

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: 29, Sayı/Number: 2, 2024

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*
- Prof.Dr. Cengiz KARACA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Doç.Dr. Cahit ERDOĞAN, *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 CHOİ, *Kunsan National Üni., South Korea*
- Doç.Dr. 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)

- Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DURSUN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Derya KAZGÖZ CANDEMİR, *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.Dr. 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*
- Doç.Dr. İbrahim ERTEKİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Emin YILDIRIM, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN

Araştırma Makalesi / Research Article

The effect of agricultural supports on the economic sustainability of livestock farms Tarımsal desteklerin hayvancılık işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi Faruk ÇETİN, Emine OLHAN	290-299
Investigation of the mineral nutrition status of peanut cultivated in Silopi District of Şırnak Province through soil and leaf analyses Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştiriciliği yapılan yer fıstığının mineral beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleri ile incelenmesi Bedriye BİLİR	300-318
Determination of Thysanoptera (thrips) species and population densities in pepper (Capsicum annum L. cv. Capia) fields of Kahramanmaraş province Kahramanmaraş ili biber (Capsicum annum L. cv. Kapyra) alanlarındaki Thysanoptera (thrips) türleri ve popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi Alper KOZANOĞLU, M. Murat ASLAN, Ekrem ATAKAN, Kevser SABANCI	319-333
Determination of population densities of codling moth, Cydia pomonella (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in apple growing areas in Hatay province Hatay ilinde elma yetiştiriciliği yapılan alanlardaki elma içkurdu, Cydia pomonella (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nın popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi Başak ULAŞLI, Feza CAN	334-342
Investigation the effectiveness of attractants for genders of Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on citrus varieties Turunçgil çeşitleri üzerinde Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) cinsiyetleri için cezbedicilerin etkinliğinin araştırılması Nihat DEMİREL, Mehtap ACAR	343-352
Determination of antioxidant activities, microbiological properties and phenolic component amounts of methanol extracts of Laser trilobum L., Hypericum scabrum L. and Teucrium polium L. plants Laser trilobum L., Hypericum scabrum L., ve Teucrium polium L. bitkilerinin metanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri, mikrobiyolojik özellikleri ve fenolik bileşen miktarlarının belirlenmesi Filiz UÇAN TÜRKMEN, Kardelen ÖZKAN, Gülcan KOYUNCU, Ümit Haydar EROL	353-365
A study on breeder practices and animal welfare on cattle farms Sığır çiftliklerinde yetiştirici uygulamaları ve hayvan refahı üzerine bir araştırma Ali KAYGISIZ, İsa YILMAZ, Hasan YURDAGÜL	366-379
Determination of yield and some fruit quality characteristics in selected jujube genotypes Seçilmiş hünnap genotiplerinde verim ve bazı meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi Veli İNANIR, Adnan Nurhan YILDIRIM	380-389
The effect of some apple rootstocks on fruit set Bazı elma anaçlarının meyve tutumu üzerine etkisi Halis KAYA, Derya KILIÇ, Safder BAYAZİT	390-396

Araştırma Makalesi / Research Article

- Evaluating contract potato farming system from the perspective of producers: A case study of the Tomarza district**
Sözleşmeli patates yetiştiriciliği sisteminin üreticiler açısından değerlendirilmesi: Tomarza ilçesi örneği
Merve AYYILDIZ, Zehra Meliha TENGİZ, Adnan ÇİÇEK 397-408
- Analysis of marketing structure in almond production in Adıyaman province**
Adıyaman ili badem üretiminde pazarlama yapısının analizi
İbrahim EMRE, Nuran TAPKI 409-424
- The effects of essential oils from two different *Satureja hortensis* L. genotypes harvested at different times on weed seed germination**
Farklı zamanlarda hasat edilen iki farklı *Satureja hortensis* L. genotiplerinden elde edilen uçucu yağların yabancı ot tohumlarının çimlenmesine etkileri
Ayşe YAŞAR, Yücel KARAMAN, Nihat TURSUN 425-438
- Diagnosis of *Xanthomonas* isolates causing bacterial spot disease at the species level**
Bakteriyel leke hastalığına neden olan *Xanthomonas* izolatlarının tür düzeyinde tanısı
Benian Pınar AKTEPE, Raziye ÇETİNKAYA YILDIZ, Yeşim AYSAN 439-449
- Adult parasitoids of *Psammotettix striatus* (Hemiptera: Cicadellidae): A new record for Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) in Türkiye**
Psammotettix striatus (L.) (Hemiptera: Cicadellidae)'un ergin parazitoitleri: Türkiye için yeni bir Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) kaydı
Emine KAPLAN YAVUZ, Hasan TUNAZ, Çetin MUTLU 450-458
- Determination of population development and infestation rate of peach twig borer [*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)] in almond orchards of Şanlıurfa**
Şeftali güvesi [*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin Şanlıurfa ili badem bahçelerindeki popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi
Mehmet MAMAY, Süleyman DEMİR, Ceyhan SÖNMEZ 459-473
- The effect of different harvest times on yield and quality of motherwort (*Leonurus cardiaca* L.)**
Aslan kuyruğu (*Leonurus cardiaca* L.)'nda farklı biçim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisi
Ceren Deniz YILDIRIM, Elif FERAHOĞLU, Saliha KIRICI 474-485
- Determination of yield and quality characteristics of new strawberry varieties grown by late autumn planting method in plastic houses under Mediterranean ecological conditions**
Akdeniz ekolojik koşullarında plastik serada geç sonbahar dikim yöntemiyle yetiştirilen yeni çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi
Ayten SARAÇOĞLU, Kazim GÜNDÜZ 486-496

Araştırma Makalesi / Research Article

- Investigation of the yield and quality parameters of some sugar beet (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*) varieties grown in Muş ecological conditions**
Muş ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı şeker pancarı (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*) çeşitlerinde verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi
Nazlı AYBAR YALINKILIÇ, Şilan ÇİÇEK BAYRAM, Sema BAŞBAĞ, Ali BAYRAM 497-506
- The effect of nitrogen levels on yield and yield parameters of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) growing in Diyarbakır Districts of Turkey**
Diyarbakır ilinde yetişen tatlı mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) farklı azot seviyelerinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi
Özlem AVŞAR, Betül KOLAY, Uğur BİLGE 507-519
- Seed priming with mepiquat chloride and foliar applications of salicylic acid and proline improve the adverse effects of water deficit in cotton (*Gossypium hirsutum* L.)**
Mepiquat chloride ile tohum ön uygulaması, salisilik asit ve prolinin yaprak uygulamaları pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) kısıntılı sulamanın olumsuz etkilerini iyileştirir
Gülşah MÜJDECİ, Volkan Mehmet ÇINAR, Aydın ÜNAY 520-533
- Effect of salicylic acid and silicon on early stage cotton development under normal irrigation and water stress conditions**
Salisilik asit ve silisyumun normal sulama ve su stresi koşullarında erken dönem pamuk gelişimine etkisi
Rukiye KILIÇ, Çetin KARADEMİR, Emine KARADEMİR 534-551
- Determination of the physiological response of lettuce to different irrigation water salinities (NaCl) and leaching fractions**
Marulun farklı sulama suyu tuzluluklarına ve yıkama fraksiyonlarına karşı fizyolojik tepkisinin belirlenmesi
Berkant ÖDEMİŞ, Derya KAZGÖZ-CANDEMİR, Cihan KARACA 552-568
- Determination of the effects of seaweed and yeast applications as biostimulants and against salt stress in grapevine**
Asmada deniz yosunu ve maya uygulamalarının biyostimulant ve tuz stresine karşı etkilerinin belirlenmesi
Hande TAHMAZ, Damla YÜKSEL KÜSKÜ, Birhan KUNTER 569-588
- The influence of different abiotic stresses on the physical characteristics of cv. Cabernet-Sauvignon berries (*Vitis vinifera* L.)**
Cabernet-Sauvignon çeşidi tane fiziksel özelliklerine bazı abiyotik streslerin etkisi (*Vitis vinifera* L.)
Elman BAHAR, İlknur KORKUTAL, Cihan ABAY 589-605
- Evaluation of ozone effectiveness against Gram-positive and Gram-negative pathogens using different methods**
Gram-pozitif ve Gram-negatif patojenlere karşı ozon etkinliğinin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi
Berat ÇINAR ACAR 606-621

Tarımsal desteklerin hayvancılık işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi

The effect of agricultural supports on the economic sustainability of livestock farms

Faruk ÇETİN¹ , Emine OLHAN² 

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Seben İzzet Baysal Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Seben, Bolu, Türkiye.

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 02.01.2024 Accepted / Kabul: 19.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarımsal desteklemeler Hayvancılık işletmeleri Tarımsal sürdürülebilirlik Ekonomik sürdürülebilirlik Tarım politikaları</p> <p>Keywords: Agricultural supports Livestock farms Agricultural sustainability Economic sustainability Agricultural policies</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Faruk ÇETİN farukcetin@ibu.edu.tr</p>	<p>Bu çalışmanın amacı, Bolu ilinde yer alan 121 hayvancılık işletmesinin yararlandığı tarımsal desteklerin bu işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliğine olan etkilerinin ortaya konulmasıdır. Tarımsal desteklerin amaçlarından biri, işletmelerin ekonomik olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması ve üretime devam etmesidir. Araştırma bölgesinde tarımsal desteklerin işletmelerin sürdürülebilirliğine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmaya katılan işletmelerin belirlenmesinde tam sayım yönteminden ve araştırma verilerinin toplanmasında yüz yüze anket uygulamasından yararlanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS paket programı kullanılmıştır. İncelenen işletme gelirlerinin; işletmenin amortisman giderlerinin, işletmenin sermaye faizinin, işletmenin hane halkı harcamalarının ve üretim masraflarının (aile işgücü ücret karşılığı hariç) toplamına eşit veya fazla olması sonucunda işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliklerinin olduğu kabul edilmiştir. Çalışmaya katılan işletmelerin üretim döneminde 79 004 TL tarımsal gelir elde ettikleri tespit edilmiştir. Tarımsal desteklemelerinin tarımsal gelir içerisinde ki payının %22.3 olduğu, bunun işletme masraflarının %5.4 oranına denk geldiği hesaplanmıştır. Araştırma bulgularına göre, tarımsal desteklemeler olmadan hayvancılık işletmelerinin ekonomik olarak sürdürülebilir olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tarımsal desteklemelerin artması, işletmelerin tarımsal gelirlerinin artmasına bağlı olarak tarımsal faaliyetlerin devam edebilmesine ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkı sağlayacaktır.</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/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>The aim of this study was to reveal the effects of agricultural supports utilized by 121 livestock enterprises in Bolu province (Türkiye) on the economic sustainability of these enterprises. One of the objectives of agricultural supports is to ensure the economic sustainability of enterprises and to continue production. In the research region, the effect of agricultural supports on the sustainability of farms was investigated. The complete census method was used to determine the farms participating in the research and face-to-face questionnaire was used to collect the research data. SPSS package program was used in the evaluation of the data. The economic sustainability of the farms was accepted when the income of the farms examined was equal to or more than the sum of the depreciation expenses of the farm, the capital interest of the farm, the household expenditures of the farm and the production costs (excluding family labor wage provision). It was determined that the farms participating in the study obtained 79 004 TL agricultural income during the production period. It was calculated that the share of agricultural subsidies in agricultural income was 22.3%, which corresponded to 5.4% of business expenses. According to the research findings, it was determined that livestock farms are not economically sustainable without agricultural subsidies. According to the results obtained, the increase in the agricultural subsidies will contribute to the continuation of agricultural activities and economic sustainability depending on the increase in agricultural income of the farms.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Çetin, F., & Olhan, E. (2024). Tarımsal desteklerin hayvancılık işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 290-299. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1413840</p>

GİRİŞ

Doğal kaynakların kullanılmasıyla yapılan üretim, yetiştirme, işleme ve pazarlama faaliyetleri tarımsal faaliyet olarak belirtilmiştir (Anonim, 2006). Tarım sektörü ülkelerin ve yaşamın temelini oluşturmaktadır. İnsanların gereksinim duyduğu besin ihtiyaçlarının karşılanmasında ve ülkelerin ekonomik katkısı açısından tarım sektörü stratejik öneme sahiptir. Dünyada ve Türkiye’de yaşanan doğal afetler, Covid-19 süreci, iklim değişikliği ve etkileri, artan dünya nüfusu, gıda krizleri ve insan sağlığını olumsuz etkileyen beslenme sorunları ve savaşlar gibi pek çok sebepten dolayı tarım sektörünün değeri artmaktadır.

Dünyada ve Türkiye’de tarım politikalarının amaçları ve içerikleri zaman içerisinde değişimlere uğramıştır. Bunun temel nedenleri arasında öncelikle tarımı diğer sektörlerden ayıran ve tarımın kendine ait özelliklerinin bulunması, ülkelerin ve bölgelerin farklı gelişmişlik durumları, yönetsel farklılıklar ve benzeri nedenler sayılabilir. Ülkemizde tarım politikalarının amacını, kapsamını ve konularını belirlemek için 25 Nisan 2006 tarihinde 5488 sayılı “Tarım Kanunu” kabul edilerek yürürlüğe girmiştir. Kabul edilen kanunda tarımsal destekleme politikalarının amaçları ve ilkeleri ile destekleme programlarının tanımları yer almaktadır. Ayrıca tarım kanunu ile tarımsal desteklemelerin temelini oluşturulması sağlanmıştır (Anonim, 2006; Demirdöğen & Olhan, 2014).

Tarım sektörünün temel özelliklerine bağlı olarak dezavantajlarına bakıldığında,

- Doğa koşullarının hâkim olması,
- Risk ve belirsizliklerin fazla olması,
- Azalan verim kanununun geçerli olması,
- Talep ve üretim esnekliğinin düşük olması,
- Genç nüfusun sektörden farklı nedenlerden dolayı uzaklaşması ve işgücünün yaşlanması,
- Üretim alanlarının küçük aile işletmesi özelliğini göstermesi ve zaman geçtikçe parçalanması,
- Kırsal nüfusun refah düzeyinin düşük olması,
- Girdi maliyetlerinin yüksek ve piyasa koşullarının dengesiz olması gibi birçok nedenden dolayı korunması ve desteklenmesi gerekmektedir.

Bunun yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerde tarım işletmelerinin gelir düzeylerinin diğer sektörlerle göre daha düşük olduğu görülmektedir. Tarım sektöründe insanların beslenmesi, nüfus ve istihdamdaki yeri, ithalat- ihracat dengesi, milli gelirdeki yeri ve sanayiye hammadde teminini sağlayan tarım işletmelerinin, ekonomik faaliyetlerini sürdürebilmeleri için desteklenmeleri gerekmektedir. Çünkü tarımsal desteklemeler, tarım işletmelerinin birçok alanına katkı sağlayabilir. Ayrıca tarım sektörünün desteklenmesi, ülke ekonomilerinin gelişmişlik düzeylerinin artmasına fayda sağlayacaktır (Bayramoğlu ve ark., 2014; Ataseven, 2016).

Tarım politikaları denildiğinde her ne kadar tarımsal desteklemeler akla gelse de bunun yanında kırsal kalkınma, örgütlenme ve kooperatifçilik, iklim değişikliği ve çevre gibi birçok konuyu da içine alır. Tarım politikası, politik bir güç odağı olarak devletin tarımsal sorunlar ve kırsal kesimin sorunları karşısında ve tarım kesimi ile diğer sektörler ve ekonominin bütünü arasında düzenleyici bir rol üstlenmesi ve politika seçenekleri (araçlar) arasından uygun olanının seçilmesidir. Bu durumda tarım politikası, ülke tarımını belirli amaçlara erişebilecek şekilde yönlendirecek önlemler bütünü olarak görülebilir (Eraktan, 2001).

Tarım sektörü için yapılan her türlü harcama destekleme politikası kapsamında olup bunlar sektörü koruyan, geliştiren, özendirilen, tarımsal altyapıyı sağlayan, tarımsal üretimi gözetilen ve tarımsal verimliliği sağlamaya yönelik olarak yapılan her türlü destek için yapılan harcamaları kapsamaktadır (Gaytancıoğlu, 2009). Tarımsal destekleme; tarımla uğraşanların gelir seviyesini artırmak, fiyatlandırmayı kontrol etmek, üretimi denetlemek ve yönlendirmek, kırsal kalkınmayı ve doğal kaynakların dengeli kullanılmasını sağlamak amacıyla oluşturulan politikaların tümüne denilmektedir (Çomaktekin, 2009). Başka bir deyişle, bir ülkenin tarımsal ihtiyaçlarının karşılanması, tarımsal açıdan gelişiminin sağlanması ve doğru bir tarımın yapılabilmesi için kamu kuruluşları tarafından alınan karar ve önlemler bütünüdür (Taştanoğlu, 2018).

Sürdürülebilirlik, insanlar ve bölgeler açısından çok farklı ifadeler içermektedir. Dünya literatüründe makro ve mikro düzeyde geniş bir şekilde tartışılmakta ve yer almaktadır (Goldman, 1995; Pezikoğlu, 2006; Bayramoğlu ve ark., 2014). Sürdürülebilirlik köken olarak latince 'Sustinere' kelimesinden gelmekte olup sözlükte de birçok anlamı yer almaktadır. Farklı kullanımları olsa da devam ettirmek, desteklemek, sürdürmek ve var olma manalarında da kullanılmaktadır (Onions, 1964). Ülkelerin temel ekonomik yapısını oluşturan sektörlerin birbirinden farklı özelliklere ve yapılaraya sahip olmalarından dolayı sürdürülebilirlik kavramı ve ölçüsü tek bir tanım ve yapıdan ziyade sektörler için farklı yaklaşımları içermektedir (Lutz, 1998, Garcia ve ark., 2009; Beşen 2017). Tarım sektörü içerisinde başlangıçta yalnızca çevresel boyut olarak algılansa da günümüzde sosyal ve ekonomik boyutlarını da içerisine almaktadır. Tarımsal işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliklerinin ortaya konulmasında farklı ölçütler kullanılmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazı ekonomik sürdürülebilirlik çalışmaları ve içerikleri

Table 1. Some economic sustainability studies and contents

Kaynak	Ekonomik İçerik
Gowda and Jayaramaiah; (1998)	Üretim alanlarında verimlilik, kullanılan girdilerin verimliliği, faaliyet sonucunda üretimde artış ve devamlılığı;
Zhen and Routray; (2003)	Faaliyet sonucunda maksimum ürün ve gelir, elde edilen yararın- faydanın kullanılan girdi ve masraflara oranı
Van Cauwenbergh ve ark.; (2007)	İşletme geliri, doğrudan ve dolaylı yollardan yapılmış destekler-sübvansiyonlar, tarımsal işletme faaliyetleri- mesleki eğitim- pazarlama uygulamaları, işletmelerin sonraki nesillere aktarımı ve devamlılığı, işletmelerin arazi planlaması ve adaptasyonu
Saifia and Drake; (2008)	Tarımsal uygulamaların durumu ve teknolojik gelişmeler, çiftliğin ekonomik durumu ve gelişimi
Binder ve ark.; (2008)	Tarımsal destekler, üretim değerlerinin kullanılan sermayeye geri dönüş oranı, kullanılan işgücü verimliliği ve saatlik ücretler, işletmenin pazar durumu ve gücü
Waney ve ark.; (2014)	Çiftlik faaliyetleri, elde edilen karlılık, üretim maliyetleri ve verimlilik, ürünlerin kalitesi, pazarlanması ve istikrar, üretici – tüketici arasındaki ilişki
Bayramoğlu ve ark.; (2014)	İşletmelerin üretim faaliyetlerinin durumu ve sonucu, kamu destekleri, sosyo-ekonomik özellikler ve rantabilite
Chand ve ark.; (2015)	İşletmelerin işgücü verimliliği ve kişi başına düşen aile işgücü geliri, sermaye verimliliği ve üretim maliyetleri, elde edilen gelirden kişi başına düşen tüketim harcaması
Latruffe ve ark.; (2016)	Üretimde devamlılık ve rantabilite, işletmenin kendi kendine yeterli olması, faaliyetlerde istenilen verimlilik ve ekonomik kolaylık

Sürdürülebilirliğin tarım sektörü açısından sağlanmasında tarımsal desteklemeler önemli bir konuma sahiptir. Tarımsal desteklerin amacı mikro düzeyde tarımla uğraşanların ekonomik ve sosyal refah seviyesinin artırılması, makro düzeyde ise ülke ekonomisine katkı sağlamaktır. Diğer yandan tarımsal desteklemeler fiyat dalgalanmalarının önüne geçerek üretici ve tüketici kesimlerinin gelir kaybı yaşamasını engelleyerek daha adil bir gelir dağılımı sağlamayı da amaçlamaktadır (Taştanoğlu, 2018). Ayrıca tarımsal desteklemelerle; tarımda rekabet gücünü artırmak, tarımdaki arz ve talep dengesini korumak, tüketiciye uygun fiyatlı ürün sunmak, tarım sektöründe çalışanların yaşam standardını yükseltmek, doğal çevreyi korumak, kırsal kalkınmayı sağlayarak refah dengesizliklerini ortadan kaldırmak, tarıma dayalı sanayi ile yeni iş alanları yaratmak, verimliliği yükseltmek ve tarım ürünlerinin ihracatının artırılması hedeflenmektedir (OECD, 2007). Tarımsal desteklemelerin amaçları farklı şekillerde ifade edilse de tek bir çatı altında sosyal ve ekonomik refahın artırılması olarak toplanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; hayvancılık işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için gerekli tarımsal desteklerin neler olduğu, bu desteklerin sürdürülebilirliğe katkısı ve desteklerin tarımsal gelir içerisindeki payının ortaya konulmasıdır. İşletmelerin ekonomik sürdürülebilirliği açısından değerlendirilmesi tarımsal işletmelerin gelirlerinin artması ile doğru orantılı olduğu anlamına gelmektedir.

Tarım işletmelerinin bir yıl boyunca yapmış oldukları ekonomik faaliyetler sonucu elde ettikleri gelirin;

- İşletme nüfusunun geçimlik ihtiyaçlarını, bireylerin ekonomik ve sosyal gelişimini sağlaması,
- İşletmenin ihtiyaç duyduğu teknoloji ve yeniliklere sahip olması,
- İşletme giderleri, işletme sermayesinin amortisman masraflarını ve sermaye faizini karşılaması beklenmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Bolu ili Seben ilçesinde hayvan yetiştiriciliği yapan işletmeler ile yüz yüze yapılan görüşmelerden elde edilen veriler oluşturmuştur (veriler işletmelerin 2023 yılı bahar ve güz faaliyet dönemlerini içermektedir). Ayrıca çalışma ile ilgili kamu kurumlarından, yerel kuruluşlardan, kooperatif ve birliklerden toplanan veriler ile daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilen veriler dâhil edilmiştir (Tarımsal destek verileri 2022 yılını kapsamaktadır). Uygulanan anketler de işletmelerin üretim maliyetleri, yıllık faaliyet sonuçları, yararlandıkları tarımsal destekler ve ekonomik sürdürülebilirliklerine etki eden yapılara yönelik sorulara yer verilmiştir.

