve düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.</p> <p>Çeşitler arasında köklenme oranı en yüksek Gemlik (% 65.83), en düşük ise Halhalı (% 37.02) çeşidinde belirlenmiştir. Savrani çeşidinde % 46.65, Sarı Haşebi çeşidinde % 44.36 ve Kargaburnu çeşidinde % 38.11 köklenme oranı elde edilmiştir. Sonbahar döneminde alınan çeliklerin köklenme oranı daha yüksek (% 46.30), ilkbahar dönemi köklenme oranı ise daha düşük (% 43.36) olmuştur. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında köklenme oranı % 33.00 iken, 2000 ppm uygulamada köklenme oranı % 46.50 olmuş, en yüksek köklenme oranı ise 4000 ppm IBA uygulamasında % 59.40 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmada, IBA konsantrasyonları arttıkça çeşitlerin köklenme oranlarında önemli artışlar olmuştur. Gemlik çeşidinde ilkbahar döneminde alınan çeliklere 4000 ppm IBA uygulanması durumunda % 86.33 oranında köklenme sağlanmıştır.</p> <p>Hatay ilinin yerel çeşitlerinden olan Halhalı, Sarı Haşebi, Savrani ve Kargaburnu çeşitlerinin sonbahar döneminde alınan çeliklerine 4000 ppm IBA uygulanması durumunda sırasıyla % 55.55, % 61.66, % 64.33 ve % 53.33 köklenme oranı elde edilmiştir. Bölgenin artan yerel zeytin çeşidi fidan talebini karşılamak için sonbahar döneminde alınan çeliklere 4000 ppm IBA uygulaması önerilebilir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In the study, 0 (control), 2000 and 4000 ppm IBA (Indole Butyric Acid) were applied to the different types of olive varieties such as Sarı Hasebi, Savrani, Halhalı and Kargaburnu grown in Hatay and Gemlik olive varieties during different periods (autumn and spring) to determine the rooting ability and rates. The rooting ratio among the varieties was highest in Gemlik (65.83 %) and lowest in Halhalı (37.02 %). The rooting ratio was 46.65 % in Savrani, 44.36 % in Sarı Hasebi and 38.11 % in Kargaburnu. The rooting rate of the cuttings taken during the autumn period was higher (46.30 %) and the rooting rate of the spring period was lower (43.36 %). The rooting rate was 33.00 % in the control application without IBA, the rooting rate was 46.50 % in 2000 ppm application and the highest rooting rate was 59.40 % in 4000 ppm IBA application. In study, as IBA concentrations increased, there were significant increases in rooting rates of varieties. In case of applying 4000 ppm IBA to the cuttings taken during the spring period in Gemlik variety, rooting was achieved by 86.33 %. In case of applying 4000 ppm IBA to the cuttings taken during the autumn of the varieties of the local varieties of Hatay, Halhalı, Sarı Hasebi, Savrani and Kargaburnu, the rooting rates were 55.55 %, 61.66 %, 64.33 % and 53.33 % respectively. 4000 ppm IBA application may be recommended for the cuttings taken in the autumn to meet the growing demand for local varieties.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Saraçoğlu, N., & Toplu, C. (2023). Hatay ili yerel zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklenme durumlarının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (3), 737-748. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1354391</p>

GİRİŞ

Zeytin (*Olea europaea* L.), kültüre alınan ilk meyve türlerinden birisi olup, jeolojik ve arkeolojik buluntular M.Ö. 6000 yılından beri insan beslenmesi ve sağlığında önemli yeri olan bir tarımsal ürün olarak kullanıldığını göstermektedir. Anavatanı Anadolu (Hatay, Kahramanmaraş, Mardin) olarak bilinen zeytin, bu gen merkezinden farklı yollarla Dünyaya yayılımını gerçekleştirmiş ve Akdeniz kültürünün bir sembolü haline gelmiştir (Çavuşoğlu & Çakır, 1988; Zohary & Hopf, 1994; Besnard ve ark., 2001).

Dünyada zeytin yetiştiriciliği yaklaşık 10.3 milyon ha alanda yapılmakta olup 23.054.310 ton ürün elde edilmektedir. Bu üretimin, %97'si Akdeniz havzasında yer alan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fas, Tunus, Mısır, Suriye vb.) gerçekleşmekte ve bu ülkelerde önemli bir tarımsal faaliyet olarak değerlendirilmektedir. Türkiye 1.738.680 ton zeytin üretimiyle dünya sıralamasında 4. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2022).

Zeytinin anavatanı sınırları içerisinde yer alan Hatay ili 2021 yılı verilerine göre 119.991 ton zeytin üretimi ile Türkiye'de 7. sırada yer almaktadır. Hatay'da üretilen zeytinin 12.000 tonu sofralık, yaklaşık 108.000 tonu ise yağlık olarak işlenmekte ve 24.000 ton zeytinyağı elde edilmektedir (Anonim, 2022). Hatay ilinde ekoloji zeytin için uygun olup, zeytin yetiştiriciliği çok eski dönemlerden beri yapılan önemli bir tarımsal faaliyettir. İlde çok fazla sayıda lokal çeşitler bulunmakta olup, Halhalı, Savrani, Sarı Haşebi ve Kargaburnu çeşitleri bölge ekolojisine adaptasyon sağlamaları, verimli, sofralık ve zeytinyağ kalitelerinin yüksek olmaları nedeniyle uzun yıllardan beri bölge üreticileri tarafından tercih edilen çeşitlerdir (Toplu, 2000). Bölgede uzun yıllardır üretimi nedeniyle ekolojiye adaptasyon sağlayan yerel zeytin çeşitleri ile yeni bahçeler kurulmasının bölge zeytinciliğinin gelişmesi bakımından önemli olduğu ve yöresel çeşitlerin kullanılmasının teşvik edilmesinde büyük fayda bulunduğu bildirilmektedir (Toplu ve ark., 2009; Özkaya ve ark., 2015).

Zeytin vegetatif ve generatif yöntemlerle çoğaltılabilen bir meyve türüdür. Generatif yolla fidan üretimi, tohumla yapılmakta ve tohumun çimlendirilmesindeki zorluklar, tohumların heterezigot yapıda ana bitkiden farklı olması ve aşılama gerektirmesi nedenleriyle bu çoğaltma yöntemi anaç yetiştirmek ve islah çalışmalarında genetik materyal elde etmek haricinde pek tercih edilmemektedir (Hartmann ve ark., 2002; Fabbri ve ark., 2004; İsfendiyaroğlu & Özeker, 2011). Yaprakları ve kökleri dışında, diğer bütün organları ile çoğaltılabilen bir meyve türü olan zeytinin çoğaltılmasında, dip sürgünleri, yumru ve yumruya yakın kökleri, kalın dal çelikleri ve yarı odun çelikleri gibi vegetatif organları kullanılmaktadır. Vegetatif üretim yöntemleri arasında yarı odunsu çeliklerin sisleme altında köklendirilmesi diğer yöntemlere göre daha ekonomik ve daha kısa sürede tüplü fidan elde etme imkanını sağladığından son yıllarda en çok başvurulan yöntem olmuştur (Dağ, 1985; Hartmann ve ark., 2002; Fabbri ve ark., 2004). Zeytin çeliklerinde iyi bir köklenme için büyüme düzenleyici madde uygulanması oldukça yaygındır. Bu amaçla IBA (indolbutirik asit) ve NAA (naftalenasetik asit) yada IBA-NAA'nın farklı kombinasyonlardaki uygulamaları önerilmektedir (Hartmann ve ark., 2002). Köklenme derecesi düşük olan zeytin çeşitleri, uygulanan IBA'ya yeterli seviyede karşılık verememektedir (Fabbri ve ark., 2004).

Çeliklerin köklenmesi üzerine ana bitkinin durumu, çelik tipi, hormon çeşidi ve konsantrasyonu, çelik alma dönemi, köklendirme ortamı gibi faktörler etki etmekle birlikte, zeytinde köklenme oranı çeşitlere göre de farklılık göstermektedir (Canözer ve Özahçı, 1992; Özkaya & Çelik, 1999; Khabou ve ark., 1999; Ayanoğlu ve ark., 2000; Fabbri ve ark., 2004; Gerakakis & Özkaya, 2005; İsfendiyaroğlu ve ark., 2009; İsfendiyaroğlu & Özeker, 2012; Jan, ve ark., 2017; Abay ve ark., 2023).

Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinde yoğun olarak yetiştirilen ve son yıllarda üretici ve tüketiciler tarafından talep gören, fakat çelikle üretimi konusunda sınırlı bilgi olduğu için fidan üretimi yeterli düzeyde yapılmayan Sarı Haşebi, Savrani, Halhalı ve Kargaburnu gibi yerel zeytin çeşitleri ile Hatay ilinde son yıllarda yetiştiriciliği artan Gemlik zeytin çeşidinin farklı dönemlerde (sonbahar ve ilkbahar) alınan çeliklerine farklı IBA (İndol Bütirik Asit) uygulamalarının köklenme yeteneği ve düzeylerine etkilerinin belirlenmesidir. Böylece, bölge ile özdeşleşmiş, adaptasyonu iyi, bölgede üstün performansı nedeniyle talep gören yerel zeytin çeşitleri ile bahçe kurulumunun yaygınlaştırılarak

genetik çeşitliliğin muhafazası ve geleceğe taşınmasını desteklemektir. Ayrıca, birkaç çeşitle var olan fidancılık sektöründeki darboğazın aşılacak fidan üretimine katkı sağlamak hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait cam serada bulunan sisleme ünitesinde yürütülmüştür. Çalışmada, **Gemlik çeşidi** (Bursa ili orjinli, meyveleri orta irilikte, yağ oranı % 25 dolayında, Ülkemizin en önemli siyah sofralık çeşididir), **Sarı Haşebi çeşidi** (Hatay ili Altınözü İlçesi orijinli, meyveleri 2.93 g, yağ içeriği % 24.72 olup, çeşit kendi ekolojisinde yağlık ve siyah sofralık olarak değerlendirilir), **Savrani çeşidi** (Hatay ili Altınözü ilçesi orijinli, meyveleri 2.95 g, yağ içeriği % 29.18'dir. Genelde yağlık olarak değerlendirilir), **Halhalı çeşidi** (Mardin ili Derik ilçesi orjinli, meyveleri orta büyüklükte, yağ oranı % 21.11'dir) ve **Kargaburnu çeşidi** (Hatay ili merkez ilçede yoğun olarak bulunmakta, meyveleri orta irilikte, yağ oranı % 27 dolayındadır) materyal olarak kullanılmıştır (Canözer, 1991; Toplu, 2000).

Çelikler, hastalık belirtisi görülmeyen, gelişmesi iyi, verimli ve orta yaşlı seçilmiş ağaçlardan alınmıştır. Çeşitlere ait yarı odunsu çelikler bir önceki yılın sürgünlerinden 2-3 yapraklı, 20-25 cm uzunluğunda, çeliklerin üst kısmı en üsteki gözün 0.5 cm üzerinden en üsteki göze ters yönde 45°'lik açı ile, alt kısmı ise en alttaki gözün 1 cm altından düz bir şekilde kesilerek hazırlanmıştır (Ferguson ve ark., 1994; Hartmann ve ark., 2002). Çeliklerde oluşabilecek enfeksiyonları önlemek için tüm çelikler bir fungusitle (% 0.1'lik benomyl) 1 dk süre ile muamele edilmiştir.

Çalışmada, çeşitlere ait çelikler 2 dönemde: **a)** sonbahar (15 Ekim) ve **b)** ilkbahar (15 Mart) alınmıştır. Alınan çeliklerin demetler halinde 2 cm'lik dip kısımlarına 5 saniye süreyle köklendirme hormonu İndol Bütirik Asit (IBA)'in **a)** 0 (kontrol), **b)** 2000 ppm ve **c)** 4000 ppm'lik dozları uygulanmış, her çeşit ve uygulama yapılan çelikler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 100 adet çelik olacak şekilde sisleme ünitesi, köklendirme ortamı olarak ürgüp toprağı kullanılmış köklendirme kasalarına m²'ye 800-1000 adet çelik olacak şekilde dikimleri yapılmıştır.