Örneğin belirlenmesinde kullanılan metot

İşletmelerin belirlenmesinde tam sayım yöntemi kullanılmıştır. Anket yapılacak çiftçiler Tarım ve Orman Bakanlığına ait Hayvan Bilgi Sistemine kayıtlı 121 işletmeden oluşmaktadır. Bu veriler, işletmesinde 5 adet veya daha fazla büyükbaş hayvan varlığı ile küçükbaş hayvancılık yetiştiriciliğine kayıtlı, üretim yapısı bakımından hem küçükbaş hem de büyükbaş hayvan yetiştiricilerini içermektedir. Aynı zamanda bu işletmelerde bitkisel üretim faaliyetleri de yoğun olarak yapılmaktadır. Anket formları, araştırmacı tarafından tam sayım yöntemi ile belirlenen 121 işletmede yüz yüze görüşmeler yapılarak doldurulmuştur.

Verilerin analizi ve değerlendirilmesinde izlenen metot

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS Statistics V25 paket programı kullanılmış ve ki kare, frekans dağılımı, çapraz tablolardan yararlanılarak veriler ortaya konulmuştur.

İşletmelerin Gayrisafi Üretim Değeri, bir üretim dönemi süresince üretilen bitkisel ve hayvansal ürün miktarlarının, üretici eline geçen birim ürün fiyatları ile çarpılmasıyla elde edilen kıymete, hayvansal ve bitkisel üretimdeki demirbaşların prodüktif değer artışlarının eklenmesiyle hesaplanmıştır. Buna ek olarak elde edilen yan ürünler (saman, ot, gübre vd.) ekonomik analizde kendini tekrarlamaması için gayri safi üretim değeri (GSÜD) içerisinde dikkate alınmamıştır (Açıl & Demirci, 1984; Erkuş & Demirci, 1985).

İşletme ve aile işgücü ücret karşılığı, işletme sahibi ve nüfusunun etkin çalıştıkları süre ile bölgede bulunan ve aynı işi yerine getirme karşılığında çalışana ödenen ortalama ücretin çarpılmasıyla hesaplanmıştır (Açıl, 1977). İşletmede çalıştırılan geçici ve daimi işçilere yapılan ödemelerin hesaplanmasında işletme sahibinin beyanları dikkate alınmıştır.

Brüt kar, işletmelerin faaliyetlerinin ele alınması ve başarılarının değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. $Brüt\ Kar = GSÜD - Değişen\ İşletme\ Masrafları$ formülüyle hesaplanmıştır (Erkuş ve ark. 1995).

PDKA (Prodüktif Demirbaş Kıymet Artışı), işletmede var olan ve değişikliğe neden olan hayvan alımı, hayvan satımı, kesim, tüketim, ölüm, doğum gibi faktörler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Üretim dönemi içerisinde oluşan fiyat artışlarının prodüktif kıymet artışlarına olan etkisinin düzenlenmesi amacıyla sene sonu ve sene başı hayvan varlıkları değerleri çiftçinin beyanları doğrultusunda dikkate alınmıştır (Demirci, 1978; Kırıl ve ark., 1999).

$PDKA = (Sene\ Sonu\ Sürü\ Kıymeti + Satılan\ Hayvanların\ Değeri + Kesilen\ Hayvanların\ Değeri) - (Sene\ Başı\ Sürü\ Kıymeti + Satın\ Alınan\ Hayvan\ Kıymeti).$

İşletmelerin üretim faaliyetleri için yapmış oldukları işletme masrafları değişken masraflar ve sabit masrafları oluşturmaktadır. İşletme masraflarının belirlenmesinde; dönem piyasa değerleri ve işletmelerin vermiş olduğu beyanlar dikkate alınmıştır. Sabit işletme masraflarını; bina- alet ve makine amortisman giderleri, genel idare giderleri, daimi işgücü ücretleri, ortakçı ve kira payları, vergi- aidat giderleri oluşturmaktadır (Erkuş & Demirci, 1985).

Konut kira bedeli binalarda yapı malzemesine göre değişiklik göstermektedir. Betonarme, tuğla ve taş gibi yapılara sahip binalarda kıymetinin %2'si, kerpiç ve benzeri yapılarda ise kıymetinin %10'u alınmıştır (Aras, 1956; Kiral, 1997).

Bina sermayesinin belirlenmesinde, yeni yapılmış yapılar için anket verileri, eski yapılar için yıpranma durumu göz önünde bulundurularak yeniden inşa bedeline göre hesaplama yapılmıştır. Binaların tamir bakım masrafı olarak beyan edilen bina kıymetinin %1.5'i hesaplanmıştır (Bülbül, 1979; Erkuş, 1979).

Alet- makine sermayesi, malzeme sermayesi, bitki sermayesi ve arazi sermayesi hesaplanmasında eski ve kullanılmış olanların alım – satım- yeniden inşa ve piyasa değerleri ile yenilerin satın alma bedelleri, elde edilen bilgiler ve inşa maliyetleri dikkate alınarak hesaplanmıştır (Bülbül, 1979; Erkuş, 1979).

Hayvan sermayesinin belirlenmesinde işletme anket bilgileri, hayvanların yaş ve verimlilik durumlarına göre bölge alım –satım ücretleri dikkate alınmıştır (Kiral ve ark.,1996). İşletmenin para mevcudu ile borç ve alacaklarının tespit edilmesinde işletme sahibinin beyanı esas alınmıştır.

İşletmelerde yer alan ve sabit sermaye olarak değerlendirilen; bina sermayesi, arazi ıslahı sermayesi, meyve ağaçları sermayesi, alet- makine sermayesi ve hayvan sermayesinin amortismanlarının hesaplanmasında Gelir İdaresi Başkanlığının yayınlamış olduğu amortisman oranları kullanılmıştır (Gelir İdaresi Başkanlığı, 2021).

İşletmelerin tarımsal sürdürülebilirliğinin ölçülmesi elde ettikleri tarımsal gelir ile doğru orantılı olmaktadır. İşletmeler ile yapılan anket uygulaması esnasında hazırlanan soru formları ile işletmelerin yararlandığı tarımsal ve kamu destek verileri alınmıştır. Bu sayede elde edilen verilerin analizi sonucunda bulunan gelir, işletme sahibi ve nüfusunun bir yıllık istek ve ihtiyaç giderleri, sabit sermaye faizi ve amortisman bedelleri ile yararlanılan tarımsal desteklerin toplamından büyük olması, sürdürülebilir ekonomik değer olarak kabul edilmiştir. İşletmelerin tarımsal gelirlerinin ve sermaye faizlerinin hesaplanmasında şu formüller kullanılmıştır; *Tarımsal Gelir = Toplam Brüt Kar - (Aile İşgücü Ücret Karşılığı Hariç Sabit Masraflar) + İşletme Dışı Tarımsal Gelir*

*Alet – Makine ve Bina Sermayesi Faizi: Makine ve Bina Değeri /2 * Faiz Oranı*

*Hayvan Sermayesi Faizi: (Damızlık Değeri + Kasaplık Değeri)/2 * Faiz Oranı (Kiral vd., 1999)*

BULGULAR ve TARTIŞMA

İşletmelerin masrafları bir üretim dönemi içerisinde yapmış oldukları sabit masraflar ve değişken masrafların toplanmasıyla (328 089.8 TL) elde edilmiştir. İncelenen işletmelerin sabit masrafları 98 833.5 TL bulunmuştur. Sabit masrafların %36.3'ünü alet- makine amortismanı, %31.2'sini hayvan amortismanı, %17.7'sini bina amortismanı, %7.3'ünü daimi işçi masrafları, %6.9'unu genel yönetim giderleri ve %0.6'sını meyve bahçesi ve bağ amortismanları oluşturmaktadır.

Çalışma içerisinde yer alan işletmelerin yapmış oldukları değişken masrafların ortalaması Çizelge2'de verildiği gibi 229 256.3 TL olarak hesaplanmıştır. İşletme faaliyetlerinin devam edebilmesi için gerekli hayvansal üretim harcamalarının ortalamaları dikkate alındığında en fazla giderin 170 125.4 TL ile yem harcamaları olduğu görülmektedir. Bakıcı giderleri (15 827.8 TL) ile veterinerlik hizmetleri ve ilaç giderleri (15 818.2 TL) en fazla maliyete sahip harcamalar arasındadır. Elektrik masrafları 3 296.6 TL; su masrafları 1 772.6 TL; dezenfektan ve ilaçlama masrafları 1 990.6 TL; nakliye ve taşıma masrafları 1 066.7 TL; temizlik masrafları 2 387.2 TL, zorunlu ve isteğe bağlı

hayvan sigortası masrafları 5 922.7 TL; sürü yenileme masrafları 2 550.0 TL; bakım-tamirat masrafları 3 705.0 TL ve diğer masraflar 3 150.0 TL olarak hesaplanmıştır. Ayrıca işletmelerin bitkisel üretim değişken masraflarının da 1 643.6 TL olduğu bulunmuştur.

Çizelge 2. Çalışmada incelenen tarımsal işletmelerin değişken masrafları

Table 2. The variable costs of the livestock enterprises examined in the study

Harcama Türü	Ortalama/ TL
Yem Masrafları	170 125.4
Veteriner Hizmetleri ve İlaç Masrafları	15 818.2
Elektrik Masrafları	3 296.6
Su Masrafları	1 772.6
Kırkım- Dezenfektan-İlaçlama Masrafları	1 990.6
Nakliye ve Taşıma Masrafları	1 066.7
Temizlik Masrafları	2 387.2
Hayvan Sigortası Masrafları	5 922.7
Sürü Yenileme Masrafları	2 550.0
Çoban-Güdü- Katım Masrafları	15 827.8
Bakım-Tamirat Masrafları	3 705.0
Diğer Masraflar	3 150.0
Toplam	227 612.8

Çalışma kapsamında yer alan işletmelerin aldıkları tarımsal destek türleri ve dağılımları Çizelge3'de olduğu gibi incelendiğinde; çiğ süt desteği alan işletmelerin aldıkları desteklerin ortalamasının 5 750.8 TL, sert tohum kullanımı desteğinin 49.6 TL, yem bitkileri desteğinin 1 134.8 TL, mazot ve gübreleme desteğinin 2 066.2 TL, buzağı destekleme ortalamasının 2 294.6 TL, anaç koyun-keçi desteğinin 1 488.9 TL, sürü büyütme ve yenileme desteğinin 489.7 TL, sürü yöneticiliği desteğinin 311.7 TL, ek girdi desteğinin 1 667.1 TL, tiftik ilave desteği ortalamasının 150.9 TL, alan bazlı verim kaybı desteğinin 581.8 TL, katı organik gübre desteğinin 211.9 TL, arıcılık desteğinin 69.3 TL, besilik erkek sığır desteğinin 70.3 TL, hububat dane-mısır desteğinin 59.2 TL, kırsal kalkınma desteğinin 1 193.2 TL ve tarımsal desteklerin genelinin ortalamasının 17 611.1 TL olduğu sonucuna ulaşılmıştır

Çizelge 3. Tarımsal destek türleri, destek miktarları ve dağılımları %

Table 3. Types, amounts and distributions of agricultural supports %

Destek Türü	Ortalama destek miktarı, TL	İşletmelerin Yararlanma Dağılımları, %
Çiğ Süt	5 750.8	79.33
Sert Tohum Kullanımı	49.6	6.6
Yem Bitkileri	1 134.8	61.16
Mazot ve Gübreleme	2 066.2	92.56
Buzağı Destekleme	2 294.6	79.33
Anaç Koyun-Keçi	1 488.9	54.54
Sürü Büyütme ve Yenileme	489.7	27.27
Sürü Yöneticiliği	311.7	4.95
Ek Girdi	1 667.1	79.33
Tiftik İlave/ Keçi	150.9	9.09
Alan Bazlı Verim Kaybı	581.8	29.75
Katı Organik Gübre	211.9	4.13
Arıcılık Desteği	69.3	9.09

Çizelge 3 (devamı). Tarımsal destek türleri, destek miktarları ve dağılımları %

Table 3 (continued). Types, amounts and distributions of agricultural supports %

Destek Türü	Ortalama destek miktarı, TL	İşletmelerin Yararlanma Dağılımları, %
Besilik Erkek Sığır	70.3	7.44
Hububat ve Dane Mısır	59.2	4.95
Sertifikalı Tohum	21.1	1.65
Kırsal Kalkınma Desteği	1 193.2	1.65
Tarımsal Destek (Toplam)	17 611.1	

Bir üretim dönemi içerisinde işletmelerin 73 084.4 TL'lük hane halkı harcamaları yaptıkları neticesine ulaşılmıştır. Bu harcamalar içerisinde en fazla payı gıda ve alkolsüz içecek masrafları oluşturmaktadır. Bunu ulaşım harcamaları ile alkollü içecekler ve tütün ürünleri tüketimi izlemektedir. Hane bireylerinin sağlık, eğitim, istihdam gibi nedenler ile ilçe veya il merkezlerinde bulunan konut ve kira giderlerinin yıllık 2 650.0 TL olduğu, sağlık ve haberleşme harcamalarının da bu gidere yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer harcamalar ile kültür ve eğlence giderleri hane halkı harcamaları arasındaki en az maliyete sahip harcamaları ifade etmektedir.

İşletmelerin tarımsal gelirlerinin değerlendirilmesinde; Toplam Brüt Kâr - (Aile İşgücü Ücret Karşılığı Hariç Sabit Masraflar) + İşletme Dışı Tarımsal Gelir formülü kullanılmıştır. İşletmelerde öncelikle üretilen ürünlerin satış fiyatları (321 229.2 TL) ile PDKA (85 610.1 TL) dikkate alınmıştır. İşletmelerin gayrisafi üretim değerinin bir üretim dönemi içerisinde 406 839.3 TL olduğu hesaplanmıştır. Gayrisafi üretim değerinin %1.8'i bitkisel üretim faaliyetlerini kapsamaktadır. Çalışmaya katılan işletmelerin brüt kârı, gayrisafi üretim değerinden değişen masrafların düşülmesi ile 177 583.0 TL, işletme dışı tarımsal gelirleri ise 11 379.3 TL olarak bulunmuştur. İşletme sermaye faizinin içerisinde; bina sermaye faizi toplam faizin %42.7'sini, makine sermaye faizi %30.5'ini, hayvan sermaye faizi %26.8'ini oluşturmaktadır. İşletmelerin; yapmış oldukları faaliyetler neticesinde 79 004.3 TL tarımsal gelir elde ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Üreticilerin faydalanmış oldukları tarımsal desteklemelerin; tarımsal gelirin %22.3'ünü ifade ettiği görülmüştür. Ayrıca tarımsal destekler; işletme masraflarının %5.4'lük dilimini karşılamaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. İncelenen tarımsal işletmelerin üretim değerleri

Table 4. The production values of the examined agricultural enterprises

Gelir/ Gider Türü	Ortalama (TL)
Bitkisel Üretim Değeri	4 315.1
Hayvansal Üretim Değeri	316 914.1
Prodüktif Demirbaş Kıymet Artışı	85 610.1
Toplam Gayrisafi Üretim Değeri	406 839.3
Değişken Masraflar	229 256.3
Sabit Masraflar	98 833.5
Toplam Masraflar	328 089.8
Brüt Kâr	177 583.0
İşletme Sermaye Faizi	28 735.6
İşletme Dışı Tarımsal Gelir	11 379.3
Tarımsal Destekler	17 611.1
Tarımsal Gelir	79 004.3

Tarımsal desteklemelerin; işletmelerin elde ettikleri gelir içerisinde payı ve miktarı işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi açısından önemli bir yere sahiptir. İncelenen işletme gelirlerinin; işletmenin amortisman giderlerinin, işletmenin sermaye faizinin, işletmenin hane halkı harcamalarının ve üretim masraflarının (aile işgücü ücret karşılığı hariç) toplamına eşit veya fazla olması sonucunda işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliklerinin olduğu kabul edilmiştir.

Kabul edilen sürdürülebilir gelir (KSG) = [Toplam BK + İşletme Dışı Tarımsal Gelir + Tarımsal Desteklemeler \geq Hane Halkı harcamaları + İşletme Sermaye Faizi + Sabit Masraflar] formülü ile hesaplanmıştır.

Kabul edilen sürdürülebilir gelir = 177 583.0 + 11 379.3 + 17 611.1 \geq 73 084.4 + 28 735.6 + 98 833.5

KSG = 5 919.72 \geq 0 sonucuna ulaşılmıştır ve işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliklerin olduğu ortaya çıkmıştır.

Tarımsal desteklemelerin işletmelerin gelirlerine dâhil edilmediğinde işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliklerinin olmadığı görülmüştür. KSG = 177 583.0 + 11 379.3 \geq 73 084.4 + 28 735.6 + 98 833.5, KSG = -11 691.2

Bu çalışma sonucunda, hayvansal üretim yapan üreticiler açısından tarımsal desteklerin türünün ve miktarının işletmelerin planlanmasında, üretimin çeşitlendirilmesi veya dağılımında, ekonomik sürdürülebilirliğinde önemli bir yere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum üretime yönelik desteklemelerin yanı sıra kredi olanakları için de geçerlidir. Çiftçilerin tarımsal desteklemelerinin getirisi, tarımsal gelir içerisinde (17 611 TL) %22.3'lük orana sahiptir. Tarımsal desteklemeler işletme masraflarının %5.4'ünü ve gayrisafi üretim değerinin %4.3'ünü ifade etmektedir. İncelenen işletmelerin mazot ve gübre desteğinden faydalanma oranları yüksek olsa da (%92.56) kazanç açısından çığ süt desteğinin ön plana çıktığı görülmektedir. İşletmelerin tarımsal desteklemelerden yararlanmaları değerlendirildiğinde; çığ süt desteği, buzağı desteği, ek girdi desteği dağılımlarının aynı oranda, anaç koyun keçi desteğinin ise %54.5 oranında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tarımsal destekler içerisinde kazanç getirisi açısından yem bitkileri desteğinin, mazot ve gübre desteğinin, buzağı desteğinin, anaç koyun ve keçi desteğinin, ek girdi desteğinin önemli yere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca hayvan varlıklarının korunmasında, piyasa dengesinin sağlanmasında, damızlık hayvanların geleceğinin ve işletmelerin devamlılığının sağlanması açısından da çığ süt desteği ve anaç koyun keçi desteği yeterliliğinin üreticiler tarafından önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

İşletmelerin bir üretim dönemi içerisinde elde ettikleri tarımsal gelirlerinin işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliği ile doğru orantılı olduğu çalışma sonucuna ulaşılmıştır. İncelenen işletmelerin tamamı aile işletmeciliği yapısına sahip olduğundan hane halkı harcamaları tarımsal gelirden karşılanmaktadır. Hane halkı barınma, giyinme, beslenme ve aile bireylerinin ihtiyaç duyduğu sosyal gereksinimlerin tarımsal gelirden karşılanabilmesi ekonomik sürdürülebilirliğin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Hane halkı harcamalarının başında gıda ve alkolsüz içecekler, ulaşım, ile sigara ve alkollü içecekler sırasıyla gelmektedir. En az harcamaların başında ise kültür ve eğlence harcamalarının olduğu tespit edilmiştir.

Tarımsal desteklemelerin; işletmelerin elde ettikleri gelir içerisinde payı ve miktarı işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi açısından önemli bir yere sahiptir. Çalışma sonucunda işletmelerin aldıkları tarımsal desteklemelerin artması, tarımsal gelirlerinin artmasına buna bağlı olarak da faaliyetlerin devam edebilmesi ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasına olumlu etki ettiği görülmüştür. Ancak işletmelerin bir dönem içerisinde elde ettikleri gelirin üretimlerinin ve yatırımlarının planlamasında, teknolojinin takip edilmesinde ve uygulanmasında yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Tarımsal desteklemelerin işletmelerin elde ettikleri gelir içerisinde payı ve miktarı işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi açısından önemli bir yere sahiptir. Çalışma sonucunda işletmelerin aldıkları tarımsal desteklemelerin artması tarımsal gelirlerinin artmasına buna bağlı olarak da faaliyetlerin devam edebilmesi ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasına olumlu etki ettiği görülmüştür. Tarımsal gelir her ne kadar işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliği üzerinde ki en önemli etken olsa da üreticilerin ve aile bireylerinin memnuniyetleri ve beklentileri ile de orantılı olduğu görülmüştür. Ekonomik sürdürülebilirliğinden farklı olarak, yapılacak çalışmalarda çevresel ve sosyal etkenlerin, iklim değişikliğinin de hayvancılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği üzerine etkilerinin araştırılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Faruk ÇETİN tarafından Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda yürütülen "Tarımsal Desteklemelerin Hayvancılık İşletmelerinin Ekonomik Sürdürülebilirliğine Etkisi (Bolu İli Seben İlçesi Örneği)" isimli doktora tezinin (YÖK Tez No:10588267/ Tarih: 20.11.2023) sonuçlarının bir kısmını kapsamaktadır. Tez jürisinde bulunan Prof. Dr. F. Füsun TATLIDİL'e, Prof. Dr. Duygu AKTÜRK'e, Doç. Dr. Yener ATASEVEN'e ve Doç. Dr. Hasan ARISOY'a teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- Açıl, A.F. (1977). *Tarımsal ürün maliyetlerinin hesaplanması ve memleketimiz tarımsal ürün maliyetindeki gelişmeler*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:665, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 91, Şark Matbaası.
- Açıl, A.F., & Demirci, R. (1984). *Tarım ekonomisi dersleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 880.
- Anonim (2006). *Tarım Kanunu*. 18.06.2006, No: 5488, Sayı: 26149, Cilt: 45. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5488.pdf>
- Aras, A. (1956). *Güneydoğu Anadolu'da arazi mülkiyeti ve işletme şekilleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 400.
- Ataseven, Y. (2016). Türkiye'de tarımsal destekleme politikaları: Genel bakış ve güncel değerlendirmeler. *Çiftçi ve Köy Dünyası Dergisi*, 375, 54-59.
- Bayramoğlu, Z., Oğuz, C., Arısoy H., & Karakayacı, Z. (2014). Türkiye'de Uygulanan Tarımsal Desteklerin Tarım İşletmelerinin Ekonomik Sürdürülebilirliğine Etkisi: Konya İli Örneği, Program Kodu: 1002. Proje No: 113K455.
- Beşen, T. (2017). Sinop ili Sarıkum gölü havzasında tarımsal sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi. Yayınlanmış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Binder, C.R., Steinberger, J., & Schmid, A. (2008). Sustainability solution space for the swiss milk value added chain: Combing LCA data with socio-economic indicators. *Ecological Economics*, 83, 210-220.
- Bülbül, M. (1979). Ordu İli Fındık İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Yeter Gelirli İşletme Genişliğinin Saptanması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı.
- Van Cauwenbergh N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Cidat, V., Hermy, M., Mathijs, E., Muys, B., Reijnders, J., Sauvenier, X., Valckx, J., Vanclooster, M., Van der Veken, B., Wauters, E., & Peeters, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120 (2-4), 229-242.
- Chand, P., Sirohi, S., & Sirohi, S.K. (2015). Development and application of an integrated sustainability index for small-holder dairy farms in Rajasthan, India. *Ecological Indicators*, 56, 23-30.
- Çomaktekin, M.F. (2009). Tarımsal destekleme politikaları ve Türkiye'de uygulamalar (1990 ve sonrası dönem). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, T.C. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.



- Demirci, R. (1978). Kırşehir Merkez İlçesi Hububat İşletmelerinde Optimal İşletme Organizasyonları ve Yeter Gelirli İşletme Büyüklüklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zirai Ekonomi ve İşletmecilik Kürsüsü, Ankara.
- Demirdöğen, A., & Olhan, E. (2014). Türkiye ve Rusya tarımsal ticaretinin politika değişimi açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 20 (2), 101-111.
- Eraktan, G. (2001). *Tarım politikası temelleri ve Türkiye’de tarımsal destekleme politikası*. Uzel Yayınları.
- Erkuş, A., Bülbül, M., Kırıl, T., Açıl, A.F., & Demirci, R. (1995). Tarım Ekonomisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları.
- Erkuş, A., & Demirci, R. (1996). Tarımsal İşletmecilik ve Planlama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Garcia, J., Wiggins, S., Orozco, G., & Barradas, A. (2004). Economic sustainability at the farm level: A study on family milk production enterprises in Mexico. *TeeMecuPex*, 42 (1), 55-70.
- Gaytancıoğlu, Ö. (2009). Türkiye’de ve Dünyada Tarımsal Destekleme Politikası. İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Gelir İdaresi Başkanlığı. (2022); *Amortisman oranları*. https://www.gib.gov.tr/fileadmin/user_upload/Yararli_Bilgiler/amortisman_oranlari.pdf
- Gowda, M.C., & Jayaramaiah, K.M. (1998). Comparative evaluation of rice production systems for their sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69 (1), 1-9.
- Goldman A. (1995). Threats to sustainability in African agriculture: Searching for appropriate paradigms. *Human Ecology*, 2 (33), 291-334.
- Kırıl T., & Kasnaoğlu, H. (1999). Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi, Proje Raporu 1999-13, Yayın No: 37, Aralık, Ankara.
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., & Finn, J. (2016). Measurement of sustainability in agriculture: A review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118 (3), 123-130.
- Lutz, E. (1998). Agriculture and the Environment Perspectives on Sustainable Rural Development, World Bank.
- OECD (2007). Effective Targeting of Agricultural Policies: Best Practices for Policy Design and Implementation. www.oecd.org/publishing/corrigenda
- Onions, C.T. (Ed) (1964). *The Shorter Oxford English Dictionary*. Clarendon Press.
- Pezikoğlu F. (2006). Türkiye’de sürdürülebilir tarım uygulamaları ve yönlendirilmesi için gerekli politikaların belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Bursa.
- Saifi, B., & Drake, L. (2008). A coevolutionary model for promoting agricultural sustainability. *Ecological Economics*, 65 (1), 24-34.
- Taşanoğlu, E. (2018). 1980 yılından sonra Türkiye’de uygulanan tarımsal politikalar ve tarımın ülke ekonomisindeki yeri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Zhen, L., & Routray, J.K. (2003). Operational indicators for measuring agricultural sustainability in developing countries. *Environmental Management*, 32 (1), 34-46.
- Waney, N.F.L., Soemarno, Y., Yuliaty, Y., & Polii, B. (2014). Developing indicators of sustainable agriculture at farm level. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7 (2), 42-53.

Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştiriciliği yapılan yer fıstığının mineral beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleri ile incelenmesi

Investigation of the mineral nutrition status of peanut cultivated in Silopi District of Şırnak Province through soil and leaf analyses

Bedriye BİLİR¹ 

¹Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İdil, Şırnak.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 08.01.2024 Accepted / Kabul: 20.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Silopi Bitki besleme Gübreleme Besin elementi Yer fıstığı.</p> <p>Keywords: Silopi Plant nutrition Fertilization Nutrient elements Peanut.</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Bedriye BİLİR bbilir@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.</p> <p>© 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>Bu çalışma Silopi'de yaygın olarak yetiştirilen yer fıstığının (<i>Arachis hypogaea</i> L.) mevcut beslenme durumunu toprak ve yaprak analizleriyle belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yer fıstığı yetiştirilen alanlardan alınan toprakların kimyasal özellikleri ile birlikte hem toprak hem de yaprak örneklerinde bazı makro ve mikro besin elementi konsantrasyonları belirlenmiştir. Bulgulara göre; topraklar hafif alkaline reaksiyonlu olup orta kireçli sınıfına girerken, büyük bir kısmında tuz probleminin olmadığı ve organik maddenin düşük olduğu belirlenmiştir. Topraklar ortalama 14.3 mg kg⁻¹ yarıyışlı fosfor (P), 401.3 mg kg⁻¹ değişebilir potasyum (K), 9039.3 mg kg⁻¹ kalsiyum (Ca), 1017.3 mg kg⁻¹ magnezyum (Mg), 8.78 mg kg⁻¹ alınabilir demir (Fe), 1.43 mg kg⁻¹ çinko (Zn), 14.9 mg kg⁻¹ mangan (Mn), 1.49 mg kg⁻¹ bakır (Cu) içerirken yapraklar ortalama %3.6 azot (N), %0.17 P, %1.57 K, %1.42 Ca, %0.66 Mg, 152.4 mg kg⁻¹ Fe, 42.5 mg kg⁻¹ Zn, 104.6 mg kg⁻¹ Mn ve 17.4 mg kg⁻¹ Cu içerdiği belirlenmiştir. Toprakların tamamında değişebilir K, Ca, Mg ve alınabilir Fe, Mn, Cu konsantrasyonları, büyük bir kısmında ise P ve Zn konsantrasyonu yeterlidir. Yaprak örneklerinin tamamında P ve Zn, bir kısmında ise K ve Ca yeterlilik düzeyinin altındadır. Sonuç olarak, Silopi'de yer fıstığının beslenme durumunun yaprak analizi yoluyla değerlendirilmesine dayanan gübreleme programlarının uygulaması önerilebilir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted to determine the current nutritional status of peanuts (<i>Arachis hypogaea</i> L.) widely cultivated in the Silopi through soil and leaf analyses. The chemical properties and some macro and micronutrient concentrations were determined in both soil and leaf samples taken from peanut growing areas. According to the findings, the soils were slightly alkaline and classified as moderately calcareous, with no significant salt problem and low organic matter content. The soils contained an average of 14.3 mg kg⁻¹ available phosphorus (P), 401.3 mg kg⁻¹ extractable potassium (K), 9039.3 mg kg⁻¹ calcium (Ca), 1017.3 mg kg⁻¹ magnesium (Mg), 8.78 mg kg⁻¹ available iron (Fe), 1.43 mg kg⁻¹ zinc (Zn), 14.9 mg kg⁻¹ manganese (Mn), and 1.49 mg kg⁻¹ copper (Cu). In contrast, the leaves contained an average of 3.6% nitrogen (N), 0.17% P, 1.57% K, 1.42% Ca, 0.66% Mg, 152.4 mg kg⁻¹ Fe, 42.5 mg kg⁻¹ Zn, 104.6 mg kg⁻¹ Mn, and 17.4 mg kg⁻¹ Cu. The concentrations of extractable K, Ca, Mg, and available Fe, Mn, Cu were sufficient in all soils, and in most cases, P and Zn concentrations were also adequate. However, P and Zn levels were below sufficiency in all leaf samples, and in some cases, K and Ca levels were also insufficient. Consequently, it is recommended to organize and implement fertilization programs based on leaf analysis to evaluate the nutritional status of peanuts in the Silopi.</p>
Cite/Atf	Bilir, B. (2024). Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştiriciliği yapılan yer fıstığının mineral beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleri ile incelenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 300-318. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1413417

GİRİŞ

Yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.) yüksek kaliteli bitki proteini, yağ ve lipit bileşikleri ile önemli bir yağ bitkisi (Wu ve ark., 2022) olmasıyla beraber tadı ve uygun fiyatı ile dünyada en çok tüketilen baklagillerden biridir (Toomer, 2018). Yer fıstığı %36-54 oranında yağ, %16-36 oranında protein, %10-20 oranında karbonhidrat ile birlikte lifler, polifenoller, antioksidanlar, vitaminler (B, E) ve mineraller (P, Mg ve Ca) gibi birçok fonksiyonel bileşik içermektedir (Arya ve ark., 2016; Singh ve ark., 2021).

Anavatanı Güney Amerika olan yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.) farklı iklim koşulları altında yetiştirilen en önemli baklagil bitkisi olarak dünyada üreticiliği yayılmaktadır (Vasudha ve ark., 2023). Türkiye'de ise Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile güney ve güneybatı kıyı bölgelerinde üretimi yapılan yerfıstığı, hem verim potansiyeli hem de pazarlama olanakları nedeniyle belirtilen bölgeler için yetiştirilecek en uygun alternatif bitkilerdendir. Başta çerezlik olmak üzere 200 farklı kullanım alanı bulunan yerfıstığının baklagil bitkisi olmasından dolayı yüksek protein içeren sapları da çok değerli olup, hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (İşler ve ark., 1997). TÜİK verilerine göre Türkiye'de yerfıstığı ekim alanları 2010 yılında 274.500 da iken, 2020 yılında %99.54'lik artışla 547.747 da olarak belirlenmiştir. Türkiye'de yer fıstığı üretimi incelendiği zaman Adana ve Osmaniye'den sonra 63.750 da ekim alanı, 24.946 ton üretim ve 391 kg da⁻¹ verim ile Şırnak ili 3. sırayı oluşturmaktadır (Yılmaz ve ark., 2022).

Bitkilerin, büyümesi ve metabolik faaliyetlerinin optimum olmasının yanı sıra abiyotik ve biyotik streslere karşı tolerans göstermeleri açısından toplamda 17 tane besin elementinin gerekli olduğu kabul edilmekte ve bitkilerin gereksinimlerinde bağlı olarak makro ve mikro besin elementleri olarak sınıflandırılmaktadır (Kaur ve ark., 2023). Makro besinler azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) iken mikro besinler çinko (Zn), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), bor (B), klor (Cl), molibden (Mo) ve niktendir (Ni) (Kirkby, 2023). Bunlardan karbon, hidrojen ve oksijenin büyük bir kısmı gaz halinde atmosferden alınırken geri kalan 14 element mineral formda elde edilmekte ve çoğunluğu topraktan sağlanmaktadır (Roy ve ark., 2006). Bitkiler besin maddelerini genellikle kimyasal gübreler gibi dış besin kaynaklarıyla desteklenen topraktan alırlar (Francis ve ark., 2023).

Yağlı tohumlu bitkilerin enerji değeri yüksek olduğu için makro ve mikro besin maddelerine olan ihtiyaçları oldukça yüksektir (Vasudha ve ark., 2023). Bitkisel üretimde ürünün verimi ve toprak kalitesine bağlı olarak topraktan uzaklaştırılan besin elementi miktarları değişmesinden dolayı yer fıstığı yetiştirilen topraklar besin elementlerince yoksun olup toprak yeterince gübrelenmezse besin elementleri hızla tükenmektedir. Doğru gübreleme sadece bitkisel üretimde verimliliği arttırmakla kalmaz, aynı zamanda toprağın sağlığını da korumaktadır (Lourduraj, 1999). Mandal ve ark. (2002) yer fıstığı verim ve kalitesinin; doğru besin maddelerini, doğru zamanda ve doğru uygulama tekniğinin kullanılmasını içeren iyi gübre yönetiminden büyük ölçüde etkilendiğini bildirmektedirler.

Gübreleme programlarının daha uygulanabilir hale getirilebilmesi açısından tarımsal ürünün besin elementi ihtiyacının yüksek olduğu büyüme aşamasının bilinmesi gerekmektedir (Silva ve ark., 2017). Fakat, yaygın olarak kullanılan gübreleme yöntemi ile ihtiyaç duyulan gelişim aşamasından önce veya sonra besin elementi uygulaması yapılmaktadır. Buda toprak sağlığının bozulmasına ve bitki ihtiyacının karşılanmamasına neden olmaktadır. Örneğin, yer fıstığı en yüksek büyüme hızının olduğu çimlenmeden 110 gün sonrasına kadar fazla miktarlarda makro ve mikro besin elementlerine ihtiyaç duymaktadır (Silva ve ark., 2017).

Aka Sağlıker ve Elmasoğlu (2020) tarafından yer fıstığının mineral beslenme durumunu incelemek amacıyla yürütülen çalışmada 2017 yılında Osmaniye'nin Sumbas, Kadirli, Merkez, Düziçi ve Toprakkale ilçelerinde ekimden önce (şubat) ve sonra (eylül) toprak örnekleri ile hasatta yer fıstığı örnekleri alınmıştır. Yapılan toprak analizleri sonucunda ilçelerin pH, EC ve tekstür değerleri birbirlerine yakın bulunmasına rağmen Kadirli topraklarının kireç içeriğinin (%) Düziçi ve Toprakkale topraklarından p<0.05 düzeyinde yüksek belirlenmiştir. Hem ilçeler arasında hem de örnekleme dönemleri karşılaştırıldığında toprakların C, N, K ve P konsantrasyonları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Düziçi'de yetiştirilen yer fıstığının N içeriği %4.70 iken Sumbas ve Kadirli

ilçelerinde sırasıyla %2.93 ile %2.60 olarak istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde düşük bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda Osmaniye'de yer fıstığı yetiştirilen toprakların C, N, P ile K ve yer fıstığının C, N, K, Na, Mg ve Ca besin elementi içeriklerinin ilçeler arasında fark göstermediği ortaya konmuştur.

İzmir'in Torbalı ve Çanakkale'nin Bayramiç ilçelerinde yürütülen çalışmada yer fıstığı ve pırasadan optimum verim sağlayabilmek amacıyla toprakların fizikokimyasal özellikleri ve besin elementleri içerikleri belirlenmiştir. Yer fıstığı tarımının yaygın olarak yapıldığı Bayramiç ilçesinden alınan toprakların tekstürü kumlu tın, tınlı kum ve kil olarak belirlenirken toprak pH'sının nötr ve alkali reaksiyon göstermektedir. Organik madde içeriği yetersiz olan topraklar kireçli sınıfta yer alırken tuz problemi olmadığı belirlenmiştir. Yer fıstığı ve pırasa yetiştirilen toprakların yarıyıllık P, değişebilir Ca, Mg ve alınabilir Fe, Cu, Mn düzeyleri yeteriyken toplam N içeriği azdır. Alınabilir Zn konsantrasyonu pırasa yetiştirilen toprakların %7.41'inde azken yer fıstığı yetiştirilen toprakların neredeyse tamamında eksik olduğu belirlenmiştir (Parlak ve ark., 2021).

Bitki beslemede toprak analizleri bir temel sağlmasına rağmen bazen bitkinin beslenme durumunu belirlemede eksik kalabilmektedir. Çünkü toprakta mevcut olarak yeterlilik düzeyinde belirlenen besin elementinin yapraklarda eksikliği görülebilir. Yaprak analizleri bitkilerin beslenme durumlarının belirlenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılan bir sistemdir.

Yer fıstığının verim ve kalitesinin artması hem çiftçi hem de ülke ekonomisi için oldukça önemlidir. Yer fıstığı veriminin maksimuma getirilmesi ancak mineral beslenmenin optimizasyonu ile sağlanabilir. Buda ancak yer fıstığının beslenme sorunlarının belirlenmesi ve uygun gübreleme programının oluşturulması ile mümkündür. Bu nedenle çalışmada 2014 yılından bu yana yoğun bir şekilde yer fıstığı üretimi yapılan Şırnak ili Silopi ilçesinde yer fıstığının beslenme durumunu toprak ve yaprak analizleriyle belirlemek ve elde edilen sonuçları referans değerlerle karşılaştırarak varsa bir sorun bunu saptayarak çözüm önerilerinde bulunulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı

Şırnak ilinin 37°31' kuzey enlemi ve 42°28' doğu boylamları arasında yer alan Silopi İlçesinin topraklarının büyük bir kısmı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alırken kuzey ve kuzey doğuda kalan toprakları ise Doğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır (Kösen, 2019) (Şekil 1). Bu çalışma 2014 yılından itibaren yer fıstığı tarımının yoğun bir şekilde yapıldığı düz veya düze yakın alanların yer aldığı sınırları Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kalan Silopi ovasında gerçekleştirilmiştir. Yer fıstığı ekiminde bölgede yaygın olarak NC-7 çeşidi kullanılırken çok az bir kısımda ise Masal çeşidi yetiştirilmektedir. Yer fıstığı yetiştiricileri taban gübresi olarak DAP, üst gübrelemede ise ÜRE ve CAN gübrelere kullanırken mikro element gübrelenmesi yapmamaktadırlar. Yapılan bu çalışmada yer fıstığının beslenme durumunun belirlenmesi için tesadüfi olarak belirlenen 15 farklı tarladan eş zamanlı olarak hastalık ve zararlı ile bulaşık olmayan çiçeklenme dönemi öncesinde yer fıstığında yaprak ve 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Belirlenen yer fıstığı tarlalarının büyüklüğüne göre 5-8 arasında farklı noktadan toprak örnekleri ve aynı tarlalarda yetişen 10 farklı yer fıstığı bitkisinden alınan yaprak örnekleri karıştırılarak tek bir örnek haline getirilmiştir. Bitki ve toprak örneklerinin alındığı noktaların koordinatları not edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 1. Çalışma alanının harita üzerindeki konumu

Figure 1. Location of the study area on the map

Çizelge 1. Toprak ve bitki örneklerinin alındığı noktaların koordinatları

Table 1. The coordinates of the points where plant and soil samples were taken

Örnek No	Koordinatlar	
1	37° 14.549'K	42° 24.095'D
2	37° 14.551'K	42° 24.248'D
3	37° 15.505'K	42° 22.122'D
4	37° 15.469'K	42° 22.207'D
5	37° 15.400'K	42° 22.407'D
6	37° 15.362'K	42° 22.486'D
7	37° 13.001'K	42° 26.348'D
8	37° 12.473'K	42° 26.580'D
9	37° 11.246'K	42° 29.288'D
10	37° 11.336'K	42° 29.128'D
11	37° 12.238'K	42° 27.415'D
12	37° 15.553'K	42° 21.594'D
13	37° 17.074'K	42° 16.404'D
14	37° 17.534'K	42° 13.345'D
15	37° 17.565'K	42° 13.323'D

Yöntem

Toprak örneklerinin analiz yöntemleri

Tarlalardan alınan toprak örnekleri gölgede kurutulmuş, dövülmüş ve 2 mm çelik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. McLean (1982) tarafından belirlenen toprak-su (1:2.5) karışımı ile toprak örneklerinde pH (Thomas, 1996) ve EC (Rhoades, 1996), organik madde modifiye Walkley-Black yağ yakma yöntemiyle (Nelson & Sommers, 1996), kireç Scheibler kalsimetresiyle (Allison & Moodie, 1965), bitkiye yararlı P ise 0.5 M NaHCO₃ (pH:8.5) ile UV-VIS spektrofotometresinde belirlenmiştir (Olsen & Sommers, 1982). Değişebilir katyonlar (K, Ca, Mg) 1 N amonyum asetatla (pH:7.0) ekstraksiyonu (Richard, 1954) ile mikro elementler (Fe, Zn, Mn ve Cu) ise Lindsay ve Norvell (1978) tarafından belirtilen DTPA-TEA ekstraksiyon solüsyonu ile çalkalanan toprak

örneklerinden elde edilen süzüklerdeki K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS) belirlenmiştir.

Yaprak örneklerinin analiz yöntemleri

Çiçeklenme dönemi öncesi alınan yaprak örnekleri çeşme suyundan sonra saf su ile yıkanıp etüvde 65°C'de 48 saat süreyle sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup, öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Yaş yakma yöntemine göre yakılan bitki süzüklerinde P, Barton (1948) yöntemine göre vanadomolibdofosforik asit kullanılarak UV-VIS spektrofotometresinde, N; Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1996), K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (AAS) belirlenmiştir. Yer fıstığı yaprak örneklerinin makro ve mikro besin içerikleri Çizelge 2'de verilen sınır değerlere göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. Yer fıstığı yapraklarının makro ve mikro besin içeriklerinin sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Table 2. The limit values of macro and micronutrient contents of peanut leaves

Makro Besin Elementi	Noksan	Yeterli	Fazla
	(%)		
N	<3.50	3.50-4.50	>4.50
P	0.18-0.24	0.25-0.50	>0.50
K	0.5-1.6	1.70-3.00	>3.00
Ca	<1.25	1.25-2.00	>2.00
Mg	<0.30	0.30-0.80	>0.80
Mikro Besin Elementi	mg kg ⁻¹		
Fe	50-59	60-300	>300
Zn	20-24	25-60	>60
Mn	50-59	60-350	>350
Cu	<5	5-20	>20

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma alanı toprakların bazı kimyasal özellikleri

Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştirilen yer fıstığının beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla tesadüfi belirlenen 15 noktadan alınan toprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çalışma alanı topraklarının pH değerleri incelendiğinde pH 7.61 ile 7.85 arasında değişmekte olup ortalama 7.72 olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin tamamı Sağlam (2012) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre hafif alkalın karakter göstermektedir. Bilir ve ark. (2023) Silopi'de yürüttükleri çalışmada toprakların pH'sının hafif ve orta derecede alkalın sınıfında yer aldığını bildirmişlerdir. Yer fıstığı yetiştiriciliğinde ideal pH 6.0-7.0 arasındadır (Wright ve ark., 2017). Deliboran ve ark. (2020) alkali reaksiyon gösteren toprakların pH'sını düşürmek amacıyla toz kükürt uygulamasının yapılması ile birlikte hayvan gübresi ve asit karakterli gübrelerinde tercih edilebileceği bildirilmiştir.