Çelikler köklenme süresince sisleme ünitesi altında tutulmuştur. Çelikler 90 gün köklendirme ortamında tutulduktan sonra sökümleri yapılarak; a) Köklenme oranı (%), b) Kök sayısı (adet/ çelik), c) Kök uzunluğu (cm), d) Köklenme derecesi (1-5 skalası; 1:sadece kallus oluşumu; 2:çok zayıf köklenme; 3: orta düzeyde köklenme; 4:iyi düzeyde köklenme; 5:çok iyi düzeyde köklenme olarak) ve e) Sürgün uzunluğu (cm) parametreleri incelenmiştir.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her tekerrürde 100 adet çelik kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SAS software (SAS Version V.8, SAS Institute, Cary, N.C.) kullanılarak yapılmış (SAS 2005) ve ortalamalar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gemlik, Halhalı, Kargaburnu, Savrani ve Sarı Haşebi zeytin çeşitlerine ait çeliklerin köklenme oranlarına farklı çelik alma dönemleri ve IBA dozlarının etkileri istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir (Çizelge 1). Çeşitler arasında köklenme oranı en yüksek Gemlik (% 65.83), en düşük ise Halhalı (% 37.02) çeşidinde belirlenmiştir. Köklenme oranları Savrani, Sarı Haşebi ve Kargaburnu çeşitlerinde sırasıyla % 46.65, % 44.36 ve % 38.11 olarak belirlenmiştir. Zeytin çeşitlerinin genetik yapılarının farklı olmasından kaynaklı köklenme oranlarında da önemli farklılıklar olmaktadır. Nitekim, Canözer & Özahçı, (1991) 83 zeytin çeşidinde köklenme oranlarının % 0.25 ile % 90 oranında değiştiğini, Khabou ve ark., (1999), 7 zeytin çeşidinde yapmış olduğu çalışmada köklenme oranlarını % 15.5 ile % 40.8 arasında değiştiğini, Ayanoğlu ve ark. (2000), 15 yerli ve 4 yabancı zeytin çeşidinin köklenme oranlarının % 4.73 ile % 70.66 arasında çok geniş bir varyasyon gösterdiğini, Hosseini ve ark., (2004) 4 farklı zeytin çeşidi ile yapmış olduğu çalışmada köklenme oranının % 32 ile % 89 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Cirillo ve ark. (2017), zeytin çeliklerinde köklenme oranının çeşitlere göre farklılık gösterdiğini ve bu değerlerin %11.2 ile %66.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda en yüksek köklenme oranı % 65.83 ile Gemlik çeşidinde belirlenmiştir. Karakır (1992),

Gemlik çeşidinde köklenme oranını % 86.44, Güler ve ark., (2017) ise % 49 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda köklenme oranları Savrani çeşidinde % 46.65, Sarı Haşebi çeşidinde % 44.36 ve Halhalı çeşidinde % 37.02 elde edilmiş olup bu değerler Canözer ve Özahçı, (1991) nin aynı çeşitler için elde etmiş olduğu değerlerden (Savrani % 30, Sarı Haşebi % 33 ve Halhalı % 27) yüksek bulunmuştur. Ayrıca, Abay ve ark., (2023) Halhalı çeşidinin ısıtmalı ortamda köklenme oranının torf + perlit (T+Pe) ortamında düşük (%8,33), kokopit + perlit (Ko+Pe) ortamında yüksek (%35,00) olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda köklenme oranları bakımından farklılıkların nedeni olarak çelik alma dönemlerinin, köklenme ortamlarının (nem ve sıcaklık) ve uygulamaların farklı olması gösterilebilir (Kaynaş, 1995; Hartman ve ark., 2002).

Sonbahar döneminde alınan çeliklerin köklenme oranı daha yüksek (% 46.30), ilkbahar dönemi köklenme oranı ise daha düşük (% 43.36) olarak gerçekleşmiştir. Dikmen ve Uluskan (1982), Shobolul & Mendicioğlu (1985) ve Canözer ve Özahçı, (1992) iki farklı dönemde alınan çeliklerin köklenme durumu üzerine yaptıkları çalışmalarda elde ettiğimiz bulgulara benzer şekilde sonbahar döneminde alınan zeytin çeliklerinin ilkbaharda alınan zeytin çeliklerine oranla köklenme oranlarının daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Sonbahar döneminde alınan çeliklerde bitkinin yaz büyüme süresince fotosentez sonucu üretmiş olduğu karbonhidrat miktarlarının yüksek olması ve çeliklerde de biriktirilmiş olması sonbahar dönemi çeliklerinin köklenme oranı üzerine olumlu etki yaptığı söylenebilir. Nitekim, Özkaya ve Çelik, (1999) çeliklerde karbonhidrat düzeyinin her dönemde değiştiğini ve bunun çeliklerin köklenmesi üzerine farklı etkiler yaptığını belirtmişlerdir. Ayrıca, çeliklerde kallus oluşumu ve köklenme üzerine ortam sıcaklığı ve nem oranının oldukça önemli olması nedeniyle sonbahar döneminde bu koşulların ilkbahar dönemine göre daha iyi sağlanabilmesi nedeniyle köklenme oranını arttırmıştır.

Çeliklerin köklenme oranını arttırmak amacıyla bitki büyüme düzenleyici maddelerden olan IBA yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada IBA'nın çeşitlerin köklenme oranları üzerine önemli etkileri olmuştur. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında köklenme oranı % 33.00 iken, 2000 ppm uygulamada köklenme oranı % 46.50 olarak gerçekleşmiş, en yüksek köklenme oranı ise 4000 ppm IBA uygulamasında % 59.40 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde IBA'nın farklı konsantrasyonlarının köklenme oranı üzerine etkisini araştıran Tığa (1991), Tavşan Yüreği zeytin çeşidinde, Rahman ve ark. (2002), Coratino zeytin çeşidinde, Karasu (2014), Barnea, Frantoio, Picual, Leccino ve Gemlik zeytin çeşitlerinde yapmış oldukları çalışmalarda IBA konsantrasyonları arttıkça köklenme oranlarının arttığını saptamışlardır.

En yüksek köklenme oranı, Gemlik çeşidinin ilkbahar döneminde alınan ve 4000 ppm IBA uygulamasından (% 86.33), en düşük köklenme oranı ise Halhalı çeşidinin ilkbahar döneminde alınan kontrol uygulamasında (% 22.00) elde edilmiştir.