Toprakların EC içerikleri 163.6-444 $\mu\text{S cm}^{-1}$ aralığında değişmekte olup örneklerin ortalama tuz içerikleri 277.3 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Dellavalle (1992) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre çalışma topraklarının %74'ü tuzsuz (<400 $\mu\text{S cm}^{-1}$), %26'sı ise hafif tuzlu (400-800 $\mu\text{S cm}^{-1}$) olarak değerlendirilebilir. Sakin (2010) Şırnak ve ilçelerinde yürüttüğü çalışmada topraklarda tuzluluk probleminin olmadığını bildirmiştir. Yer fıstığı, toprak tuzluluğuna orta derecede dayanıklı bir bitki olup tuz eşiği (verimi düşüren tuzluluğun başlangıcı) 3.2 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir (Maas & Hoffman, 1977).

Çizelge 3. Yer fıstığı yetiştirilen toprakların bazı kimyasal özellikleri

Table 3. Some chemical properties of soils where peanuts are cultivated soils

Toprak No	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Kireç (%)	O.M. (%)
1	7.62	244	9.87	1.65
2	7.73	187.3	10.3	1.53
3	7.76	165.2	9.65	2.28
4	7.73	348	9.50	2.05
5	7.64	208	8.60	1.91
6	7.85	163.6	9.72	2.25
7	7.75	438	9.50	0.68
8	7.72	222	9.12	1.95
9	7.61	611	12.7	1.37
10	7.79	174.3	14.5	1.44
11	7.83	130.6	7.55	0.85
12	7.72	216	8.75	2.02
13	7.78	178.9	14.7	2.02
14	7.65	429	8.68	2.15
15	7.67	444	8.38	1.91
Min.	7.61	130.6	7.55	0.68
Mak.	7.85	611	14.7	2.28
Ort.	7.72±0.73	277.3±141.7	10.1±2.15	1.74±0.48
Çarpıklık	.023	1.164	1.388	-1.084
Basıklık	-.842	.455	.993	.439

Çalışma alanı topraklarının kireç içerikleri incelendiğinde %7.55 ile %14.7 arasında değişmekte olup ortalama %10.1 olarak belirlenmiştir. Çağlar (1949) ve Evliya (1960), tarafından belirlenen sınır değerlere göre toprakların tamamı orta kireçli (%5-15) sınıfında yer almaktadır. Siirt ilinde yürütülen çalışmada tarım topraklarının % 6.8'i az kireçli, % 62.9'u kireçli, % 30.0'ı orta kireçli ve geriye kalanı ise çok fazla kireçli sınıfında olduğu belirlenmiştir (Özyazıcı ve ark., 2014).

Toprakların organik madde içerikleri % 0.68-2.28 aralığında değişmekte olup örneklerin ortalama organik madde miktarları % 1.74 olarak belirlenmiştir. Ülgen ve Yurtsever (1974) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre çalışma topraklarının % 13'ü çok az (<%1), % 47'si az (%1-2) ve % 40 ise orta (%2-3) seviyede organik madde içermektedir. Analiz sonuçlarına göre yer fıstığı yetiştirilen alanlarının büyük bir kısmında organik madde düşük olup bununla orantılı olarak az ve çok az sınıfında yer almaktadır. Munis ve Sakin (2014) Cizre'de yürüttükleri çalışmada toprakların organik madde içeriklerinin az ve orta düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Saltalı (2015) sürdürülebilir tarımsal üretim için toprak kalitesinin muhafaza edilmesindeki en önemli kalite parametresinin toprak organik maddesi olduğunu ve kalitesinin artırılabilmesi için hayvan gübresi veya leonardit gibi organik materyallerin uygulanabileceğini bildirmiştir.

Çalışma alanı topraklarının değişebilir K, Ca, Mg ile yarayırlı P, alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonları

Şirnak ili Silopi ilçesinde yetiştirilen yer fıstığının beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla alınan toprak örneklerinin değişebilir K, Ca, Mg ile yarayırlı P, alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Çalışma alanı toprak örneklerinin değişebilir K, Ca, Mg ile yarıyıllı P, alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonları

Table 4. The concentrations of exchangeable K, Ca, Mg, available P, Fe, Zn, Mn and Cu in the study area soil samples

Toprak No	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
mg kg ⁻¹								
1	5.88	377.8	9350	970	10.8	1.46	17.5	1.72
2	11.6	401.9	11755	1265	9.75	0.88	18.0	1.55
3	16.0	509.8	5685	1025	8.75	1.81	17.3	1.99
4	15.6	346.1	10905	1040	9.50	1.17	13.0	1.40
5	19.7	482.3	7565	995	9.00	2.01	11.3	1.70
6	10.0	350.7	11210	1275	5.50	0.71	7.25	1.35
7	10.7	464.4	11375	1175	9.25	0.89	17.0	1.63
8	16.8	455.2	8995	885	8.00	2.46	15.8	1.34
9	22.0	202.0	4235	960	4.50	1.06	11.5	0.76
10	6.92	155.8	5200	715	4.25	0.99	9.25	0.77
11	9.38	429.8	6670	1125	9.00	0.54	17.0	1.68
12	9.75	508.5	9345	1090	10.0	0.78	16.5	1.03
13	18.3	409.0	8785	495	11.3	2.82	20.5	1.92
14	16.5	472.7	12525	975	10.3	1.19	13.5	1.56
15	25.8	453.6	11990	1270	12.0	2.73	19.3	1.91
Min.	5.87	155.7	4235	495	4.25	0.54	7.25	0.76
Mak.	25.8	509.8	12525	1275	12.0	2.82	20.5	1.99
Ort.	14.3±5.74	401.3±104.0	9039±2659	1017±211.0	8.78±2.32	1.43±0.75	14.9±3.82	1.49±0.38
Çarpıklık	.360	-1.394	-.457	-1.042	-.948	.829	-.625	-.773
Basıklık	-.572	1.480	-1.012	1.559	.120	-.664	-.474	-.170

Çalışma alanı topraklarının yarıyıllı P konsantrasyonları 5.87-25.8 mg kg⁻¹ aralığında olup ortalama 14.3 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. FAO (1990) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının P konsantrasyonu %13'ünde az (2.5-8 mg kg⁻¹), %80'inde yeterli (8-25 mg kg⁻¹) iken yalnızca bir tanesinde fazla (25-80 mg kg⁻¹)'dir. Topraklarının değişebilir K miktarları 155.7 ile 509.8 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 401.3 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin K konsantrasyonu %13'ünde yeterliyken (109.2-288.6 mg kg⁻¹) geriye kalan tüm topraklar fazla (288.6-998.4 mg kg⁻¹) sınıfında yer almaktadır (FAO, 1990). Çalışma alanı toprakların değişebilir Ca konsantrasyonları 4235-12525 mg kg⁻¹ aralığında olup ortalama 9039.3 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. FAO (1990) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının Ca konsantrasyonu %60'ında fazla (3500-10000 mg kg⁻¹), %40'ında ise çok fazla (>10000 mg kg⁻¹) olarak belirlenmiştir. Topraklarının değişebilir Mg konsantrasyonları incelendiğinde 495 mg kg⁻¹ ile 1275 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 1017.3 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Araştırma alanı topraklarının tamamında Mg konsantrasyonu fazla sınıfında yer almaktadır (FAO, 1990). Bilir ve ark. (2023) tarafından Silopi'de yürütülen çalışmada yarıyıllı P az-yeterli-fazla, toprakların değişebilir K konsantrasyonu yeterli-fazla, değişebilir Ca içeriği fazla-çok fazla, değişebilir Mg miktarı ise yeterli-fazla-çok fazla sınıflarında yer aldığı bildirilmiştir. Munis ve Sakin (2014) Cizre toprakların büyük bir kısmında P içeriğinin düşük ve toprakların tamamında ise K yeterli olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının yarıyıllı Fe içeriği 4.25 ile 12 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 8.78 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerin yalnızca birinde Fe konsantrasyonu orta (2.5-4.5 mg kg⁻¹) iken geriye kalan tüm örneklerde fazla (>4.5 mg kg⁻¹) sınıfında yer almaktadır (Lindsay & Norwell, 1978). Toprakların Zn

konsantrasyonları 0.54-2.82 mg kg⁻¹ aralığında olup ortalama 1.43 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. FAO (1990) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının Zn konsantrasyonu yalnızca bir tanesinde azken (0.2-0.7 mg kg⁻¹), %20'sinde fazla (2.4-8 mg kg⁻¹), %73'ünde ise yeterlidir (0.7-2.4 mg kg⁻¹). Çalışma alanı topraklarının yarayışlı Mn konsantrasyonları incelendiğinde 7.25 mg kg⁻¹ ile 20.5 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup ortalama 14.9 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Araştırma alanı topraklarının tamamında Mn konsantrasyonu yeterli (>1.2 mg kg⁻¹) sınıfta yer almaktadır (Lindsay & Norwell, 1978). Toprakların Cu konsantrasyonları 0.76-1.99 mg kg⁻¹ aralığında olup ortalama 1.49 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Follet (1969) tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının Cu konsantrasyonu yeterlidir (>0.2 mg kg⁻¹). Munis ve Sakin (2014) Cizre'de toprakların Fe içeriklerini 4.00-20.00 mg kg⁻¹ olup, ortalama 8.48 mg kg⁻¹ olduğunu belirlemişler ve yöre topraklarında yetiştiricilik bakımından Fe eksikliğinin görülmediğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde bölge topraklarında Mn ve Cu noksanlığı görülmezken toprak numunelerinin tamamında çinkonun noksan olduğu bildirilmiştir. Bilir ve ark. (2023) tarafından Silopi'de yürütülen çalışmada toprakların yarayışlı Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonunun bu çalışma ile paralel sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir.

Yer fıstığı yapraklarında makro ve mikro besin elementi içerikleri

Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştirilen yer fıstığının beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla çiçeklenme öncesi alınan yaprak örneklerinin N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonları Çizelge 5'te Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Yer fıstığı yaprak örneklerinin N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonları

Table 5. The concentrations of N, P, K, Ca, and Mg of peanut leaves

Bitki No	N	P	K	Ca	Mg
			%		
1	3.80	0.165	1.42	1.59	0.748
2	3.54	0.159	1.94	1.61	0.643
3	3.11	0.151	1.94	1.77	0.720
4	3.81	0.180	1.96	1.51	0.678
5	3.70	0.197	1.66	1.28	0.648
6	3.78	0.160	1.04	1.21	0.583
7	4.14	0.172	2.00	1.33	0.715
8	3.60	0.138	1.30	1.78	0.640
9	3.72	0.176	1.05	0.73	0.853
10	3.29	0.126	1.56	1.57	0.665
11	3.41	0.172	1.58	1.49	0.700
12	3.70	0.164	1.57	1.22	0.678
13	3.20	0.158	1.40	0.82	0.422
14	3.77	0.164	1.57	1.55	0.547
15	3.50	0.208	1.53	1.83	0.655
Min.	3.11	0.14	1.04	0.73	0.42
Mak.	4.14	0.21	2.00	1.83	0.85
Ort.	3.60±0.26	0.17±0.02	1.57±0.30	1.42±0.32	0.66±0.09
Çarpıklık	-.188	.170	-.202	-.919	-.629
Basıklık	.093	.822	-.527	.353	2.425

Çizelge 6. Yer fıstığı yaprak örneklerinin Fe, Zn, Mn, ve Cu konsantrasyonları

Table 6. The concentrations of Fe, Zn, Mn, and Cu of peanut leaves

Bitki No	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg kg ⁻¹			
1	148	45.5	159.5	15.5
2	156	38	119	15.5
3	93.5	34	88	16.5
4	125	38	103	15
5	227.5	44	97.5	20
6	93	49	108	16
7	147	47.5	140	18.5
8	180	50	121	16
9	147.5	36	111	16
10	141.5	37	110	17
11	204	49	65.5	23.5
12	88	53	112.5	23.5
13	147.5	39	69	13.5
14	240.5	40.5	105	20
15	146.5	37	60	15
Min.	88	34	60	15
Mak.	240.5	53	159.5	23.5
Ort.	152.37±45.5	42.5±6.0	104.6±26.7	17.4±3.04
Çarpıklık	.494	.303	.085	1.072
Basıklık	-.127	-1.417	.269	.247

Azot (N)

Yer fıstığı yapraklarının N konsantrasyonu %3.11 ile %4.14 aralığında değişmekte olup ortalama %3.60 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Keskin ve ark. (2013) yer fıstığı yapraklarında N konsantrasyonunu %2.74-%4.72, Aşık ve Aşık (2023) ise %3.67-%4.38 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Aşık (2023), yer fıstığı çeşitlerinin N içeriğini belirlediği çalışmada en yüksek N içeriğinin Osmaniye-2005 (%2.04) ve Polen (%2.02) çeşitlerinde, en düşük N içeriği Batem-5025 (%1.55) çeşidinde olduğunu rapor etmiştir. Bitki aksamındaki N yeterlilik düzeyi %3.50-4.50 arasında değişmekte olup çalışma alanında yer fıstığının yaklaşık %25'de azotun yeterlilik sınırının altında olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Yer fıstığı yapraklarının çiçeklenme aşamasında azotun yeterlilik düzeyinin %3.0-4.0 arasında olduğu (Dwivedi, 1988; Jones ve ark., 1991) ve %2.2'nin altına düştüğünde azot eksikliği belirtilerinin ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Dwivedi, 1988). Yer fıstığı yapraklarında ki azot konsantrasyonlarındaki değişkenlikler bölgede düzenli bir gübreleme programının olmamasından ve uygulama miktarlarındaki farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Azot toprak/bitki sisteminde hareketli bir besin elementidir ve topraklar bitki ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli miktarda N sağlayamazlar. Bu nedenle tarımda her bitkisel üretim döneminde azotlu gübre uygulaması gerekmektedir (Havlin ve ark., 2014). Boydak ve ark. (2020) Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen yer fıstığının en yüksek protein içeriği ve verimini 120 kg ha⁻¹ N uygulaması ile elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Fosfor (P)

Yer fıstığı yapraklarının P konsantrasyonu %0.14 ile %0.21 aralığında değişmekte olup ortalama %0.17 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Aşık (2023) yaptığı çalışmada farklı yer fıstığı çeşitlerindeki P konsantrasyonunu %0.1-

%0.8 aralığında bildirirken Crusciol ve ark. (2021) ise %0.24-0.25 olarak belirlemişlerdir. Bitki aksamındaki P yeterlilik düzeyi %0.25-%0.50 arasında değişmekte olup (Çizelge 2), Cox ve Barnes (2002) yer fıstığı yapraklarındaki kritik P içeriğinin %0.26 olarak rapor etmişlerdir. Foster (1980) çiçeklenme döneminde yapraklardaki kritik fosfor değerini %0.29 olarak bildirmiştir. Tüm bu değerler dikkate alındığında bölgedeki yer fıstığı yapraklarının P içeriğinin kritik yeterlilik düzeyinin altında olduğu görülmüştür. Fosfor, diğer makro besin elementleri ile karşılaştırıldığında bitkide daha az miktarlarda bulunmasına rağmen yer fıstığının ana verimlilik faktörü (Bolonhezi ve ark., 2005) olmasının yanı sıra yağ, protein, fosfolipid, yağ asitleri ve nükleotidlerin dönüşümü ve birikiminde önemli bir rol oynamaktadır (Wu ve ark., 2022). Bununla birlikte farklı yer fıstığı çeşitleri arasında çalışma alanında da yaygın yetiştirilen NC 7 çeşidi fosforlu gübrelere verim, kalite ve diğer tarımsal özellikler bakımından en iyi yanıt veren çeşit olduğu bildirilmiştir (Kasap ve ark., 1999). Çalışma alanı topraklarının büyük kısmında P yeterli olmasına rağmen yer fıstığı yapraklarının tamamında noksanlık görülmüştür. Bu nedenle bölgede yer fıstığı için P beslenme sorununun olduğunu söylemek mümkündür. Oya ve Çimrin (2023) portakal bahçelerinde yürüttükleri çalışmada benzer bir durumun söz konusu olduğunu bildirmişlerdir. Toprakların pH'sı bitkiler yararlanabileceği fosforun kullanılabilirliğinin ana belirleyicisi olarak kabul edilirken, kireç miktarının artması fosforun alınabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Lambers, 2022). Anter ve ark. (1973) yaptıkları çalışmada toprakların CaCO_3 içeriğinin %8 olduğu zaman bitkinin P alımının azaldığını bildirmişlerdir. Genel olarak P, pH:6.5-7 aralığında bitkinin alabileceği formda bulunurken (Akanji ve ark., 2022), pH'nın yükselmesi ile kalsiyum fosfat bileşikler oluşarak alınmaz forma dönüşmektedir (Leytem & Mikkelsen, 2005). Sönmez ve ark. (2014) ise toprakların pH'sının düşmesi durumunda P yarayışlılığının arttığı bilinmektedir, dolayısıyla topraklardaki mevcut fosforun bitki tarafından kullanılabilirliğini artırmak amacıyla yüksek toprak pH'nın düşürülmesi yönünde uygulamalar yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Potasyum (K)

Yer fıstığı yapraklarının K konsantrasyonu %1.04 ile % 2.00 aralığında değişmekte olup ortalama % 1.57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Crusciol ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada farklı yer fıstığı çeşitlerinde K içeriğinin %1.7-%2 aralığında, Aşık (2023) ise farklı çeşitlerin K içeriği ortalama %0.55 ile %1.29 arasında değişmekte olduğunu bildirmişlerdir. Keskin ve ark. (2013) yer fıstığı üzerine yürüttükleri çalışmada yaprakların K konsantrasyonunu %0.31 ile %1.16 aralığında olduğunu bu nedenle çok düşük sınıfında yer aldığını rapor etmişlerdir. Bitki aksamındaki K yeterlilik düzeyi %1.70-3.00 arasında değişmektedir (Çizelge 2). Cox ve Barnes (2002) yer fıstığının potasyumu topraktan çok etkili bir şekilde aldığını ve yapraklarındaki kritik K konsantrasyonunu %1.55 olduğunu bildirmişlerdir. Plank (1989) ise baklagiller için kritik değerin %1.75-%2.00 olduğunu rapor etmiştir. Tüm bu literatürler dikkate alındığında çalışma alanında yetiştirilen yer fıstığının yaklaşık %74'ünün yeterlilik sınırı altında olduğunu söylemek mümkündür. Potasyum yer fıstığı tarafından en fazla alınan ikinci elementtir (Neto ve ark., 2012). Sönmez ve ark. (2014) Kumluca ve Finike yöre topraklarının K içeriklerini yeterli bulmalarına rağmen turuncgil yapraklarında K noksanlığı olduğunu belirlemişlerdir. Bunun ise yüksek kireç, pH ve Ca konsantrasyonu ve ortamdaki $\text{NH}_4\text{-N}$ 'unun fazlalığı ile çözünebilir tuzların toprağın osmotik potansiyelini artırarak yetiştirilen bitki köklerinin K alımını azaltmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Bolonhezi ve ark. (2005) yer fıstığına uygulanan K miktarlarının K-Ca elementler arasındaki alım rekabetinden dolayı topraklardaki mevcut Ca konsantrasyonuna göre belirlenmesinin faydalı olduğunu bildirmektedir. Bitkilerden hem maksimum verim hem de kalite sağlayabilmek için toprakların belirli katyon oranlarını içermesi gerekmektedir (Kopittke & Menzies, 2007). Bear ve Toth (1948) optimum büyüme için ideal toprakta Ca/K oranının 13:1 olması gerektiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmada ise Ca/K oranı 11:1-33:1 arasında belirlenmiş olup yüksek Ca doygunluğunun K alımını sınırladığını söylenebilir. Bununla birlikte bölgenin özellikle yaz aylarında yüksek sıcaklığa sahip olması K alımını engelleyebilir. Johnson ve ark. (2022) kuraklık koşullarında topraktan kök bölgesine K taşınımı azaldığı için bitkinin K alımı sınırlanmaktadır.

Kalsiyum (Ca)

Yer fıstığı yapraklarının Ca içeriği %0.73 ile %1.83 aralığında değişmekte olup ortalama %1.42 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Crusciol ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada farklı yer fıstığı çeşitlerinde Ca içeriğinin %1.9-%2.2 aralığında, Aşık (2023) ise farklı yer fıstığı çeşitlerinde %1.37 ile %2.39 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bitki aksamındaki Ca yeterlilik düzeyi %1.25-2.00 arasında değişmekte olup (Çizelge 2), çalışma alanında yetiştirilen yer fıstığının %26'ında noksan olduğu söylenebilir. Dwivedi (1986) yer fıstığı dokularında kalsiyumun %0.7'nin altına düştüğünde noksanlık semptomlarının görüldüğünü bildirmiştir. Kalsiyum yer fıstığı yetiştiriciliğindeki hem en kritik (Aşık, 2023) hemde en fazla alınan 3. elementtir (Rodrigues Filho ve ark., 1986). Bitkiler tarafından Ca alımı, K ve Mg konsantrasyonundan etkilenirken baklagillerde Ca eksikliği N fikse eden nodül bakterilerinin gelişimini engellemektedir (Gayar, 2021). Gökçeoğlu ve Çimrin (2022) zeytin üzerindeki yaptıkları çalışmada toprakların Ca konsantrasyonu fazla olmasına rağmen yaprak örneklerinden yarısından fazlasında Ca noksanlığı belirlenmiştir. Bunun ise topraktaki mevcut kalsiyumun alınımı ya da kalsiyumun bitki kök etki alanına taşınımının da sorunların olabileceğini bildirmişlerdir. Toprak suyundaki azalma ile N, K ve Ca²⁺ gibi çözünebilir besin maddelerinin kök yüzeyine kitle akımı ile taşınımı azalmaktadır (Marscher, 2011). Silopi ilçesi özellikle haziran-temmuz ve ağustos aylarının sıcaklığı oldukça yüksektir ve bölgedeki Ca noksanlığı bu hususla ilişkilendirilebilir. Balota (2014) ise yer fıstığında kalsiyumun tohum oluşumunda oldukça kritik öneme sahip olduğunu fakat toprak neminin az olduğu bölgelerde Ca toprakta yeterli miktarda olmasına rağmen bitkinin noksanlık çekebileceğini bildirmiştir. Bölgede üst gübre olarak CAN kullanılmasına rağmen bitkinin ihtiyaç duyduğu zaman dikkate alınmadığı için noksanlık görülmesi muhtemeldir. Silva ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada çimlenmeden sonraki 110. günde Ca alımının zirve yaptığını ve bu değerlendirmeden son değerlendirmeye kadar ise Ca alımında belirgin bir düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bölgede yetiştirilen yer fıstığı için büyüme periyodları dikkate alınarak bitkinin en yüksek Ca ihtiyacının olduğu dönemde gübreleme yapılması önerilebilir.