Gemlik, Halhalı, Kargaburnu, Savrani ve Sarı Haşebi zeytin çeşitleri arasında çeliklerin kök sayıları bakımından istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 2). Çeşitler arasında kök sayısı en yüksek Gemlik çeşidinde (8.60 adet) tespit edilmiş, bunu Halhalı çeşidi (7.03 adet) takip etmiştir. En az kök sayıları ise Kargaburnu (6.03 adet), Sarı Haşebi (5.89 adet) ve Savrani (5.55 adet) çeşitlerinde belirlenmiştir. Canözer ve Özahçı (1991), 83 zeytin çeşidinin kök sayılarının en düşük Çelebi (1 adet), en yüksek ise Otur çeşidinde (20 adet), Ayanoglu ve ark. (2000), 15 yerli ve 4 yabancı zeytin çeşidinde yapmış olduğu çalışmada kök sayısının en yüksek Meski ve İzmir Sarı Ulak (7.60 adet), en düşük ise Domat (1.60 adet) ve Silifke yağlık (1.53 adet) çeşitlerinde olduğunu, İsfendiyaroğlu ve ark. (2009), Ayvalık çeşidinin kök sayısının 10.8 adet olduğunu belirlemişlerdir. Abay ve ark., (2023) Halhalı çeşidinde çeliklerde kök sayısının ısıtmalı-ısıtmasız ortama ve köklendirme ortamına göre önemli farklılıklar olduğunu, ısıtma yapılan ve yapılmayan ortamlarda en yüksek değerlerin pomza (Po) ortamında (sırasıyla 13.46 adet ve 2.85 adet) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarda çeşitlerin kök sayılarının farklı olması genetik yapının farklı olmasının yanı sıra köklenme ortamı ve koşullarının değişken olmasından kaynaklanmaktadır.

Çelik alma dönemleri kök sayısı üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiş olup, ilkbahar döneminde alınan çeliklerin kök sayıları daha yüksek (6.85 adet), sonbahar dönemi ise daha düşük (6.39 adet) olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. Zeytin çeşitlerinde farklı dönem ve IBA konsantrasyonlarının köklenme oranları üzerine etkisi (%)

Table 1. The effect of different periods and IBA concentrations on rooting rates in olive cultivars (%)

Çeşitler	Dönem	Uygulama			Dönem ortalama	Çeşit ortalama	Dönem ortalama
		Kontrol	2000 ppm	4000 ppm			
Gemlik	İlkbahar	46.67	62.78	86.33	65.26	65.83 a	İlkbahar
	Sonbahar	56.00	65.22	78.00	66.41		43.36 b
Ortalama		51.33	64.00	82.17	65.83		
Halhalı	İlkbahar	22.00	36.44	52.55	37.00	37.02 c	
	Sonbahar	22.22	33.33	55.55	37.03		
Ortalama		22.11	34.89	54.05	37.02		
Kargaburnu	İlkbahar	23.67	34.00	46.64	34.77	38.11 c	
	Sonbahar	29.89	41.11	53.33	42.63		
Ortalama		26.78	37.55	50.47	38.11		
Savrani	İlkbahar	28.67	40.33	48.33	39.11	46.65 b	Sonbahar
	Sonbahar	37.33	60.89	64.33	54.18		46.30 a
Ortalama		33.00	50.61	56.33	46.65		
Sarı Haşebi	İlkbahar	36.00	36.00	50.05	40.68	44.36 b	
	Sonbahar	27.55	54.89	61.66	46.33		
Ortalama		31.78	45.44	54.70	44.36		
Uygulama ortalama		33.00c	46.50b	59.40a			

Çeşit LSD%5: 4.70 Dönem LSD%5: 2.97 Uygulama LSD%5: 3.64

Çelik alma dönemlerinin kök sayılarına etkileri çeşitler bazında farklılık göstermiş, ilkbahar döneminde Gemlik (8.72 adet), Halhalı (8.74 adet) ve Kargaburnu (7.04 adet) çeşitlerinin kök sayıları, sonbahar döneminde Savrani (6.67 adet) ve Sarı Haşebi (6.55 adet) çeşitlerinin kök sayıları daha fazla olmuştur.

Çalışmada IBA'nın çeşitlerin kök sayıları üzerine önemli etkileri olmuştur. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında kök sayısı 4.07 adet iken, 2000 ppm IBA uygulamasında kök sayısı 7.26 adet olarak gerçekleşmiş, en yüksek kök sayısı ise 4000 ppm IBA uygulamasında 8.53 adet olarak saptanmıştır. Çalışmamızda IBA'nın konsantrasyonunun artmasıyla kök sayısında önemli artışların olması Tığa (1991), Tavşan yüreği zeytin çeşidinde, Rahman ve ark. (2002), Coratino zeytin çeşidinde ve Durmuş (2003), 4 farklı zeytin çeşidinde çeliklerinin köklenmesi çalışmalarında elde ettikleri bulgularla benzerlik göstermektedir.

En yüksek kök sayısı, Gemlik çeşidinin ilkbahar döneminde alınan ve 4000 ppm IBA uygulamasında (14.06 adet), en düşük ise Sarı Haşebi çeşidinin sonbahar döneminde alınan kontrol uygulamasında (2.32 adet) elde edilmiştir.