Magnezyum (Mg)

Yer fıstığı yapraklarının Mg konsantrasyonu %0.42 ile %0.85 aralığında değişmektedir (Çizelge 3). Crusciol ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada farklı yer fıstığı çeşitlerinde Mg içeriğinin %0.62-%0.74 aralığında, Aşık (2023) ise farklı yer fıstığı çeşitlerinde Mg konsantrasyonunu % 0.71 ile %0.85 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitki aksamındaki Mg yeterlilik düzeyi %0.30-%0.80 arasında değişmekte olup (Çizelge 2) çalışılan yer fıstığı numunelerinin tamamında Mg yeteri olduğunu söylemek mümkündür. Fageria (1976) ise yer fıstığındaki kritik Mg konsantrasyonunun %0.25-%0.30 aralığında olduğunu bildirmiş Schmidt ve Cox (1992) %0.30'un altına düştüğünde Mg eksikliğinin ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları incelendiğinde toprak ve yapraktaki Mg konsantrasyonları uyum içerisinde olup bölgede Mg beslenmesinde problem olmadığı söylenebilir.

Demir (Fe)

Yer fıstığı yapraklarının Fe içeriği 88 mg kg⁻¹ ile 240.5 mg kg⁻¹ aralığında değişme olup ortalama 152.37 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Keskin ve ark. (2013) yer fıstığı üzerine yürüttükleri çalışmada ortalama Fe konsantrasyonunu 20.28 mg kg⁻¹ ile 70.53 mg kg⁻¹ aralığında belirlemiş olup yeterlilik sınırının çok düşük olduğunu, Song ve ark. (2017) ise yer fıstığının genç yapraklarının Fe içeriğini 185.8 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Bitki aksamında Fe yeterlilik düzeyi 60-300 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup çalışılan yer fıstığı numunelerinin tamamında demirin yeterli olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 2). Singh (1994) yer fıstığı yapraklarındaki demirin kritik değerinin 40 mg kg⁻¹ olduğunu ve Fe konsantrasyonunun 30 mg kg⁻¹ altına düşmesi ile yaprak dokularında noksanlığın gözle görüldüğünü bildirmiştir. Genel olarak bakıldığında çalışma alanı toprak ve yaprakların Fe içerikleri birbiri ile uyum içerisindedir. Fakat, bölgede yer fıstığının hasata yaklaştığı dönemlerde yapraklarda kloroz görülmektedir. Yaptığımız çalışmada Çizelge 2.'ye göre Fe noksanlığı görülmemesine rağmen Small ve Ohlrogge (1973) yer fıstığı yapraklarındaki Fe konsantrasyonunu 100 mg kg⁻¹-250 mg kg⁻¹ olması

gerektiğini bildirmiştir ve bu değerler dikkate alındığında bölgeden alınan yer fıstığı yapraklarının %20'sinde Fe noksanlığının olduğunu söylenebilir. Demir yer fıstığı veya acıbakla gibi baklagillerin nodül oluşumunda oldukça önemlidir (Marschner, 1995; Brear ve ark., 2013). Çalışmamızda yaprak örnekleme çiçeklenme öncesinde yapılmıştır Fe ise bitkiler tarafından nodül oluşturma ve nodül gelişiminde doğrudan rol oynamaktadır (Zuo ve ark., 2004). Bu nedenle bölge de yetiştirilen yer fıstığının büyüme evrelerinde örnekleme yapılarak Fe gübrelemesine ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesi oldukça önemlidir. Çünkü yer fıstığı yetiştiriciliğinde ortaya çıkan Fe eksikliği klorozu önemli bir sorundur. Bazen Fe eksikliği klorozu o kadar şiddetli bir duruma gelir ki tüm bitki sarı veya kağıt beyazı rengine dönebilir hatta ölebilir, bu da yer fıstığında yüksek verim kayıplarına yol açabilir (Samdur ve ark., 2000).

Çinko (Zn)

Yer fıstığı yapraklarının Zn konsantrasyonu 15 mg kg⁻¹ ile 23.5 mg kg⁻¹ aralığında değişmekte olup ortalama 42.5 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Aşık (2023) ana ürün koşullarında yetiştirilen yer fıstığının en yüksek Zn içeriğini ortalama 24.8 mg kg⁻¹ ile Sultan çeşidinde, en düşük ise ortalama 11.7 mg kg⁻¹ ile Batem Cihangir çeşidinde belirlemiştir. Keskin ve ark. (2013) ise 7.75 mg kg⁻¹-15.30 mg kg⁻¹ aralığında ve çok düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bitki aksamında Zn yeterlilik düzeyi 25 mg kg⁻¹-60 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup (Çizelge 2) çalışılan yer fıstığı numunelerinin tamamında çinkonun noksan olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının büyük bir kısmında Zn yeterli düzeyde bulunmasına rağmen bunun tam tersi yapraklarda noksan olarak belirlenmiş olması toprakların mikro element alımını sınırlandırılan özelliklerinden kaynaklanabilir. Suganya ve ark. (2020) çinko kullanım etkinliğini sınırlandıran faktörleri toprakların pH, EC, organik madde ve kireç içerikleri olduğunu bildirmiştir. Toprak pH'sından etkilenen Zn elementi (Özsayar & Çimrin, 2022) pH'nın yükselmesi ile elverişliliği azalarak çözünürlüğü zor olan Zn bileşiklerine veya Zn(OH)₂ şeklinde çökmesi neden olmaktadır (Yamabi & Imai, 2002). Singh ve ark. (2008) toprak pH'sının yükselmesi (pH>6.5) ile çinkonun desorpsiyonunu azaltırken, güçlü bir şekilde adsorbe edilmesine neden olduğundan (Mossa ve ark., 2021) çinkonun bitkiler tarafından alınımı sınırlandırmaktadır (Yılmaz ve ark., 2023). Bu sonuçlar doğrultusunda toprakların Zn alımını etkileyen (yüksek pH, yüksek kireç, düşük organik madde vb.) özelliklerin düzenlenmesi veya gübreleme programına yaprakdan bu elementler uygulanabileceğinin dahil edilmesi ile başarılı sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir (Sönmez ve ark., 2014).

Mangan (Mn)

Yer fıstığı yapraklarının Mn içeriği 60 mg kg⁻¹ ile 159.5 mg kg⁻¹ aralığında değişmekte olup ortalama 104.6 mg kg⁻¹'dir (Çizelge 6). Keskin ve ark. (2013) yer fıstığı yapraklarında Mn konsantrasyonunu 22.08 mg kg⁻¹-49.22 mg kg⁻¹, Singh (1994) ise Mn içeriğinin 50 mg kg⁻¹-100 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve 20 mg kg⁻¹ altında ise noksanlığın ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Bitki aksamındaki Mn yeterlilik düzeyi 60-350 mg kg⁻¹ arasında (Çizelge 2) olduğu için çalışılan yer fıstığı numunelerinin tamamında Mn yeterlidir. Çalışmada toprak analiz sonuçları ile yaprak analiz sonuçlarının birbirini desteklediği söylenebilir.

Bakır (Cu)

Yer fıstığı yapraklarının Cu içeriği 15 mg kg⁻¹-23.5 mg kg⁻¹ aralığında değişmekte olup ortalama 17.4 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Aşık (2023), yer fıstığında yürüttüğü çalışmada en yüksek Cu konsantrasyonunu Brantley çeşidinde (6.12 mg kg⁻¹) belirlerken en düşük Cu konsantrasyonu Batem Cihangir çeşidinde (4.72 mg kg⁻¹) olduğunu bildirmiştir. Bitki aksamındaki Cu yeterlilik düzeyi 5 mg kg⁻¹-20 mg kg⁻¹ arasında değişmekte olup (Çizelge 2) Singh (1994), yer fıstığında Cu konsantrasyonunun 5 mg kg⁻¹ altına düştüğünde noksanlığının görüleceğini bildirmiştir. Çalışılan yer fıstığı numunelerinin tamamında bakırın yeterli olduğunu söylemek mümkündür. Yürütülen bu çalışmada toprak analiz sonuçları ile yaprak analiz sonuçları birbirini desteklemektedir.

Sonuç olarak yer fıstığı yapraklarındaki makro besin elementi içerikleri $N > K > Ca > Mg > P$, mikro besin elementi içerikleri ise $Fe > Mn > Zn > Cu$ şeklinde sıralanmıştır. Silva ve ark. (2017) yer fıstığı yapraklarındaki makro ve mikro besin elementi içeriklerini $N > K > Ca > Mg > S > P$ ve $Fe > Zn > Mn > Cu > B$ şeklinde, Malavolta ve ark. (1997) ise bir çok üründe genel olarak makro $N > K > Ca > Mg > P \approx S$, mikro elementler ise $Fe > Mn > Zn > Cu \approx B$ sırasıyla bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çalışma alanı toprak ve yer fıstığı yapraklarında belirlenen özellikler arasında ilişkiler

Şırnak ili Silopi ilçesinden yer fıstığı tarlalarından alınan toprakların (T-P, T-K, T-Ca, T-Mg, T-Fe, T-Zn, T-Mn, T-Cu) ve yaprak (Y-N, Y-P, Y-K, Y-Ca, Y-Mg, Y-Fe, Y-Zn, Y-Mn, Y-Cu) özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı analizi Çizelge 7'de verilmiştir.

Korelasyon analizi sonucunda belirlenen bazı özellikler arasında pozitif veya negatif bir ilişki belirlenirken birçok özellik arasında ilişkinin olmadığı saptanmıştır. Çizelge 7. incelendiğinde toprakların pH değişkeni ile EC ($r=-.621^*$, $p<0.05$) arasında negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların EC değişkeni ile toprakların P konsantrasyonu ($r=.528^*$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Toprakların kireç içeriği ile toprakların K konsantrasyonu ($r=-0.692^{**}$, $p<0.01$) ve Mg konsantrasyonu ile ($r=-0.727^{**}$, $p<0.01$) birlikte toprakların Cu konsantrasyonu ($r=-0.517^*$, $p<0.05$) arasında negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Toprakların P konsantrasyonu değişkeni ile toprakların Zn ($r=.660^*$, $p<0.05$), bitki yapraklarının ise P ($r=.559^*$, $p<0.05$) içerikleri arasında pozitif korelasyon bulunurken yaprak Mn konsantrasyonu ($r=-.539^*$, $p<0.05$) ile negatif bir ilişki belirlenmiştir. Toprakların değişebilir K konsantrasyonu ile toprak Fe ($r=0.730^{**}$, $p<0.01$), Mn ($r=.545^*$, $p<0.05$) ve Zn ($r=.689^*$, $p<0.05$) konsantrasyonları ile pozitif korelasyon bulunmuştur. Toprakların Ca konsantrasyonu değişkeni ile toprakların Fe konsantrasyonu ($r=.579^*$, $p<0.05$) arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Toprakların Fe konsantrasyonu ile toprakların Mn ($r=.798^{**}$, $p<0.01$) ve toprakların Cu konsantrasyonları ($r=.755^{**}$, $p<0.01$) arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Toprakların Mn konsantrasyonu değişkeni ile toprakların Cu konsantrasyonu ($r=.626^*$, $p<0.05$) arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Yer fıstığı yapraklarındaki N konsantrasyonunun toprakların Mn konsantrasyonu ($r=.625^*$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Yer fıstığı yaprakların Zn içeriği ile toprakların Cu konsantrasyonları arasında ($r=.569^*$, $p<0.05$) ilişkinin pozitif olduğu saptanmıştır.

Çizelge 7. Çalışma alanına ait toprakların özellikleri ile yaprakların besin elementi içeriklerinin arasındaki korelasyon katsayısı
 Table 7. The correlation between soil properties of the study area and nutrient content of leaves

	pH	EC	Kireç	O.M	T-P	T-K	T-Ca	T-Mg	T-Fe	T-Zn	T-Mn	T-Cu	Y-N	Y-P	Y-K	Y-Ca	Y-Mg	Y-Fe	Y-Zn	Y-Mn				
pH	1																							
EC	-0,621*	1																						
Kireç	0,114	0,007	1																					
O.M	-0,092	-0,192	-0,034	1																				
T-P	-0,438	,528*	-0,026	0,316	1																			
T-K	-0,040	-0,200	,503**	0,243	0,156	1																		
T-Ca	-0,021	0,124	-0,426	0,198	0,015	0,441	1																	
T-Mg	0,017	0,152	,537**	-0,128	-0,042	0,298	0,455	1																
T-Fe	-0,229	-0,038	-0,409	0,158	0,198	,730**	,579*	0,099	1															
T-Zn	-0,264	0,014	0,149	0,422	,660**	0,28	0,038	-0,421	0,432	1														
T-Mn	-0,094	-0,046	-0,125	-0,135	0,149	,545*	0,221	-0,051	,798**	0,433	1													
T-Cu	0,042	0,227	-0,358	0,158	0,226	,689*	0,359	0,116	,755**	0,497	,626*	1												
Y-N	-0,336	0,505	-0,383	-0,264	-0,135	0,063	0,492	0,447	0,011	-0,385	-0,252	-0,205	1											
Y-P	-0,436	0,457	-0,471	-0,038	,559*	0,305	0,293	0,46	0,454	0,178	0,162	0,367	0,346	1										
Y-K	0,076	-0,113	-0,26	-0,181	-0,131	0,388	0,231	0,209	0,426	-0,108	0,368	0,383	0,004	0,098	1									
Y-Ca	0,028	-0,237	-0,504	0,115	-0,121	0,315	0,282	0,343	0,281	0,124	0,2	0,327	-0,14	-0,102	0,444	1								
Y-Mg	-0,367	0,394	-0,191	-0,441	-0,082	-0,271	-0,443	0,368	-0,359	-0,396	-0,145	-0,367	0,275	0,153	0,046	0,074	1							
Y-Fe	-0,357	0,137	-0,228	-0,231	0,226	0,145	0,068	-0,146	0,179	0,14	0,005	0,178	0,116	0,215	0,011	0,094	-0,170	1						
Y-Zn	0,222	-0,297	-0,466	-0,17	-0,456	0,368	0,220	0,224	0,059	-0,274	-0,04	-0,1	0,455	-0,06	-0,227	-0,062	-0,048	0,032	1					
Y-Mn	-0,309	0,122	0,014	-0,198	-0,539*	-0,156	0,132	0,088	-0,194	-0,367	-0,193	-0,331	,625*	-0,315	0,024	0,035	0,374	-0,105	0,301	1				
Y-Cu	0,081	-0,152	-0,517*	-0,285	-0,304	,358	-0,113	0,236	0,025	-0,502	-0,076	-0,153	0,167	0,093	0,13	-0,006	0,161	0,283	,569*	-0,065	1			

*:p<0,05, **:p<0,01, T:Toprak, Y:Yaprak

Sonuç olarak; bu çalışmada Şırnak ili Silopi ilçesinde yetiştirilen yer fıstığının beslenme durumunu belirlemek amacıyla 15 farklı noktadan eş zamanlı toprak ve yaprak örnekleme yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; toprakların tamamı hafif alkalin reaksiyonlu olup orta kireçli sınıfına girerken, büyük bir kısmında tuz probleminin olmadığı ve organik maddenin düşük olduğu belirlenmiştir. Toprakların tamamında değişebilir K, Ca, Mg ve alınabilir Fe, Mn, Cu konsantrasyonları, büyük bir kısmında ise P ve Zn konsantrasyonu yeteriyken yaprak örneklerinin tamamında P ve Zn, bazılarında ise K ve Ca içerikleri kritik yeterlilik düzeyinin altında belirlenmiştir. Toprak ve yaprak analizleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde bölgede P, K, Ca ve Zn için beslenme sorunu olduğunu söylemek mümkündür. Tarımsal üretimde maksimum verim ve kaliteyi sağlayabilmek için doğru gübreleme programına ihtiyaç vardır. Toprak analizleri yalnızca gübrelemenin gerekli olup olmadığını değil aynı zamanda uygulanması gereken besin maddesi miktarını belirlerken mevcut besin elementinin bitki tarafından alınıp alınmadığını ortaya koymamaktadır. Bu nedenle tavsiye edilebilecek gübreleme programını hazırlarken yetiştirilecek olan ürünün beslenme durumunun yaprak analizleri belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışma sonucunda, bölgede yer fıstığının gübrelemeye verdiği tepkilerin belirlenmesi ve programlanan gübrelemenin doğru şekilde uygulanması için Silopi ilçesinde yer fıstığının beslenme durumunun yaprak analizi yoluyla değerlendirilmesine dayanan gübreleme programlarının düzenlenerek uygulamaya başlanması önerilmektedir.

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

- Akanji, M.A., Ahmad, M., Al-Wabel, M.I., & Al-Farraj, A.S. (2022). Soil phosphorus fractionation and bio-availability in a calcareous soil as affected by conocarpus waste biochar and its acidified derivative. *Agriculture*, 12 (12), 2157.
- Aka Sağlıker, H., & Elmasoğlu, C. (2020). Osmaniye yer fıstığı ve topraklarının bazı ekolojik özelliklerinin ilçeler arasında karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 5 (4), 460-465.
- Allison, L.E., & Moodie, C.D. (1965). *Carbonate*. Norman A.G. (Ed). A. G. Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties.
- Anter, F., Hilal, M.H., & El-Damaty, A.H. (1973). A chemical and biological approach towards the definition of calcareous soils: II. Plant growth, P 32 and Fe uptake as affected by percentage of calcium carbonate fraction. *Plant and Soil*, 39, 479-486.
- Arya, S.S., Salve, A.R., & Chauhan, S. (2016). Peanuts as functional food: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 31-41.
- Aşık, F.F. (2023). Determination of macro and microelements in stem and leaf parts after harvest of some peanut varieties. *Journal of Plant Nutrition*, 46 (18), 4454-4461.
- Aşık, F.F., & Aşık, B.B. (2023). Macro and micro element composition of some peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties in Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 29 (1), 38-46.

- Balota, M. (2014). Peanut (*Arachis hypogaea*, L.) nutrition. Virginia Polytechnic Institute and State University, Peanut (*Arachis hypogaea* L.). Nutrition. 5. accessed 2019 Sept 10.
- Barton, C.J. (1948). Photometric analysis of phosphate rock. *Analytical Chemistry*, 20 (11), 1068-1073.
- Bear, F.E., & Toth, S.J. (1948). Influence of calcium on availability of other cations. *Soil Science*, 65, 69-74.
- Bilir, B., Irmak, S., & Doğan, M. (2023). Şırnak ili Silopi İlçesi tarım topraklarının bazı özellikleri ve besin elementi düzeylerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28 (3), 1174-1186.
- Bolonhezi, D., Santos, R.C. & Godoy, I.J. (2005). Manejo cultural do amendoim. In: Santos. R.C. (Ed.). O agronegocio do amendoim no Brasil. *Campina Grande: Embrapa Algodao CNPA*, 2 (6), 451-475.
- Boydak, E., Şimşek, M., Demirkıran, A.R. (2020). The effects of different irrigation levels and nitrogen rates on peanut yield and quality in Southeastern Anatolia Region of Turkey. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 24 (2), 306-312. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.763481>.
- Brear, E.M., Day, D.A. & Smith, P.M.C. (2013). Iron: An essential micronutrient for the legume–rhizobium symbiosis. *Frontiers in Plant Science*, 4, 1-15.
- Bremner, J.M. (1996). Nitrogen total. In D.L. Sparks (Eds) *Methods of Soil Analysis*, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison,WI, 1085–1112.
- Cox. F.R., & Barnes. J.S. (2002). Peanut, corn, and cotton critical levels for phosphorus and potassium on Goldsboro soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33 (7-8), 1173-1186.
- Crusciol, C.A.C., Portugal, J.R., Bossolani, J.W., Moretti, L.G., Fernandes, A.M., Garcia, J.L.N., Pilon, C., & Cantarella, H. (2021). Dynamics of macronutrient uptake and removal by modern cultivars. *Plants*, 10 (10), 2167.
- Çağlar, K.Ö. (1949). *Toprak bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Yayınları.
- Dellavalle, N.B. (1992). *Determination of specific conductance in supertanat 1:2 Soil:Water Solution*. In Handbook on Reference Methods for Soil Analysis.
- Deliboran, A., Savran, M.K., Dursun, Ö., Eralp, O., Pekcan, T., Turan, H., Aydogdu, E., Cilgin, I., Olmez, H., & Nacar, A.S. (2020). Determination of nutritional status of olive (*Olea europaea* L.) trees grown in Izmir and Mugla Province in terms of boron and the other microelements with soil and leaf analyzes. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 392-405.
- Dwivedi, R.S. (1986). *Mineral nutrition and scope of breeding groundnut for nutrient deficiency resistance*. Ibid. pp.68-75.
- Dwivedi, R.S. (1988). *Mineral nutrition of groundnut*. Metropolitan Book Co. New Delhi, India 135pp.
- Jones, J.B., Wolf, B. & Mills, H.A. (1991). *Plant analysis handbook*. Micro-Macro Publishing Inc. Georgia, U.S.A., 213 pp.
- Evliya, H. (1960). *Kültür bitkilerinin beslenmesi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Fageria, N.K. (1976). Critical P, K, Ca and Mg contents in the tops of rice and peanut plants. *Plant and Soil*, 45, 421-431.
- FAO. (1990). *Micronutrient, Assesment at the Country Level: An International Study*. FAO Soil Bulletin by Mikko Silanpaa. Rome.
- Francis, B., Aravindakumar, C.T., Brewer, P.B., & Simon, S. (2023). Plant nutrient stress adaptation: A prospect for fertilizer limited agriculture. *Environmental and Experimental Botany*, 105431.
- Follet, R.H. (1969). Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. PhD. Dissertation. Colo. State Univ., USA.
- Foster, H.L. (1980). The influence of soil fertility on crop performance in Uganda. 2. Groundnuts. *Tropical Agriculture*, 57 (1), 29-42.
- Gayar, A.E. (2021). A study on: Nutrients in sustainable cropping systems. *Advances in Agriculture, Horticulture and Entomology*, 3, Case Report AAHE-144. <https://doi.org/10.37722/AAHAE.202111>
- Gökçeoğlu, K., & Çimrin, K.M. (2022). Hatay Altınözü ilçesi zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının yaprak ve toprak örnekleri ile beslenme durumunun belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6 (4), 680-697.

- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., & Nelson, W.L. (2014) Soil Fertility and Fertilizers; An Introduction to Nutrient Management. 6th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- İşler, N., Çalışkan, M.E., & Boydak, E. (1997). Virginia tipi bazı yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) çeşitlerinin şanlıurfa bölgesi ana ürün koşullarındaki verimi ile bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25.
- Johnson, R., Vishwakarma, K., Hossen, M.S., Kumar, V., Shackira, A.M., Puthur, J.T., Abdi, G., Sarraf, M., & Hasanuzzaman, M. (2022). Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 172, 56-69.
- Jones, J.B. Jr., Wolf, B., & Mills, H.A. (1991). *Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, 892 s.
- Kasap, Y., Demirkıran, A.R., & Şerbetçi, A. (1999). The Effect of different level of phosphorus fertilizer on yield, quality and agricultural characteristics of some groundnut varieties under the ecological conditions of Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (10), 777-784. <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol23/iss10/1>
- Kaur, H., Kaur, H., Kaur, H., & Srivastava, S. (2023). The beneficial roles of trace and ultratrace elements in plants. *Plant Growth Regulation*, 100 (2), 219-236.
- Keskin, M., Karanlık, S., Keskin, S.G., & Soysal, Y. (2013). Utilization of color parameters to estimate moisture content and nutrient levels of peanut leaves. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (5), 604-612.
- Kirkby, E.A. (2023). Introduction, definition, and classification of nutrients. In *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (pp. 3-9). Academic Press.
- Kopittke, P.M., & Menzies, N.W. (2007). A review of the use of the basic cation saturation ratio and the "ideal" soil. *Soil Science Society of America Journal*, 71 (2), 259-265.
- Kösen, İ. (2019). Silopi şehrinin fonksiyonel özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı, 161 s, Karabük.
- Lambers, H. (2022). Phosphorus acquisition and utilization in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 73, 17-42.
- Leytem, A.B., & Mikkelsen, R.L. (2005). The nature of phosphorus in calcareous soils. *Better Crops*, 89 (2), 11-13.
- Lindsay, W.L., & Norvell W.A. (1978). Development of A DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Proceeding*, 42, 421-428. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- Lourduraj, A.C. (1999). Nutrient management in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivation-A review. *Agricultural Reviews*, 20 (1), 14-20.
- Maas, E.V., & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 103, 115-134.
- Malavolta, E., & Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba. SP: POTAFOS. 319 p.
- Mandal, K.G., Ghosh, P.K., Wanjari, R.H., Hati, K.M., Bandyopadhyay, K.K., & Misra, A.K. (2002). Practical implication of nutrient x Nutrient interaction to boost oilseeds productivity in India. *Fertiliser News*, 47 (7), 13-18.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd. Edition. Academic Press. Inc. London, G.B. p. 446.
- Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic Press.
- McLean, E.O. (1982). *Soil pH and lime requirement*. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R., Eds., *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy Monograph Number 9, Soil Science Society of America, Madison, 199-224.
- Munis, M.M., & Sakin, E. (2013). Cizre ilçesi topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 2 (2), 38-43.

- Mossa, A.W., Gashu, D., Broadley, M.R., Dunham, S.J., McGrath, S.P., Bailey, E.H., & Young, S.D. 2021. The effect of soil properties on zinc lability and solubility in soils of Ethiopia—an isotopic dilution study. *Soil*, 7 (1), 255-268.
- Nelson, D.W., & Sommers, L.E. (1996). Total carbon, organic carbon and organic matter. *In: Sparks, d.I. (ed). Methods of Soil Analysis*. Part 3, Chemical Methods, Madison.
- Neto, J.F., Costa, C.H.M., & Castro, G.S.A. (2012). Ecophysiology of peanut. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11, 1-13.
- Olsen, S.R., & Sommers, E.L. (1982). *Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate*, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties.
- Oya, R., & Çimrin, K.M. (2022). Mersin ili Tarsus ilçesi portakal bahçelerinin yaprak ve toprak örnekleri ile beslenme durumunun belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 398-412.
- Özsayar, M.M., & Çimrin, K.M. (2022). Hatay ili Hassa ilçesi zeytin ağaçlarının yaprak ve toprak örnekleri ile beslenme durumunun belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6 (1), 42-57.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., & İmamoğlu, A. (2014). Siirt ili bazı arazi ve toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistem analizleriyle değerlendirilmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1 (2), 128-137.
- Parlak, M., Everest, T., & Tunçay, T. (2021). Pırasa ve yer fıstığı yetiştirilen toprakların verimlilik durumları ile ağır metal içerikleri: İzmir-Torbalı ve Çanakkale-Bayramiç ilçeleri örnek çalışmaları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36, 200-211
- Plank, C.O. (1989). *Plant Analysis Handbook for Georgia*. Cooperative Extension Service. University of Georgia College of Agriculture.
- Richard, L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agriculture Handbook, Washington.
- Rodrigues Filho, F.S.O., Godoy, I.J., & Fetosa, C.T. (1986). Accumulation of dry matter and nutrients by peanut plants CV Tatui-76. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 10, 61-66.
- Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J., & Tandon, H.L.S. (2006). Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*, 16 (368).
- Sağlam, T.M. (2012). *Toprak kimyası*. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Saltalı, K. (2015). Tarımda toprak kalitesi için gıda kullanımı. Türkiye doğal beslenme ve yaşam boyu sağlık zirvesi. Özet Kitap. 20-23 Mayıs, Bilecik, Turkey.
- Sakin, E. (2010). Güneydoğu anadolu bölgesi topraklarının karbon stokları ve dengesi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 243 s, Şanlıurfa.
- Samdur, M.Y., Singh, A.L., Mathur, R.K., Manivel, P., Chikani, B.M., Gor, H.K., & Khan, M.A. (2000). Field evaluation of chlorophyll meter for screening groundnut genotypes tolerant to iron-deficiency chlorosis. *Current Science*, 79 (2), 211-230.
- Schmidt, J.P., & Cox, F.R. (1992). Evaluation of the magnesium soil test interpretation for peanuts. *Peanut Science*, 19 (2), 126-131.
- Silva, E.D.B., Ferreira, E.A., Pereira, G.A.M., Silva, D.V., & Oliveira, A.J.M. (2017). Peanut plant nutrient absorption and growth. *Revista Caatinga*, 30, 653-661.
- Singh, A.L. (1994). Micronutrient nutrition and crop productivity in groundnut. *In Plant productivity under environment stress*, Edited by K. Singh and S. S. Purohit, 67-72. Bikaner: Agrobotanical Publishers.
- Singh, A.L. (1999). Mineral nutrition of groundnut. *Advances in Plant Physiology*, 2, 161-200.
- Singh, D., McLaren, R.G. & Cameron, K.C. (2008). Effect of pH on zinc sorption–desorption by soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39 (19-20), 2971-2984.
- Singh, A., Raina, S.N., Sharma, M., Chaudhary, M., Sharma, S., & Rajpal, V.R. (2021). Functional uses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed storage proteins. *Grain and Seed Proteins Functionality*, 121-142.
- Small, H.G., & Ohlrogge, A.J. (1973). Plant analysis as an aid in fertilizing soybeans and peanuts, in *Soil Testing and Plant Analysis*, Walsh, L.M. and Beaton, J.D. (eds.), Soil Science Society of America, Madison, WI, 315-327.

- Song, Y.L., Dong, Y.J., Tian, X.Y., Wang, W.W., & He, Z.L. (2017). Effects of nitric oxide and Fe supply on recovery of Fe deficiency induced chlorosis in peanut plants. *Biologia Plantarum*, 61, 155-168.
- Sönmez, S., Orman, Ş., Çıtak, S., Oğuz, İ.K., Kalkan, H., Uras, D.S., Ok, H., Özsayın Çıtak S., Yılmaz E., Sönmez, N.K., & Kaplan, M. (2014). Kumluca ve Finike yöreleri turuncğil bahçelerinin beslenme durumlarının belirlenmesi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 27 (1), 51-59.
- Suganya, A., Saravanan, A., & Manivannan, N. (2020). Role of zinc nutrition for increasing zinc availability, uptake, yield, and quality of maize (*Zea mays* L.) grains: An overview. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51 (15), 2001-2021.
- Toomer. O.T. (2018). Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (17), 3042-3053.
- Ülgen, N., & Yurtsever, N. (1974). Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayınlar No:28. Ankara.
- Vasudha, L., Kaur, A., & Vershit, M.C.H. (2023). Effect of chemical fertilizers and integrated nutrient management on groundnut: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 12 (2), 2602-2607.
- Wright, G., Wieck, L., & O'Connor, D. (2017). Peanut production guide. *Peanut Company of Australia*, 1-32.
- Wu, Y., Sun, Z., Qi, F., Tian, M., Wang, J., Zhao, R., Wang, X., Wu, X., Shi, X., Liu, H., Dong, W., Huang, B., Zheng, Z., & Zhang, X. (2022). Comparative transcriptomics analysis of developing peanut (*Arachis hypogaea* L.) pods reveals candidate genes affecting peanut seed size. *Frontiers in Plant Science*, 13, 958808.
- Yamabi, S., & Imai, H. (2002). Growth conditions for wurtzite zinc oxide films in aqueous solutions. *Journal of Materials Chemistry*, 12 (12), 3773-3778.
- Yılmaz, M., Şahin, C.B., Yıldız, D., Demir, G., Yıldız, R., & İşler, N. (2022). General situation of peanut (*Arachis hypogaea* L.) production in the world and in Turkey, major problems and solution suggestions. *Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature*, 2 (1), 8-17.
- Yılmaz, H.Ş., Bilir, B., Çağan, E., Özdemir, S., Eren, İ.N.A.K., & Bingöl, F. (2023). Farklı pH'lardaki sulama sularının, cd ile kontamine olmuş toprakta yetiştirilen sorgum bitkisinin, bazı iz element (Zn, Mn, Co, Cr, Ni ve Pb) içeriklerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10 (4), 1025-1038.
- Zuo, Y., Liu, Y., Zhang, F., & Christie, P. (2004). A study on the improvement iron nutrition of peanut intercropping with maize on nitrogen fixation at early stages of growth of peanut on a calcareous soil. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50 (7), 1071-1078.

Kahramanmaraş ili biber (*Capsicum annuum* L. cv. Kapy) alanlarındaki Thysanoptera (thrips) türleri ve popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi

Determination of Thysanoptera (thrips) species and population densities in pepper (*Capsicum annuum* L. cv. Capia) fields of Kahramanmaras province

Alper KOZANOĞLU¹, M. Murat ASLAN¹, Ekrem ATAKAN², Kevser SABANCI¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam Adana, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 20.11.2023 Accepted / Kabul: 20.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kapy biber Thrips CDC böcek aspiratörü Mavi yapışkan tuzak</p> <p>Keywords: Capia pepper Thrips CDC insect aspirator Blue sticky trap</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: M. Murat ASLAN aslan@ksu.edu.tr</p>	<p>Bu çalışmada, Kahramanmaraş İli Türkoğlu İlçesi Kadioğlu Köyü'nde yetiştirilen kapy biber (<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Kapy) alanlarındaki thrips türleri ve popülasyon yoğunlukları belirlenmiştir. Örneklemelerde mavi yapışkan tuzak, CDC Backpack böcek aspiratörü kullanılmıştır, ayrıca haftalık olarak yaprak ve çiçek örnekleri alınmıştır. Kapy biberde zararlı thrips türleri olarak <i>Frankliniella occidentalis</i>, <i>Frankliniella intonsa</i>, <i>Haplothrips aculeatus</i> ve avcı thrips türü olarak da <i>Aeolothrips intermedius</i> belirlenmiştir. Örneklemelerde mavi yapışkan tuzaklarda ilk thrips bireyleri 26 Temmuzda yakalanırken, en yüksek thrips popülasyon yoğunluğu 16 Ağustos tarihinde saptanmış olup mavi tuzaklarda toplamda 261 ergin thrips yakalanmıştır. CDC Backpack Böcek aspiratörü ile yapılan örneklemelerde 3 thrips türü tespit edilmiştir. İlk bireyler 5 Temmuzda yakalanırken, popülasyon yoğunluğu 12 Temmuz tarihinde en yüksek (233 adet birey/CDC) seviyeye ulaşmıştır. Yaprak örneklerinde 2 thrips türü saptanmıştır. İlk thrips 28 Haziranda tespit edilmiş ve popülasyon yoğunluğu 12 Temmuzda en yüksek (4 adet birey/50 yaprak) düzeye ulaşmıştır. Biber çiçeklerinde 3 thrips türü tespit edilmiştir. İlk thrips 5 Haziranda elde edilirken, popülasyon yoğunluğu en yüksek 12 Temmuz tarihinde saptanmıştır (1373 adet/50 çiçek). En yüksek thrips popülasyon yoğunluğu biber çiçeklerinde saptanmış ve en yoğun thrips türünün ise <i>F. occidentalis</i> olduğu tespit edilmiştir.</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/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, thrips species and population densities in capia pepper (<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Capia) fields grown in Kadioğlu Village of Kahramanmaras province Türkoğlu district were determined. Blue sticky traps and a CDC Backpack insect aspirator were used for sampling, and leaf and flower samples were taken weekly. <i>Frankliniella occidentalis</i>, <i>Frankliniella intonsa</i>, <i>Haplothrips aculeatus</i> as pests of capia pepper and the predatory thrips species <i>Aeolothrips intermedius</i> were determined. During the samplings, the first thrips individuals were caught in blue sticky traps on July 26, while the highest thrips population density was detected on August 16 and a total of 261 adult thrips were caught in blue traps. Three thrips species were detected in the samplings taken with the CDC Backpack Insect aspirator. While the first individuals were caught on July 5, the population density reached the highest level (233 individuals/CDC) on July 12. Two thrips species were detected in leaf samples. The first thrips were detected on June 28, and the population density reached the highest level (4 individuals/50 leaves) on July 12. Three thrips species have been detected in pepper flowers. While the first thrips were obtained on June 5, the highest population density was detected on July 12 (1373 pieces/50 flowers). The highest thrips population density was detected in pepper flowers and the most dense thrips species was determined to be <i>F. occidentalis</i>.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Kozanoğlu, A., Aslan, M.M., Atakan, E., & Sabancı, K. (2024). Kahramanmaraş ili biber (<i>Capsicum annuum</i> L. cv. Kapy) alanlarındaki Thysanoptera (thrips) türleri ve popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 319-333. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1393450</p>

GİRİŞ

Biber, Solanales takımı, domates ve patlıcan gibi sebze türlerini de içinde barındıran Solanaceae (Patlıcangiller) familyasından, *Capsicum* cinsi içerisinde yer alan bir sebze türüdür. Yetiştiriciliği M.Ö. 7500 yılına dayanan, insan beslenmesinde kullanılan sıcak iklim bitkisidir. Bu sebepten dolayı tropik iklimlerde çok yıllık, ılıman iklimlerde ise tek yıllık yetiştirilen bir sebze türüdür (Bosland, 1996; Aybak, 2002; Pernezny et al., 2003). Kapy biberi Güney Amerika, Kosta Rika, Peru, Bolivya, Meksika ve tüm Güney Avrupa ülkelerinde yoğun bir şekilde üretimi yapılmaktadır (Kumari, 2012). Ülkemize 16 yy.'ın ortalarında Avrupalılar ile yapmış olduğumuz ticaretler sonucunda giriş yaptığı ve zamanla tüm Anadolu'ya yayıldığı belirtilmektedir (Vural ve ark., 2000).

Kapy biberi (*Capsicum annuum* L. cv. Kapy) 'yağlık biber' olarak bilinmektedir. İlk zamanlar taze tüketim olarak salça yapımında kullanıldığı gibi, gelişen teknolojinin ve insanoğlunun tüketim alışkanlıklarının değişmesi sonucu, endüstriyel sektörde hazır gıda, dondurulmuş gıda, acı sos, turşu, baharat ve konserve içerisine közlenmiş şekilde de üretiminin yaygın olarak arttığı görülmektedir (Özdikmenli & Zorba, 2013). Tatlıdan acıya geniş bir tat yelpazesine sahip olan biber meyvesinin kuru maddesinde; toplam protein ve şeker içeriği acı biberde sırasıyla %16-%18, tatlı biberde %20-%40 oranında olduğu bildirilmektedir. Bunun yanında biber meyvelerinde; yağ, pigmentler, protein, selüloz ve çeşitli mineral maddeler bulunmaktadır. *Capsicum* cinsi içerisinde yer alan birçok tür önemli miktarda B, C, E ve provitamin A (karoten) bulundurur. C vitamini bakımından oldukça zengin olan biber, çeşitlere göre değişmekle beraber 340 mg/100 g kadar C vitaminini bünyesinde bulundurabilmektedir. Biyokimyasal içerik yönünden diğer türlerden farklı bir yapıya sahip olan biber bünyesinde içermiş olduğu karetonoid ve çeşitli fitokimyasallar vasıtası ile güçlü bir antioksidan, kalp damar hastalıklarının önlenmesinde ve sağlıklı bir yaşam tarzı için tüketilmesi gereken önemli bir sebzedir (Bozokalfa & Eşiyok, 2007; Çankaya ve ark., 2015). Biberde sarı, yeşil ve kırmızı rengin oluşmasını sağlayan ve havuçtaki pigmentlere benzerlik gösteren karetonoid pigmentleri aynı zamanda biber için bir kalite parametresidir (Eşiyok, 2006). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre 2021 yılında Dünya da 2.055.310 da alanda 176.551 ton biber (*Capsicum* spp.) üretimi yapılmıştır (FAO, 2021). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2022 yılında Ülkemizde 362.989 da alanda 1.481.612 ton, Kahramanmaraş'ta ise toplam 4.001 da alanda 7.856 ton kapy biber üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2022).

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de önemli besin maddeleri arasında yer alan biber bitkisi Türkiye'de Kahramanmaraş ili başta olmak üzere Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adıyaman ve Hatay illerinde tarla tarımı; Antalya, İçel, Muğla ve İzmir illerinde ise sera üretiminde önemli bir yer tutmaktadır (Üstün, 1991). Biber üretiminde, birçok zararlı ve hastalık etmeni vardır. Thripsler (Fam.:Thripidae), Beyazsinek (*Bemisia tabaci*) (Gennadius, 1889), Biber gal sineği (*Asphondylia capsici* Barnes, 1932), Yaprak galeri sineği (*Liriomyza trifolii* Burgess), Yeşilkurt (*Helicoverpa armigera* Hubner, 1808), Yaprakbitleri (*Aphis* spp.) biberde önemli zararlı türler olarak bilinmektedir (Anonim, 2018).

Thripsler ergin vücut büyüklüğü 0.5-1.5 mm arasında değişen küçük vücutlu böcekler olup, yaklaşık 5500 türü barındıran Thysanoptera takımına bağlıdırlar. Beslenme alışkanlıkları farklılıklar göstermekte olup, fitofag (bitkiyle beslenen), mikofag (funguslarla beslenen) ve avcı olan thrips türleri vardır. Başkalaşimleri holometabol ile hemimetabol arasında olup, neometabol başkalaşım geçiren böcekler olarak bilinirler. Tanınmalarında en tipik morfolojik özelliklerden biri kanatlarının kenarlarında kirpik şeklinde uzun kılların olmasıdır. Bu özellikleriyle "kirpik kanatlılar" olarak adlandırılırlar (Atakan ve ark., 2015). Ergin ve larvaları, bitki dokularının yüzey kısmında beslenerek yaprakta karakteristik gümüşü lekeler oluşturur, yoğun popülasyonlarda yaprağın dökülmesine, böylece bitkinin zayıf kalıp veriminin düşmesine, ürün kalitesinin bozulmasına, beslenme sırasında salgıladıkları toksik maddeler ile de sürgün ve meyvelerde şekil bozukluklarına neden olurlar (Lodos, 1984). Shipp et al. (1998) üç farklı biber serasında 1994-1995 yıllarında ekonomik zarar seviyesini belirlemek amacıyla batı çiçek thrips *Frankliniella occidentalis*'in popülasyonunu takip etmişlerdir. Ekonomik zarar seviyelerini günlük mavi yapışkan tuzak kontrolü yaparak tespit etmişlerdir, aynı zamanda üretim yapan çiftçileri bilgilendirerek doğru zamanda doğru insektisit

uygulamalarının yapılmasını sağlamışlardır. *Frankliniella occidentalis* Türkiye’de ilk kez 1993 yılında Antalya’da sebzelerde tespit edilmiş (Tunç & Göçmen, 1994, 1995) ve bir yıl gibi kısa bir süre sonra Çukurova’da pamuk çiçeklerinde diğer çiçek thrips, *Frankliniella intonsa* (Trybom) ile birlikte kaydedilmiştir. İlk görüldüğü yıllarda polikültür tarım yapılan alanlarda, pamuk tarlalarında dikkati çeken *F. occidentalis* yaklaşık 3 yıl sonra bölgenin esas türü olan *F. intonsa*’nın yerini almıştır (Atakan ve ark., 1998; Atakan & Özgür, 1998, 2000; Atakan, 2003). Diğer taraftan *F. occidentalis* İzmir’de seralarda yetiştirilen sebzelerde de ana zararlı türlerden biridir (Yaşarakıncı & Hıncal, 1997).

Kahramanmaraş ili bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu iklim koşulları sayesinde ülkemizde biber yetiştiriciliği konusunda önemli bir yere sahiptir. Kahramanmaraş’ın biber yetiştiriciliği yapılan alanlarında daha önce thripslerle ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Türkoğlu ilçesine bağlı Kadioğlu Köyü’nde açık alanda yetiştiriciliği yapılan kapyta biber çeşidinde, mavi renkli yapışkan tuzaklarla, CDC böcek aspiratörüyle ve yaprak ve çiçek örneklemeleriyle elde edilen thrips sayılarından Thysanoptera takımına ait türler ve popülasyon yoğunlukları saptanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışma, 2019 yılında kapyta biber çeşidinde Thysanoptera türleri ve önemli türlerin popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesine bağlı Kadioğlu köyü’nde yürütülmüştür. Çalışmanın ana materyalini kapyta biberi, Mavi yapışkan tuzaklar (**Kapar Organik Tarım, Ankara**), T formunda tahta kazıklar (2m), CDC Backpack böcek aspiratörü, polietilen torbalar, stereo mikroskop, yumuşak uçlu fırça, ip, makas, lateks eldiven, Eppendorf tüp ve buz kutusu oluşturmuştur.

Metot

Mavi yapışkan tuzak kullanımı

Çalışmalarda tuzakları asmak için 2 metre uzunluğunda T formunda tahta kazıklar kullanılmıştır. Bu kazıklar 20 da arazinin her 10 da’lık alanın ortasına birer adet olacak şekilde çekiç yardımıyla toprağa sabitlenmiştir. 5 Haziran tarihinde ilk mavi yapışkan tuzaklar lateks eldiven yardımı ile 1 metre ipe geçirilip her kazığın her iki yönüne birer adet asılmıştır. Tuzak kontrolleri 13 Eylül tarihinde sonlandırılmıştır. Toplam 15 adet mavi yapışkan tuzak kullanılmıştır. Asılan tuzakların periyodik olarak kontrolleri yapılırken, tuzaklar haftalık olarak yenileriyle değiştirilmiştir. Mavi yapışkan tuzaklarda sayımı yapılan türler tuzaktan ayırırken parçalandığı ve teşhis kriterleri zarar gördüğü için teşhisleri yapılamamıştır.