Çeşitler arasında kök uzunluğu en yüksek Gemlik (6.34 cm) ve Savrani (6.32 cm) çeşitlerinde, en düşük ise Kargaburnu (4.53 cm) çeşidinde belirlenmiştir. Sarı Haşebi çeşidinde 5.67 cm ve Halhalı çeşidinde 4.95 cm kök uzunluğu ölçülmüştür (Çizelge 3). Benzer çalışmaları yapan Ayanoglu ve ark. (2000), 15 yerli ve 4 yabancı zeytin çeşidinde kök uzunluğunu en fazla Manzanilla (15.13 cm) ve Ascolana (13.07 cm) çeşitlerinde, en az ise sırasıyla Domat (2.83 cm), Memeli (2.63 cm) ve Silifke Yağlık (2.30 cm) çeşitlerinde olduğunu saptamışlardır. İsfendiyaroğlu ve ark. (2009), Ayvalık çeşidinin kök uzunluğunu kullanılan köklendirme ortamının önemli düzeyde etkilediğini ve en yüksek perlit+vermikulit ortamında 4.7 cm olduğunu bildirmişlerdir. Abay ve ark., (2023) Halhalı çeşidinin kök uzunluklarının köklendirme ortamlarına göre değiştiğini, ortam ortalamaları kıyaslandığında, en yüksek kök uzunluğuna pomza (Po) (37.42 cm), kokopit (Ko) (35.26 cm) ve dere kumu (DK) (33.35 cm) ortamlarına dikilen çelikler sahip olurken, en düşük kök uzunluğuna DK+Po (14.76 cm) ortamındaki çelikler sahip olmuştur. Güler ve

ark. (2017), 'Gemlik' zeytin çeliklerinin 1:1 oranında torf: perlit karışımı içeren köklenme ortamında ortalama kök uzunluğunun 3.01 cm olduğunu bildirmişlerdir. Hechmi ve ark. (2013), perlit ortamında 'Arbequina' çeşidine ait kök uzunluğunu 8.06 cm ve 'Koroneiki' çeşidine ait kök uzunluğunu 6.31 cm olarak belirlemişler. Çeşitlerin kök uzunluklarının farklılık göstermesi çeşidin genetik yapısının farklı olması yanı sıra köklenme ortamı ve koşullarının (nem ve sıcaklık) değişken olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim, Ayanoglu ve ark. (2000), Başer (2005), İsfendiyaroğlu ve ark. (2009) ve Abay ve ark., (2023) farklı köklendirme ortamlarının kök uzunluğu üzerine farklı etkide bulduklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 2. Zeytin çeşitlerinde farklı dönem ve IBA konsantrasyonlarının kök sayıları üzerine etkisi (adet/çelik)

Table 2. The effect of different periods and IBA concentrations on root numbers in olive cultivars (number/cuttings)

Çeşitler	Dönem	Uygulama			Dönem ortalama	Çeşit ortalama	Dönem ortalama
		Kontrol	2000 ppm	4000 ppm			
Gemlik	İlkbahar	4.63	7.46	14.06	8.72	8.60 a	
	Sonbahar	6.22	10.08	9.11	8.47		
Ortalama		5.43	8.77	11.59	8.60		
Halhalı	İlkbahar	4.33	10.02	11.87	8.74	7.03 ab	İlkbahar 6.85
	Sonbahar	2.33	4.88	8.73	5.32		
Ortalama		3.33	7.45	10.30	7.03		
Kargaburnu	İlkbahar	4.00	7.42	9.69	7.04	6.03 b	
	Sonbahar	3.83	6.64	4.93	5.11		
Ortalama		3.92	7.03	6.97	6.03		
Savrani	İlkbahar	4.20	4.73	4.38	4.44	5.55 b	
	Sonbahar	4.17	8.27	7.57	6.67		
Ortalama		4.18	6.50	5.97	5.55		
Sarı Haşebi	İlkbahar	4.63	4.63	6.68	5.31	5.89 b	Sonbahar 6.39
	Sonbahar	2.32	8.50	9.96	6.55		
Ortalama		3.48	6.57	7.99	5.89		
Uygulama ortalama		4.07 b	7.26 a	8.53 a	6.62		
Çeşit LSD%5: 1.73		Dönem LSD%5: Ö.D.		Uygulama LSD%5: 1.34	Ö.D.: Önemli Değil		

Çelik alma dönemleri kök uzunluğu üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş olup, sonbahar döneminde alınan çeliklerin kök uzunlukları daha fazla (6.33 cm), ilkbahar dönemi kök uzunluğu ise daha düşük (4.78 cm) olarak gerçekleşmiştir. Sonbahar döneminde alınan çeliklerin kök uzunluklarının daha fazla olmasının nedeni olarak bu dönemde bitkilerde karbonhidrat birikiminin daha yüksek olması (Toplu, 2000) ve sıcaklığın iyi bir kök gelişimi için daha uygun olmasına bağlanabilir.

Çelik alma dönemlerinin kök uzunluğuna etkileri çeşitler bazında farklılık göstermiş, Gemlik (7.48 cm), Halhalı (4.98 cm), Savrani (7.79 cm) ve Sarı Haşebi (7.22 cm) çeşitlerinin kök uzunluğu sonbahar döneminde fazla iken, Kargaburnu (4.59 cm) çeşidinin kök uzunluğu ilkbahar döneminde alınan çeliklerde daha fazla olmuştur.

Çalışmada, IBA uygulamalarının çeşitlerin kök uzunluğu üzerine önemli etkileri olmuştur. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında kök uzunluğu 3.84 cm iken, 2000 ppm uygulamada kök uzunluğu 6.14 cm olarak ölçülmüş, en yüksek kök uzunluğuna ise 4000 ppm IBA uygulamasında 6.68 cm olarak saptanmıştır. Benzer çalışmaları yapan, Tiğa (1991) Tavşan Yüreği zeytin çeşidinde, Rahman ve ark. (2002) Coratino zeytin çeşidinde ve Durmuş (2003) 4

farklı zeytin çeşitlerinin çeliklerinde IBA konsantrasyonlarının artması ile çalışmamızdan elde edilen bulgulara uyumlu bir şekilde çeliklerin kök uzunluğunun da arttığını saptamışlardır.

En yüksek kök uzunluğu, Sarı Haşebi çeşidinin sonbahar döneminde alınan ve 4000 ppm IBA uygulanan çeliklerde (11.10 cm), en düşük ise yine Sarı Haşebi çeşidinin sonbahar döneminde alınan ve kontrol uygulaması yapılan çeliklerinde (2.10 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 3. Zeytin çeşitlerinde farklı dönem ve IBA konsantrasyonlarının kök uzunlukları üzerine etkisi (cm)

Table 3. The effect of different periods and IBA concentrations on root lengths of olive cultivars (cm)

Çeşitler	Dönem	Uygulama			Dönem ortalama	Çeşit ortalama	Dönem ortalama
		Kontrol	2000 ppm	4000 ppm			
Gemlik	İlkbahar	4.87	5.25	5.50	5.21	6.34 a	İlkbahar 4.78 b
	Sonbahar	5.78	8.48	8.18			
Ortalama		5.32	6.87	6.84	6.34		
Halhalı	İlkbahar	4.65	4.66	5.46	4.92	4.95 ab	
	Sonbahar	2.33	5.22	7.40			4.98
Ortalama		3.49	4.94	6.43	4.95		
Kargaburnu	İlkbahar	4.13	4.06	5.57	4.59	4.53 b	
	Sonbahar	2.98	5.81	4.60			4.48
Ortalama		3.56	4.93	5.02	4.53		
Savrani	İlkbahar	4.77	4.27	5.55	4.86	6.32 a	Sonbahar 6.33 a
	Sonbahar	3.41	10.53	9.42			
Ortalama		4.09	7.40	7.48	6.32		
Sarı Haşebi	İlkbahar	3.37	3.37	6.17	4.30	5.67 ab	
	Sonbahar	2.10	9.75	11.10			7.22
Ortalama		2.74	6.56	8.14	5.67		
Uygulama ortalama		3.84 b	6.14 a	6.68 a	5.55		
Çeşit LSD%5: 1.50	Dönem LSD%5: 0.95	Uygulama LSD%5: 1.16					

Çeşitler arasında köklenme derecesi en yüksek Gemlik (2.41), en düşük ise Halhalı (1.85) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Sarı Haşebi çeşidi 2.09, Savrani çeşidi 2.01 ve Kargaburnu çeşidi 1.96 köklenme derecesine sahiptir. Ayanoğlu ve ark. (2000), en iyi köklenme derecesini Ascolana (3.93) ve Meski (3.66), en düşük köklenme derecesini ise Domat (1.60) ve Kilis Yağlık (1.46) çeşitlerinde saptamışlardır. Güler ve ark., (2017) Gemlik çeşidi ile yapmış oldukları çalışmada köklenme derecesinin kontrol uygulamasında 2.52, 1 ml/L gabiokat uygulamasında ise 3.74 değerinin elde edildiğini belirtmişlerdir.

Çelik alma dönemleri köklenme derecesi üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiş olup, ilkbahar döneminde alınan çeliklerin köklenme dereceleri 2.12, sonbahar döneminde alınan çeliklerin köklenme dereceleri 2.00 olarak gerçekleşmiştir.

Çelik alma dönemlerinin köklenme derecelerine etkilerine çeşitler bazında baktığımızda Gemlik (2.46), Halhalı (2.02), Kargaburnu (2.04) ve Sarı Haşebi (2.12) çeşitlerinin köklenme dereceleri ilkbahar döneminde, Savrani (2.07) çeşidinin ise köklenme derecesi sonbahar döneminde daha fazla olmuştur.

Çalışmada IBA'nın çeşitlerin köklenme dereceleri üzerine önemli etkileri olmuştur. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında köklenme derecesi 1.68 iken, 2000 ppm uygulamada köklenme derecesi 2.10 olarak gerçekleşmiş, en yüksek köklenme derecesine ise 4000 ppm IBA uygulamasında 2.40 olarak elde edilmiştir. İndole butirik asit uygulamaları hem köklenme oranına hemde köklenme derecesinde olumlu etki yapmaktadır.

En yüksek köklenme derecesi, Gemlik çeşidinin ilkbahar döneminde alınan ve 4000 ppm IBA uygulamasında 3.05, en düşük köklenme derecesi Halhalı çeşidinin sonbahar dönemi kontrol uygulamasında 1.33 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Zeytin çeşitlerinde farklı dönem ve IBA konsantrasyonlarının köklenme dereceleri üzerine etkisi (1-4 skalası)

Table 4. The effect of different periods and IBA concentrations on rooting degrees in olive cultivars (1-4 scale)

Çeşitler	Dönem	Uygulama			Dönem ortalama	Çeşit ortalama	Dönem ortalama
		Kontrol	2000 ppm	4000 ppm			
Gemlik	İlkbahar	2.07	2.27	3.05	2.46	2.41 a	İlkbahar 2.12
	Sonbahar	2.06	2.49	2.52			
Ortalama		2.06	2.38	2.78	2.41		
Halhalı	İlkbahar	1.43	2.13	2.50	2.02	1.85 c	
	Sonbahar	1.33	1.67	2.01			
Ortalama		1.38	1.90	2.25	1.85		
Kargaburnu	İlkbahar	1.53	1.90	2.68	2.04	1.96 bc	
	Sonbahar	1.42	2.08	2.09			
Ortalama		1.48	1.99	2.34	1.96		
Savrani	İlkbahar	1.80	1.93	2.09	1.94	2.01 bc	Sonbahar 2.00
	Sonbahar	1.67	2.24	2.30			
Ortalama		1.74	2.09	2.20	2.01		
Sarı Haşebi	İlkbahar	1.97	1.97	2.43	2.12	2.09 b	
	Sonbahar	1.48	2.33	2.46			
Ortalama		1.72	2.15	2.44	2.09		
Uygulama ortalama		1.68 c	2.10 b	2.40 a	2.06		

Çeşit LSD%5: 0.25 Dönem LSD%5: Ö.D. Uygulama LSD%5: 0.20 Ö.D.: Önemli Değil

Çeşitler arasında sürgün uzunluğu en yüksek Gemlik (5.03 cm), en düşük ise Sarı Haşebi çeşidi (4.04 cm), Halhalı çeşidi (3.98 cm) ve Kargaburnu (3.95 cm) çeşidinde ölçülmüştür (Çizelge 5). Savrani çeşidi ise (4.57 cm) sürgün uzunluğuna sahiptir. Rahman ve ark. (2002) Coratino zeytin çeşidi çeliklerinde sürgün uzunluğunun 15 cm'ye ulaştığını, Durmuş (2003) 4 farklı zeytin çeşidi arasında Gemlik ve Manzanilla çeşitlerinin çeliklerinde sürgün uzunluklarının Domat çeşidine göre daha fazla olduğunu belirtmişler.