CDC backpack böcek aspiratörü kullanımı

CDC Backpack böcek aspiratörü (Vakumlu) 20 da arazinin farklı iki ucundan başlayarak çapraz şekilde 15 dakika boyunca çalıştırılmıştır. Örneklemeler haftalık periyodik olarak yapılmıştır. Toplanan örnekler polietilen torbalara konulup, etiket bilgileri yazılarak buz kutusu içerisinde, incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Örneklemeler 5 Temmuz tarihinde başlamış ve 24 Ağustos tarihinde sonlandırılmıştır.

Yaprak ve çiçek örneklerinin alınması

Her hafta arazinin farklı iki köşesinden çapraz ilerleyerek çiçek yoğunluğunun fazla olduğu bitkilerden rastgele 50 adet çiçek ve üstteki genç yapraklardan rastgele 50 adet yaprak örneği alınmıştır. Alınan örnekler polietilen torbalara konulup etiket bilgileri yazılarak buz kutusu içerisinde incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. 5 Haziran tarihinde başlamış ve 24 Ağustos tarihinde sonlandırılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvara getirilen örnekler buzdolabında 30 dakika bekletilmiştir. Böceklerin yaşamsal fonksiyonlarının azalmasıyla buzdolabından çıkarılarak çiçek, yaprak ve CDC Backpack böcek aspiratörü ile yakalanan thripslerin sayımı yumuşak uçlu fırça yardımı ile yapılmış ve not edilmiştir. Sayımlar esnasında elde edilen thrips türleri stereo mikroskop altında incelenmiş ve içerisinde %70'lik etil alkol bulunan eppendorf tüplere alınıp teşhise hazır hale getirilmiştir.

İklimsel verilerin, zararlının popülasyon yoğunluğu üzerine etkisini belirlemek için iklim verileri, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan elde edilmiştir.

Thrips preparatları

Çiçek, yaprak ve CDC böcek aspiratöründen ergin ve larva döneminde thripsler toplanmıştır. Preparatlar için ergin dönem thripsler seçilmiştir, Mound & Kibby (1998) tarafından belirtilen protokolde değişiklikler yapılarak yapılmıştır. Bu amaçla; örnekleme alanındaki Kopya biber çeşitlerinden toplanan örnekler, önce, örneklerin yumuşaması ve böylelikle preparatlarının kolaylaştırılması amacıyla AGA (10 kısım etil alkol, bir kısım glacial asetik asit ve bir kısım gliserin) içeren ortamda iki gün bekletilmiştir. Örnekler daha sonra %10'luk sodyum hidroksit (soğuk) içeren cam hücreler içerisine alınarak 47 °C sıcaklıkta yaklaşık 40 dk bekletilmiştir. Koyu örneklerde bu süre biraz daha uzatılmıştır (yaklaşık bir saat). Örneklerde hafif renk değişimi olunca ve ayrıca kanatların açıldığı görülünce %96 alkol içeren ortama alınmıştır. Örnek bireyler petri kapları içerisinde bu ortamda bir süre bekletilmiştir, daha sonra çok ince uçlu iğne yardımıyla ya arka bacakların coxa kaidelerinden girilerek ya da abdomen sıvazlanarak vücut içeriği boşaltılmıştır. Örnekler alkol ile temizlendikten sonra Hoyer ortamına alınarak mikroskopik slaytları dorsalden yapılmıştır. Preparatı yapılan örnekler 47°C'de yaklaşık bir hafta kurumaya bırakılmıştır. Preparatı yapılan thrips bireylerinin teşhisleri, Prof. Dr. Ekrem ATAKAN (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana) tarafından yapılmıştır. Ayrıca preparatı yapılan bu örneklerin fotoğrafları Nikon SMZ 1270İ stereo mikroskop ile çekilmiştir.

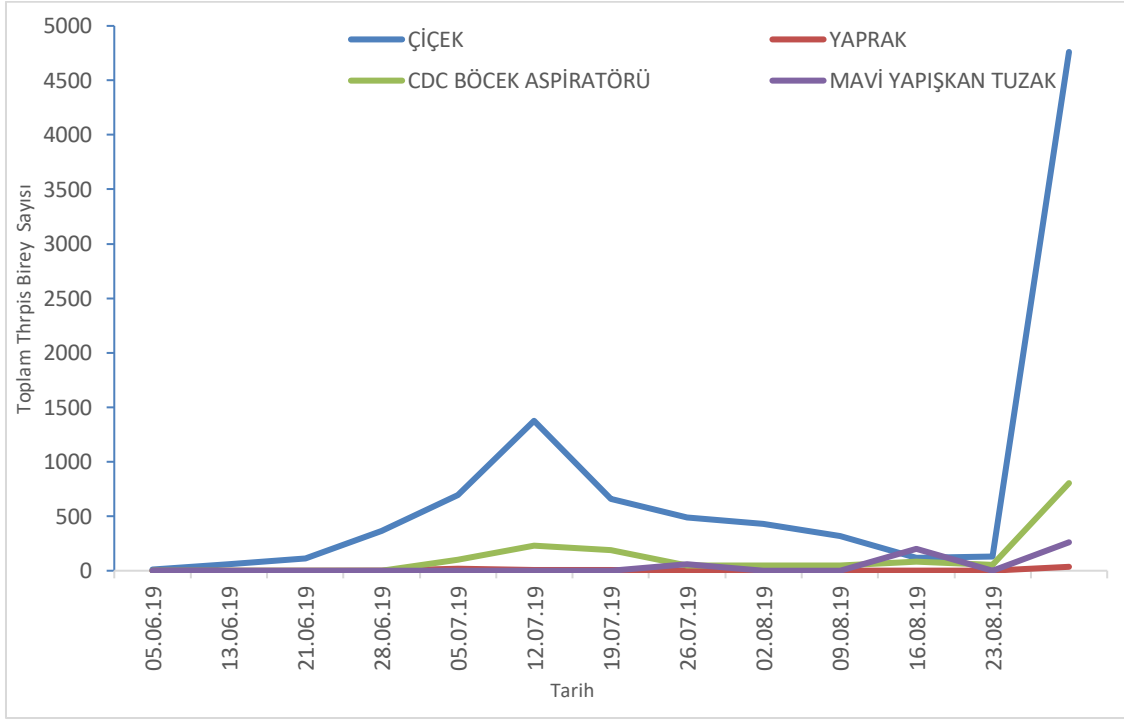
BULGULAR ve TARTIŞMA

Kahramanmaraş ili kopya biber alanlarında thrips türlerinin ve popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada hem ergin ve hem de larva thripsler toplanmıştır. Thripidae familyasından iki zararlı tür: *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895), *Frankliniella intonsa* (Trybom 1895), Phlaeothripidae familyasından bir zararlı tür: *Haplothrips aculeatus* (Fabricius 1803) ve avcı thrips türlerinin yer aldığı Aeolothripidae familyasından *Aeolothrips intermedius* (Bagnall 1934) olmak üzere toplamda 4 tür tespit edilmiştir. Ülkemizde Youns ve ark., (2023)'nin Tokat İli'nde 2021-2022 yıllarında biber tarlalarında, trips türlerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Thysanoptera takımına ait Thripidae, Aeolothripidae ve Phlaeothripidae familyalarına ait 7 tür tespit etmişlerdir. Bu türlerden *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) ve *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803) yaptığımız çalışmada da tespit edilmiştir.

Çiçek, yaprak, CDC backpack böcek aspiratörü ve mavi yapışkan tuzak örneklerindeki toplam thrips sayısının belirlenmesi

Bu çalışma 5 Mayıs 2019 tarihinde Türkoğlu/Kadioğlu köyü kopya biber alanında başlamış ve 13 Eylül tarihine kadar haftalık düzenli olarak arazi çıkışları yapılmıştır. Kadioğlu köyü kopya biber alanlarında mavi yapışkan tuzaklarda 15 haftada toplam 261 adet thrips/15 adet mavi yapışkan tuzak, CDC böcek aspiratörü ile alınan örneklerde 9 haftada toplam 804 adet thrips/2 saat 15 dakika, alınan çiçek ve yaprak örneklerinde ise 13 haftada yaprakta toplam 36 adet

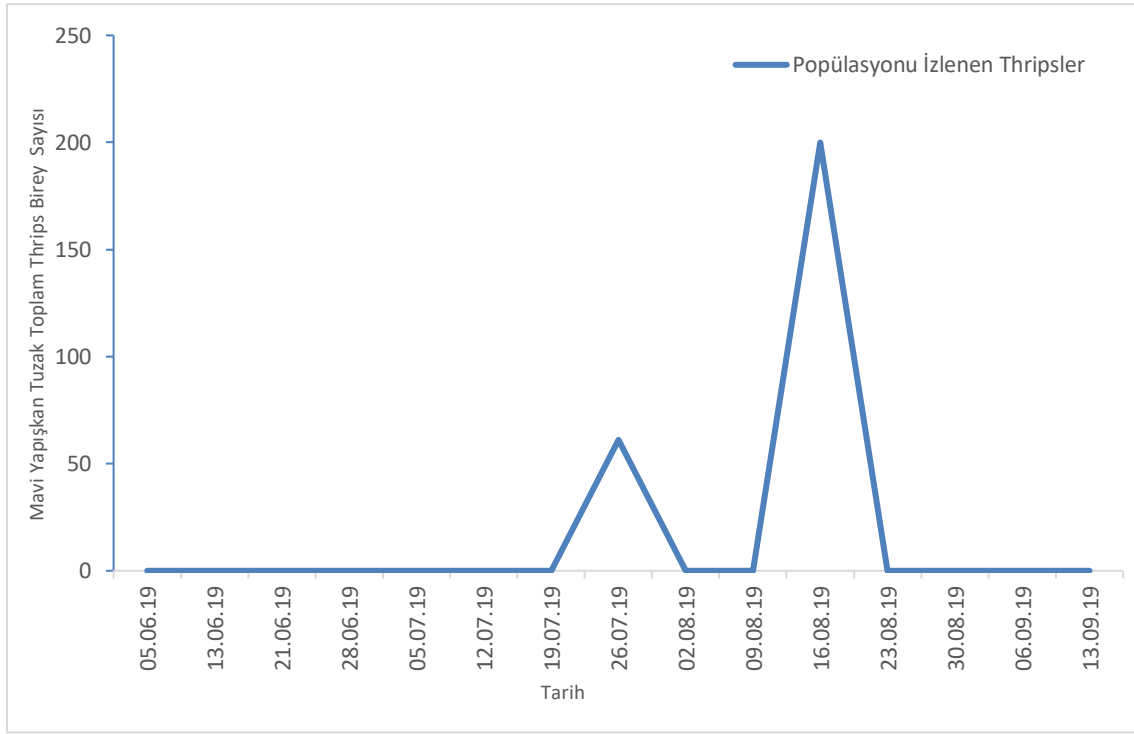
thrips/650 yaprak, çiçekte toplam 4.761 adet thrips/650 çiçek elde edilmiştir. En fazla thrips bireyi çiçek örneklerinden toplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Kahramanmaraş ili Kadioğlu köyü kapyra biber üretim alanından 2019 yılında çiçek, yaprak, CDC Backpack böcek aspiratörü ve mavi yapışkan tuzak ile toplanan thrips türlerinin popülasyon yoğunluğu
 Figure 1. Population density of thrips species collected from flowers, leaves, CDC Backpack insect aspirator and blue sticky traps in the capia pepper field of Kadioğlu village, Kahramanmaraş province in 2019

Mavi yapışkan tuzaklarda yakalanan thrips türleri ve yoğunlukları

Mavi yapışkan tuzaklarda 15 haftada toplamda 261 thrips yakalanmıştır. İlk thrips bireyleri 26 Temmuz tarihinde yakalanırken, mavi yapışkan tuzaklarda en yüksek thrips popülasyon yoğunluğu 16 Ağustos tarihinde saptanmış olup, 200 adet birey/15 adet tuzak yakalanmıştır (Şekil 2). Larki et al. (2012) Kiev’de yaptıkları çalışmada *F. occidentalis*’in dişi ve erkek bireylerinin tuzak renk çekiciliğindeki farklarını belirlemişlerdir. Sarı, koyu mavi ve beyaz renkli tuzaklarda yakalanan 3393 thrips bireyinin 2118’i dişi, 1374’ünün erkek olduğunu, dişiler için koyu mavi rengin en çekici (%85,4), erkekler için ise sarı rengin çekici olduğunu tespit etmişlerdir (%47,6). Koyu mavi tuzaklarda yakalanan erkek thrips sayısının, sarı tuzaklarda yakalanan erkek thrips sayısından %11,3 daha fazla olduğunu tespit etmişler ve hem erkek thrips hem de dişi thripsler için en az çekici rengin beyaz tuzak olduğunu belirtmişlerdir. Thripsler, biber bitkisinin çiçek döneminde iken polen ve nektarın yoğun olması nedeni ile mavi yapışkan tuzakları tercih etmedikleri gözlemlenmiştir. Bitki çiçeklerinin, meyveye dönüşmeye başlaması ve thripslerin diğer çiçekli bitkilere göç etmesi ile birlikte 26 Temmuz tarihinde tuzaklarda thrips popülasyon artışı gözlemlenmiştir. Oluşan biber meyvelerinin ikinci hasatı yapılırken aynı şekilde 16 Ağustos tarihinde thrips sayısı pik yapmıştır.

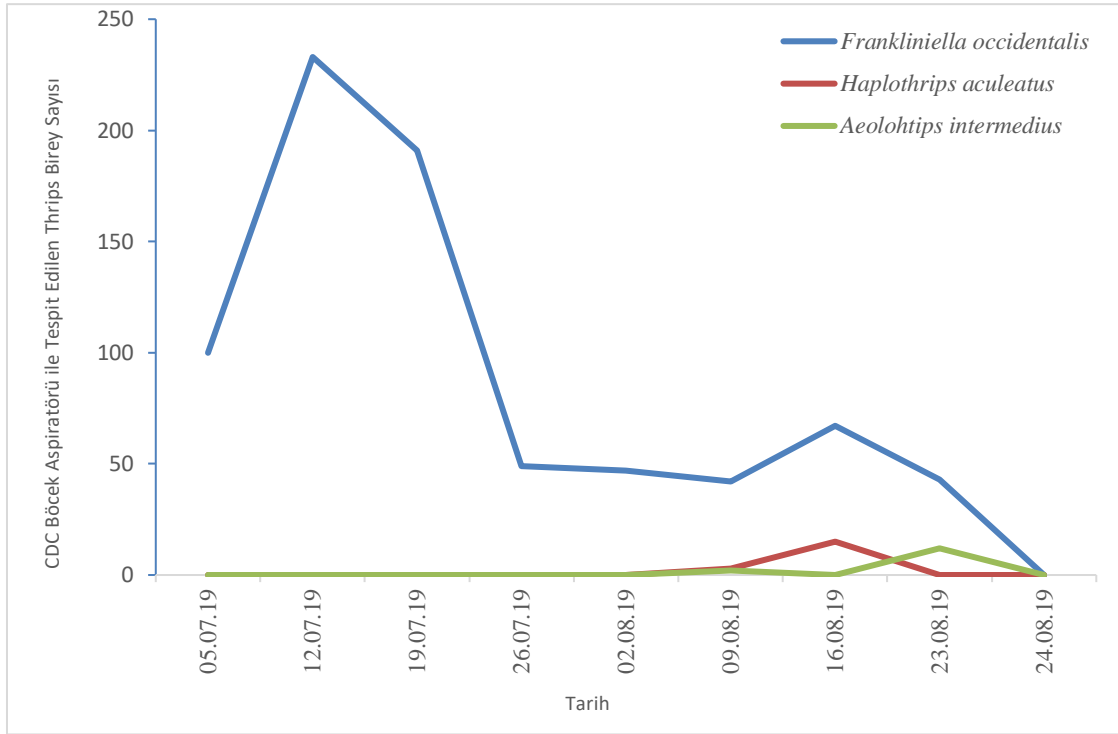


Şekil 2. Kahramanmaraş ili Kadioğlu köyü kapy biber üretim alanlarında 2019 yılında asılan mavi yapışkan tuzaklardaki thrips türlerinin popülasyon yoğunluğu

Figure 2. Population density of thrips species in blue sticky traps hung in the capia pepper field of Kadioğlu village, Kahramanmaraş province, in 2019

CDC backpack böcek aspiratöründe toplanan thrips türleri ve yoğunlukları

CDC Backpack böcek aspiratörü ile yapılan örneklemelerde toplam 3 thrips türü tespit edilmiş ve ilk thrips 5 Temmuz tarihinde yakalanmıştır. Thrips popülasyon yoğunluğu 12 Temmuz tarihinde en yüksek olurken (233 adet birey/CDC), CDC böcek aspiratörü ile 9 haftada toplamda, 722 adet *F. occidentalis*, 18 adet *H. aculeatus*, 14 adet *A. intermedius* elde edilmiştir. Popülasyon yoğunluğu en fazla olan thrips türü *F. occidentalis*'dir (Şekil 3).

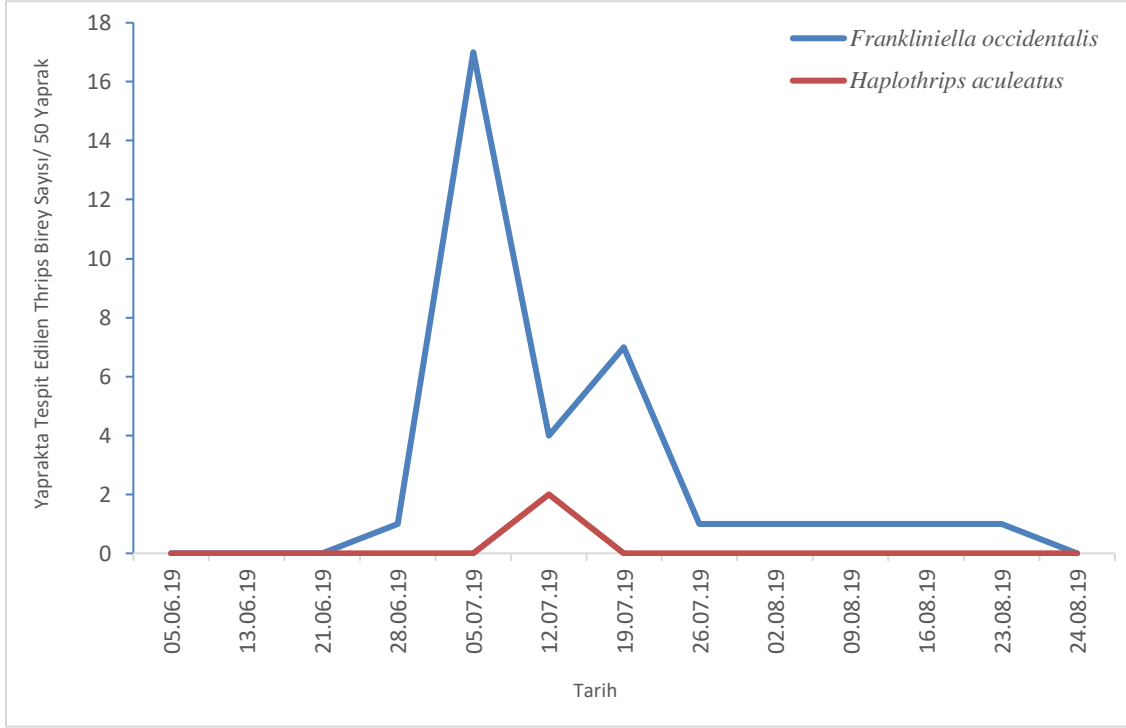


Şekil 3. Kahramanmaraş ili Kadioğlu köyü kapyia biber üretim alanlarından 2019 yılında CDC Backpack böcek aspiratörü ile toplanan thrips türlerinin popülasyon yoğunluğu

Figure 3. Population density of thrips species collected from the capia pepper field of Kadioğlu village, Kahramanmaraş province, with the CDC Backpack insect aspirator in 2019

Yapraklarda thrips türleri ve yoğunlukları

Yapraklarda 2 thrips türü saptanmıştır. Yapraklarda ilk thrips bireyi 28 Haziran tarihinde tespit edilirken, thrips popülasyon yoğunluğu 5 Temmuzda en yüksek (17 adet birey/50 yaprak) olmuştur. Örneklemeler sonucunda 34 adet *F. occidentalis*, 2 adet *H. aculeatus* saptanmıştır. Toplam 13 haftada 36 adet thrips elde edilmiştir. Popülasyon yoğunluğu en fazla olan thrips türü *F. occidentalis* olarak belirlenmiştir (Şekil 4).