Çelik alma dönemleri sürgün uzunluğu üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiş olup, ilkbahar döneminde alınan çeliklerin sürgün uzunluğu 4.52 cm, sonbahar döneminde alınan çeliklerin sürgün uzunluğu ise 4.11 cm olarak gerçekleşmiştir

Çelik alma dönemlerinin sürgün uzunluğuna etkilerini çeşitler bazında irdelediğimizde Gemlik (5.50 cm), Halhalı (4.46 cm) ve Kargaburnu (4.08 cm) çeşitlerinde sürgün uzunluğu ilkbahar döneminde, Savrani (4.62 cm) çeşidinde ise sürgün uzunluğu sonbahar döneminde daha fazla olmuştur. Sarı Haşebi (4.04 cm) çeşidinde ise sürgün uzunluğu bakımından her iki dönemde de herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Çalışmada IBA'nın çeşitlerin sürgün uzunluğu üzerine önemli etkileri olmuştur. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında sürgün uzunluğu 3.71 cm iken, 2000 ppm uygulamada sürgün uzunluğu 4.58 cm olarak gerçekleşmiş, en yüksek sürgün uzunluğu ise 4000 ppm IBA uygulamasında 4.65 cm olarak ölçülmüştür. Güler ve ark., (2017) Gemlik çeşidi ile yapmış oldukları çalışmada sürgün uzunluğunun kontrol uygulamasında 10.85 mm, 1 ml/L gabiokat uygulamasında ise 40.24 mm değerinin elde edildiğini belirtmişlerdir. En yüksek sürgün uzunluğu, Gemlik çeşidinin ilkbahar döneminde alınan ve 4000 ppm IBA uygulamasında 6.73 cm, en düşük sürgün uzunluğu Kargaburnu çeşidinin sonbahar dönemi kontrol uygulamasında 2.23 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. Zeytin çeşitlerinde farklı dönem ve IBA konsantrasyonlarının sürgün uzunluğu üzerine etkisi (cm)
Table 5. The effect of different periods and IBA concentrations on shoot length in olive cultivars (cm)

Çeşitler	Dönem	Uygulama			Dönem ortalama	Çeşit ortalama	Dönem ortalama
		Kontrol	2000 ppm	4000 ppm			
Gemlik	İlkbahar	4.80	4.96	6.73	5.50	5.03 a	İlkbahar 4.52
	Sonbahar	3.44	5.20	5.04			
Ortalama		4.12	5.08	5.88	5.03		
Halhalı	İlkbahar	4.70	4.54	4.13	4.46	3.98 b	
	Sonbahar	2.85	3.36	4.31			3.51
Ortalama		3.78	3.95	4.22	3.98		
Kargaburnu	İlkbahar	3.93	3.96	4.34	4.08	3.95 b	
	Sonbahar	2.23	5.30	3.93			3.83
Ortalama		3.08	4.63	4.11	3.95		
Savrani	İlkbahar	5.27	3.50	4.77	4.51	4.57 ab	Sonbahar 4.11
	Sonbahar	3.21	5.69	4.96			
Ortalama		4.24	4.59	4.86	4.57		
Sarı Haşebi	İlkbahar	4.27	4.27	3.59	4.04	4.04 b	
	Sonbahar	2.36	5.05	5.03			4.04
Ortalama		3.31	4.66	4.17	4.04		
Uygulama ortalama		3.71 b	4.58 a	4.65 a	4.31		
Çeşit LSD%5: 0.81	Dönem LSD%5: Ö.D.	Uygulama LSD%5: 0.62		Ö.D.: Önemli Değil			

Sonuç olarak, çeşitler arasında köklenme oranı en yüksek Gemlik (% 65.83), en düşük ise Halhalı (% 37.02) çeşidinde belirlenmiştir. Savrani çeşidinde % 46.65, Sarı Haşebi çeşidinde % 44.36 ve Kargaburnu çeşidinde % 38.11 köklenme oranı elde edilmiştir. Sonbahar döneminde alınan çeliklerin köklenme oranı daha yüksek (% 46.30), ilkbahar dönemi köklenme oranı ise daha düşük (% 43.36) olarak gerçekleşmiştir. IBA'nın uygulanmadığı kontrol uygulamasında köklenme oranı % 33.00 iken, 2000 ppm uygulamada köklenme oranı % 46.50 olarak gerçekleşmiş, en yüksek köklenme oranı ise 4000 ppm IBA uygulamasında % 59.40 olarak gerçekleşmiştir.

Gemlik çeşidinde ilkbahar döneminde alınan çeliklere 4000 ppm IBA uygulanması durumunda % 86.33 oranında köklenme sağlanmıştır. Hatay ilinin yerel çeşitlerinden olan Halhalı, Sarı Haşebi, Savrani ve Kargaburnu çeşitlerinin sonbahar döneminde alınan çeliklerine 4000 ppm IBA uygulanması durumunda sırasıyla % 55.55, % 61.66, % 64.33 ve % 53.33 köklenme oranı elde edilmiştir. Bölgenin artan yerel çeşit fidan talebini karşılamak için sonbahar döneminde alınan çeliklere 4000 ppm IBA uygulaması önerilebilir. Bölgenin yerel çeşitlerde fidan ihtiyacını sağlamak

için çeliklerin köklenme oranlarını artırmaya yönelik sıcaklık ve nem kontrollü ortamlarda farklı köklendirme ortamlarının yer aldığı çalışmaların yürütülmesinde yarar bulunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 8560) tarafından desteklenmiş olup, yazarlar Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür eder.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Abay, S., Dal, A., Çelik, M., Sezer, İ., & Çalışkan, O. (2023). 'Halhalı' zeytin çeşidine ait yarı odunsu çeliklerin köklenmesi üzerine alttan ısıtma ve farklı ortamların etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (1), 11-17. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1129017>
- Anonymous (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Ayanoğlu, H., Toplu, C., Bayazit, S & Yılmaz, S. (2000). Değişik köklendirme ortamlarının bazı zeytin çeliklerinin köklendirilmeleri üzerine etkisi, *Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu*, 388-399.
- Başer, S. (2005). Değişik köklendirme ortamlarının Ayvalık yağlık zeytin çeşidi çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 89 s.
- Besnard, G., Baradat, P., & Bervillé, A. (2001). Genetic relationships in the olive (*Olea europaea* L.) reflect multilocal selection of cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 102, 251-258. <https://doi.org/10.1007/s001220051642>
- Canözer, Ö. (1991). Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Genel Yayın No: 334, Seri: 16, 107 s.
- Canözer, Ö., & Özahçı, E. (1992). Zeytin çeliklerinin belli hormon konsantrasyonlarında köklenme nispetlerinin tesbiti. *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt 1, 13-16 Ekim,1992, İzmir, 165-169.
- Cirillo, C., Russo, R., Famiani, F., & DiVaio, C. (2017). Investigation on rooting ability of twenty olive cultivars from southern Italy. *Advances in Horticultural Science*, 31 (4), 311-317. <https://doi.org/10.13128/ahs-21031>
- Çavuşoğlu, A., & Çakır, M. (1988). Modern Zeytincilik. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Mesleki Yayınlar No.1, 303 s. Ankara.
- Dağ, O. (1985). Zeytin Üretim Metodları. Tarım, Orman ve Köyüşleri Bakanlığı Yayınları, No:33, Ankara, 18 s.
- Dikmen, İ., & Uluskan, A. (1982). En önemli zeytin çeşitlerimizde sisleme metodu ile çeliklerin köklendirilmesinde uygun vasatın tesbiti. TKB Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Zeytin Yetiştiriciliği Araştırma Raporları, 5, 112-116.

- Durmuş, M., (2003). Manzanilla, Gemlik, Domat ve Hamza Çelebi zeytin çeşitlerinin hormon kullanımıyla köklendirilmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 34 s.
- Fabbri, A., Bartolini, G., Lambardi, M., & Kailis, S. (2004). *Olive propagation manual*. Landlinks Press, Collingwood, 141 pp.
- Ferguson, L., Sibbett, G.S., & Martin, G.C. (1994). *Olive production manual*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3353, Oakland, CA, USA.
- Gerakakis, A., & Özkaya, M.T. (2005). Effects of cutting size, rooting media and planting time on rooting of Domat and Ayvalik olive (*Olea europaea* L.) cultivars in shaded polyethylene tunnel (Spt). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11, 334-338.
- Güler, Z., Özkaya, M.T., & Dousti, S. (2017). Gemlik zeytin çeşidinin yarı odun çeliklerinin köklendirilmesi. *Zeytin Bilimi*, 7 (1), 1-4.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., & Geneve, R.L. (2002). *Plant propagation, principles and practices*. 7th Ed., Prentice Hall Inc., New Jersey, 880 p.
- Hechmi, M., Khaled, M.M., Abed, S., El-Hassen, A., Faiez, R., & M'hamed, A. (2013). Performance of olive cutting (*Olea europaea* L.) of different cultivars growing in the agro-climatic conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia). *American Journal of Plant Physiology*, 8, 41-49. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2013.41.49>
- Hosseini, S.M., Sadeghi, H., Esmati, A., Nourmohammadi, Z., Keshavarz, M.A., & Hosseinimaziani, M. (2004). Effect of media on rooting cuttings of four olive cultivars. *5th International Symposium on Olive Growing*, Vol. 27, pp. 2-9.
- İsfendiyaroğlu, M., Özeker, E., & Başer, S. (2009). Rooting of 'Ayvalik' olive cuttings in different media. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7 (1), 165-172. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009071-408>
- İsfendiyaroğlu, M., & Özeker, E. (2011). Zeytinde çoğaltma tekniklerine genel bir bakış. *Ulusal Zeytin Kongresi*, Akhisar/Türkiye, 283-294 s.
- İsfendiyaroğlu, M., & Özeker, E. (2012). Domat zeytini (*Olea europaea* L.) çeliklerinin kök rejenerasyonu: yaralama etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (2), 159-165.
- Jan, S., Ilyas, M., Samar, I.K., Ali, N., Anjum, M.M., Ullah, A., Zahir, R.U., & Shuaeb, M.N. (2017). Response of rooting of various olive cultivars to iba (indol butaric acid). *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 9 (2), 32-36.
- Karakır, M.N. (1992). Zeytinde damızlık ağaç yaşının yeşil çeliklerin köklenmeleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Bornova-İzmir, 171-174.
- Karasu, İ. (2014). Bazı yabancı zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklendirilmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 53 s.
- Kaynaş, N. (1995). Sisleme Yöntemiyle Zeytin Fidanı Üretimi. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yalova, Yayın No. 69, 61 s.
- Khabou, W., Trigui, A., & Metzidakis, I.T. (1999). Optimisation of the hardwood-cutting as a method of olive tree multiplacation. *Acta Horticulturae*, No.474, 55-58.
- Özkaya, M.T., & Çelik, M. (1999). Domat ve Gemlik zeytin çeliklerinde farklı uygulamaların köklenme süresince karbonhidratların değişimi üzerine etkisi. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 14-17 Eylül 1999, Ankara 208-211.
- Özkaya, M.T., Tunalioglu, R., Özkaya, F.D., & Ulaş, M. (2015). Zeytin üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, *Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı*, 12-16 Ocak 2015, Ankara. 630.

- Rahman, N., Awan, A.A., Nabi, G., & Ali, Z. (2002). Root initiation in hardwood cuttings of olive cultivar Coratino using different concentration of IBA. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1 (5), 563-564. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2002.563.564>
- Shobolul, A., & Mendilcioğlu, K. (1985). Zeytinin yarı odun çeliği ve tohumla çoğaltma olanakları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 222, 1.49-60.
- Tığa, N. (1991). Yıl boyu alınan odun çelikleriyle Tavşan Yüreği zeytin çeşidinin hormon kullanılarak köklendirilmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 68 s.
- Toplu, C. (2000). Hatay ili değişik üretim merkezlerindeki zeytinliklerin verim durumları, fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri ile beslenme durumları üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 195 s.
- Toplu, C., Yıldız, E., Bayazit, S., & Demirkeseşer, T.H. (2009). Assessment of growth behaviour, yield, and quality parameters of some olive (*Olea europaea*) cultivars in Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 37, 61-70. <https://doi.org/10.1080/01140670909510250>
- Zohary, D., & Hopf, M. (1994). *Olive: Olea europaea. Domestication of plants in the Old World*. Clarendon Press, Oxford, pp 137-143.