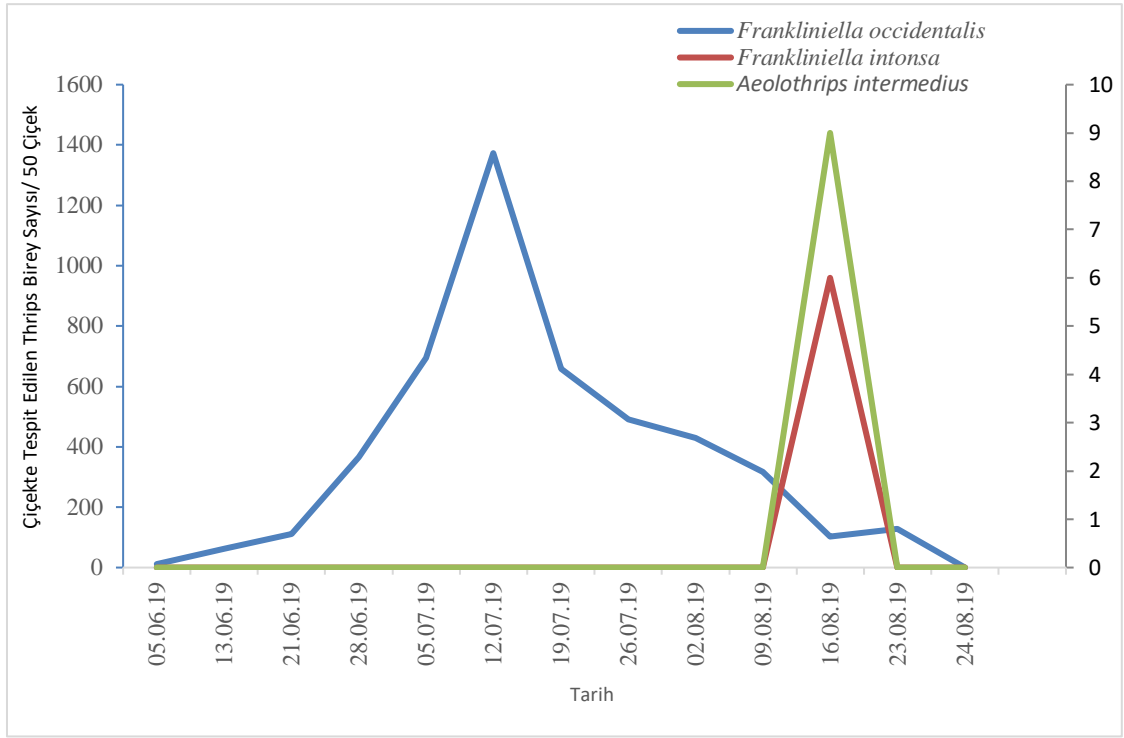


Şekil 4. Kahramanmaraş ili Kadioğlu köyü kapyta biber üretim alanlarından 2019 yılında toplanan biber yapraklarındaki thrips türlerinin popülasyon yoğunluğu

Figure 4. Population density of thrips species in pepper leaves collected from the capia pepper field in Kadioğlu village, Kahramanmaraş province, in 2019

Çiçeklerde thrips türleri ve yoğunlukları

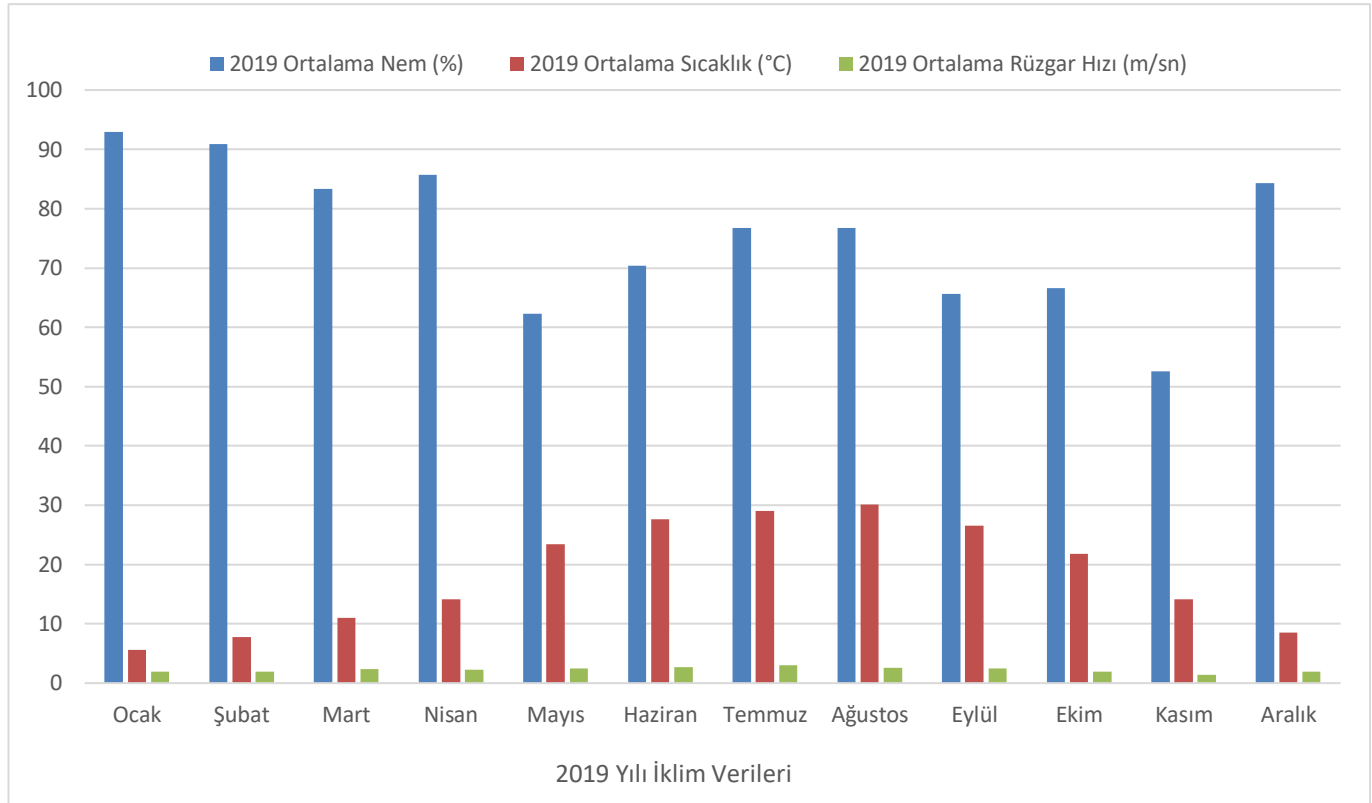
Türkoğlu/Kadioğlu köyünde biberden alınan çiçek örneklerinde yapılan sayımlarda ilk thrips 5 Haziran tarihinde tespit edilirken, thrips popülasyon yoğunluğunun en yüksek 12 Temmuz tarihinde saptanmıştır (1373 adet/50 çiçek). Bu çalışma da çiçeklerde 3 thrips türü tespit edilmiştir. Toplamda 13 haftada elde edilen thrips birey sayıları 4.746 adet *F. occidentalis*, 6 adet *F. intonsa* ve 9 adet *A. intermedius* olmuştur (Şekil 5-sağ eksen). En yüksek sayıdaki thrips türünün *F. occidentalis* olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Hu et al., (2021) Çin’de, *F. occidentalis*’in kapyta biber (*Capsicum annuum* L. cv. Kapyta) ve çevresindeki yabancı otlarda aktivitesini tespit etmek için yaptıkları iki yıllık araştırmada *F. occidentalis*’in en yoğun aktivitesinin Mayıs ayının ortalarında *Trifolium repens* üzerinde olduğunu ve tüm aktivite dönemi boyunca, en yüksek thrips yoğunluklarının, örneklenen tüm konak bitki türleri arasında *Hypericum beanii* üzerinde kaydetmişler ve bunu *C. annuum*’un takip ettiğini bildirmişlerdir. *C. annuum*’un çiçeklenme döneminin ve çevresindeki yabancı otların, *F. occidentalis*’in tarım ürünleri üzerindeki popülasyon aktivitelerini büyük ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir.



Şekil 5. Kahramanmaraş ili Kadioğlu köyü kapy biber üretim alanlarından 2019 yılında toplanan biber çiçeklerindeki thrips türlerinin örnekleme tarihlerine göre popülasyon yoğunlukları Sağ eksen) *F. occidentalis*, Sol eksen) *F. intonsa* ve *A. intermedius*

Figure 5. Population density of thrips species in pepper flowers collected from the capia pepper field in Kadioğlu village, Kahramanmaraş province, in 2019 Right axis) *F. occidentalis*, Left axis) *F. intonsa* and *A. intermedius*

Mavi yapışkan tuzaklarda en yüksek thrips popülasyon yoğunluğu 16 Ağustos tarihinde (200 adet birey/15 adet tuzak) saptanmıştır. Bu tarihte ortalama nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla %76,8, 30,1°C, 2,6 m/sn olarak kaydedilmiştir. CDC Backpack Böcek aspiratörü ile yapılan örneklemelemlerde ilk thrips 5 Temmuzda yakalanırken, popülasyon yoğunluğu 12 Temmuz tarihinde en yüksek (233 adet birey/CDC) seviyeye ulaşmıştır. Yaprak örneklerinde ilk thrips 28 Haziranda tespit edilmiş ve popülasyon yoğunluğu 12 Temmuzda en yüksek (4 adet birey/50 yaprak) düzeye ulaşmıştır. Biber çiçeklerinde ilk thrips 5 Haziranda elde edilirken, popülasyon yoğunluğu en yüksek 12 Temmuz tarihinde saptanmıştır (1373 adet/50 çiçek). Bu tarihlerde ortalama nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla %76,8, 29°C ve 3 m/sn olarak kaydedilmiştir. Yapılan örneklemelemlerde, en yüksek thrips popülasyon yoğunluğunun biberlerin çiçeklerinde saptanmış ve en yoğun thrips türünün ise *F. occidentalis* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Kahramanmaraş ili 2019 yılına ait mavi bar orantılı nem (%), kırmızı bar ortalama sıcaklık (°C) ve yeşil bar ortalama rüzgâr hızı (m/sn)

Figure 6. Humidity rate blue bar (%), red bar average temperature (°C) and green bar average wind speed (m/sec) for Kahramanmaraş province in 2019

Thrips türlerinin tanımlanması

***Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895)**



Şekil 7. *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) ergini (Anonim 2019)

Figure 7. *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) adult (Anonymous 2019)

Zararlınin rengi kırmızımsı sarıdan koyu kahveye kadar olabilmektedir, dişi 1.3- 1.4 mm erkek ise, 0.9-1.1 mm, erginde antenler 8 segmentlidir. Yumurta boyutu, 0.2 mm kadar böbrek şeklinde ve yaprak, çiçek ve meyvelerin

parankima hücrelerinin içine sokulu durumdadır. İki nimf dönemi vardır, her 2 dönemde de gözler kırmızı, vücut rengi sarımsıdır. Nimf dönemini prepupa ve pupa evreleri takip eder. Prepupada kanat çıkıntıları görülür durumdadır ve anten kısa, dikleşmiştir. Pupa evresinde ise anten başın arka tarafına doğru uzanmış konumdadır (Bryan & Smith, 1956; Watershouse & Norris, 1998).

***Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895)**



Şekil 8. *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895) ergini (♀)
Figure 8. *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895) adult (♀)

Dişi bireylerde vücut kahverengi, abdomen vücudun diğer kısımlarına göre koyu renkte; tibia, tarsi, III-IV anten segmentleri de çoğunlukla sarı, ön kanatlar koyu soluk renklidir. Anten sekiz segmentlidir. Pronotumda beş çift uzun, ön kanat iki sıra halinde tamamıyla seta ile kaplıdır. V-VIII tergitleerde yanıl ctenidia çiftleri var, VIII. tergite tamamıyla posteromarginal diş ile kaplıdır. Erkekler daha soluk renkli ve küçük, VIII. tergitte marginal comb yoktur. III-VII sternitlerde çapraz glandular alanlar bulunur (Anonim, 2014).

***Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803)**



Şekil 9. *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803) ergini (♀)
Figure 9. *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803) adult (♀)

Vücut rengi kahverengi ile koyu kahverengi, ön tibia sarımsı, orta ve arka tibia kahverengi ile koyu kahverengi, üçüncü, dördüncü ve beşinci anten segmentleri kahverengimsi sarı, ancak uç kısımları daha koyu ve altı-sekiz arası kahverengi ile koyu kahverengidir. Üçüncü anten segmentinde bir adet duyu organı vardır. Pelta yamuk veya şapka

şeklindedir. Ön kanatlarda dört-dokuz arası ilave seta (kıl) bulunur tüp kısa olup, genişliğinin yaklaşık iki katı uzunluğundadır (Minaei & Mound, 2008). Youns ve ark., (2023) Tokat İli biber alanlarında yaptıkları çalışmada biber çiçeklerinde *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803)'u tespit etmişlerdir.

***Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934)**



Şekil 10. *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) ergini (♀)

Figure 10. *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) adult (♀)

Boyu 2 mm uzunlukta, vücut ve kanatları kahverengi beyaz bantlı, ön kanatları iki sıra halinde uzun kıllarla kaplı, antenleri dokuz segmentli ve üçüncü anten segmenti sarı renktedir. Genellikle sarı çiçekli bitkilerde bulunur (Mound et al., 1976). Fabaceae familyasına bağlı bitkilerin çiçeklerinde daha sık rastlansa da, Solanaceae familyalarındaki bitkilerin çiçeklerinde bulunmaktadır (Bagnall, 1934; Bournier et al., 1978). Ayrıca Rosaceae familyasında bulunduğu bilinmektedir (Şahin & Tezcan, 2014; Uzun ve ark., 2015). Avcı olup, daha çok *Thrips* ve *Taeniothrips* cinslerine ait türlerle beslenir (Lodos, 1993).

Çalışma sonucunda mavi yapışkan tuzak, CDC Backpack böcek aspiratörü, yaprak ve çiçek örneklerinden Thysanoptera takımına bağlı Thripidae, Phlaeothripidae ve Aeolothripidae familyalarından toplamda 4 tür tespit edilmiştir. Avcı bir tür olan *Aeolothrips intermedius*'un yoğunluğunun düşük olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada thripslerin en yüksek popülasyon yoğunluğunun biberlerin çiçek döneminde ve çiçek örneklerinde olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek sayıda elde edilen türün ise *Frankliniella occidentalis* olduğu saptanmıştır. *F. occidentalis*'in popülasyon yoğunluğu nedeni ile ekonomik açıdan kayıplara neden olduğu belirlenmiştir. Biber yetiştiriciliği yapan çiftçilerimizin daha önce çalışmada ortaya çıkan zararlı thrips türlerini bilmedikleri gözlemlenmiştir. Bununla birlikte özellikle çiçek oluşumu başlamadan önce kontroller yapılarak ilaçlama yapılması gerektiği kanısına varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür ve Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2018/7-6 YLS kodlu proje ile desteklenmiştir.

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

- Anonim (2014). PaDİL 136420. <http://www.Padil.Gov.Au/Pests-And-Diseases/Pest/Main/> (Erişim Tarihi: 13 Aralık 2020).
- Anonim (2018). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Biber Hastalık ve Zararlıları Kitapçığı. <http://www.tohumcu.org/UserFiles/teknik%20bilgi/biber.pdf> (Erişim Tarihi: 30 Ekim 2018).
- Anonim (2019). [http://En.Wikipeda.Org/Wiki/Frankliniella occidentalis](http://En.Wikipeda.Org/Wiki/Frankliniella_occidentalis) (Erişim Tarihi: 15 Mart 2019).
- Atakan, E., & Özgür, A.F. (1998). Çukurova’da pamukta çiçek thripsleri (*Frankliniella intonsa* (Trybom), *F. occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera; Thripidae) üzerine notlar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 174-184.
- Atakan, E. (2003). *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera; Thripidae)’nin pamuk bitkisinde zararının araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27 (1), 39-49.
- Atakan, E., & Özgür, A. (2000). Çukurova yöresi pamuk alanlarında görülen *Frankliniella intonsa* (Trybom) ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)’nin populasyon değişimleri. *Türkiye IV. Entomoloji Kongresi*, Aydın, Türkiye, 53-61.
- Atakan, E., Ölçülü, M., Pehlivan, S., & Satar, S. (2015). Türkiye’de yeni zararlı bir thrips türü: *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae). *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5 (2), 77-84. <https://doi.org/10.16969/teb.13634>
- Atakan, E., Özgür, A.F., & Kersting, U. (1998). *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) on cotton in Çukurova Region. *Proceedings Sixth International Symposium on Thysanoptera*, Antalya, Turkey, April 27-May 1, 7-12.
- Aybak, H.Ç. (2002). *Biber yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık, s. 155. ISBN: 978-975-8377-18-3.
- Bagnall, R.S. (1934). A contribution towards a knowledge of the genus *Aeolothrips* (Thysanoptera) with descriptions of new species. *The Entomologist’s Monthly Magazine*, 70, 120-127.
- Bosland, P.W. (1996). Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. In J. Janick (rd), *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA, 479-487.
- Bournier, A., Lacasa, A., & Pivot, Y. (1978). Biologie D’un thrips predateur *Aeolothrips intermedius* (Thysanoptera: Aeolothripidae). *Entomophaga*, 23 (4), 403-410.
- Bozokalfa, M.K., & Eşiyok, D. (2007). *Kırmızı biber yetiştiriciliği I*. Dünya Yayıncılık, Gıda 9, 92-94.
- Bryan, D.E., & Smith, R.F. (1956). The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California. *Univesity California Publication Entomology*, 10, 359-410.
- Çankaya, H., Hayoglu, İ., & Türkoğlu, H. (2015). A novel spice: Pickled pepper powder and some quality aspects. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 67 (1), 19-24. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0046>
- Eşiyok, D. (2006). Fitokimyasallar. <http://www.dunyagida.com.tr/koseyazisi/fitokimyasallar-biber-capsicum-spp/5629> (Erişim Tarihi: 12 Mart 2019).
- FAO. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 15 Ağustos 2023).
- Hu, C., Li, Y., Chen, G., Duan, P., Wu, D., Liu, Q., Yin, H., Xu, T., & Zhang, X. (2021). Population dynamics of *Frankliniella occidentalis* Pergande and its predator *Orius similis* Zheng on common crops and surrounding plants. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24 (3), 555-563.

- Kumari, S. (2012). Influence of climate change in capsicum production. Vegetable production under changing climate scenario. 1-21 September. Nauni, Solan, s. 104-107.
- Larki, J., Kilochyckij, P., Fedorenko V., & Chumak P. (2012) Interaction of trap colour attractiveness with morphological variability of the thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 45 (5), 499-504. <https://doi.org/10.1080/03235408.2011.559036>
- Lodos, N. (1984). Türkiye entomoloji III genel, uygulamalı ve faunistik. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi, Bornova İzmir, 150s.
- Lodos, N. (1993). Türkiye entomolojisi III genel, uygulamalı ve faunistik. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 456, 167s.
- Minaei, K., & Mound, L.A. (2008). The Thysanoptera Haplothripini (Insecta: Phlaeothripidae) of Iran. *Journal of Natural History*, 42, 2617-2658. <https://doi.org/10.1080/00222930802354159>
- Mound, L.A., & Kibby, G. (1998). Thysanoptera: An identification guide (2nd Edition). CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, pp.70.
- Mound, L.A., Morison, G.D., Pitkin, B.R., & Palmer, J.M. (1976). Thysanoptera. *Handbooks for the Identification of British Insects*, 1 (11), 1-79.
- Özdikmenli, S., & Zorba, N. (2013). Traditional red roasted pepper (TFP_1780). *The 2nd International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus"*, 24-26 October 2013, Struga, Macedonia.
- Pernezny, K., Robert, P.D., Murphy, J.F., & Goldberg, N.P. (2003). *Compendium of pepper diseases*. The American Phytopathological Society, 1, 24-25. *Plant Disease*, 68, 597-599.
- Shipp, J.L., Binns, M.R., Hao, X., & Wang, K. (1998). Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse sweet pepper. *Journal of Economic Entomology*, 91 (3), 671-677. <https://doi.org/10.1093/jee/91.3.671>
- Şahin, B., & Tezcan, S. (2014). Investigations on thrips (Thysanoptera) species occurring in flowers of cherry trees in Kemalpaşa (Izmir) province of Western Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 4 (1), 889-893. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5306895>.
- Tunç, İ., & Göçmen, H. (1994). New greenhouse pests, *Polyphagotarsonemus latus* and *Frankliniella occidentalis* in Turkey. *FAO Plant Protection Bulletin*, 42 (3), 218-220.
- Tunç, İ., & Göçmen, H. (1995). Antalya'da bulunan iki sera zararlısı, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acarina, Tarsonemidae) ve *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera, Thripidae) üzerine notlar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 19 (2), 101-109. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/entoted/issue/5627/75616>
- TÜİK. (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi, 14 Ağustos 2023).
- Uzun, A., Tezcan, S., & Demirözer, O. (2015). Thrips (Thysanoptera) species occurring in cherry orchards in Isparta province of Western Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 47 (1), 963-968. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5415784>
- Üstün, A.S. (1991). Biberlerde kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) hastalığına dayanıklılığın nedenlerinin fizyolojik ve biyokimyasal olarak incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 121 s, Ankara.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür sebzeleri sebze yetiştirme*. Ege Üniversitesi, İzmir, s. 440.
- Waterhouse, D.F., & Norris K.R. (1998). Biological control: Pacific prospects supplement 1. Australian Centre for International Agriculture Research: Canberra, pp. 24-35.
- Yaşarakıncı, N., & Hıncal, P. (1997). İzmir'de örtü altında yetiştirilen domates, hıyar, biber ve marulda bulunan zararlı ve yararlı türler ile bunların populasyon yoğunlukları üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 37 (1-2), 79-89. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bitkorb/issue/3659/48744>

Youns, S.D., Yanar, D., & Atakan, E. (2023). Thrips (Insecta: Thysanoptera) species in pepper fields in Tokat province, Türkiye. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 40 (2), 89-95. <https://doi.org/10.55507/gopzfd.1330038>

Hatay ilinde elma yetiştiriciliği yapılan alanlardaki elma içkurdu, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi

Determination of population densities of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) in apple growing areas in Hatay province

Başak ULAŞLI¹, Feza CAN¹

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 15.11.2023 Accepted / Kabul: 20.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Elma <i>Cydia pomonella</i> Popülasyon yoğunluğu Hatay Türkiye</p> <p>Keywords: Apple <i>Cydia pomonella</i> Population density Hatay Türkiye</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Başak ULAŞLI basaktok@yandex.com.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>Tortricidae (Lepidoptera) familyası dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi Türkiye'de de kültür bitkilerinin bazı önemli zararlı türlerini içermektedir. Bu zararlılar kültür bitkilerinin tomurcuk, çiçek, meyve ve yaprakları ile beslenerek salgın yaptığı yıllarda ürünün tamamının kaybına ve bitkinin zayıf düşmesine neden olmaktadır. Bir Tortricidae türü olan elma içkurdu (<i>Cydia pomonella</i> (L.)) (Lepidoptera:Tortricidae), elma ağaçlarının ana zararlısı olup, mücadelesi yapılmayan bahçelerde %60 - %100'e varan ürün kaybına neden olabilmektedir. Bu çalışmanın ana hedefi Hatay ilinin farklı ilçelerindeki elma bahçelerinde <i>C. pomonella</i> 'nin ergin popülasyon yoğunluğunun belirlenmesidir. Çalışma 2021-2022 yıllarında, nisan-ekim ayları boyunca Hatay'daki farklı yükseklik, iklim koşulları, bitki örtüsü ve yüzey özellikleri gösteren üç ilçede (Samandağ-Batıayaz, Defne-Ballıöz, Belen-Atik) yürütülmüştür. Zararlının mayıs-eylül ayları arasında yaklaşık beş aylık aktif ergin uçuş sürelerinin olduğu saptanmıştır. Çalışmanın her iki yılında da zararlı popülasyonu en yoğun (31 ergin birey/tuzak) Belen-Atik'te 06.08.2022 tarihinde görülmüştür. Ayrıca Defne-Ballıöz'de zararlının tüm örnekleme süresince her iki yılda da sırasıyla en düşük popülasyonda (14 ve 31 adet toplam ergin birey/tuzak/yıl) olduğu görülmüştür.. Zararlının Samandağ-Batıayaz ve Belen-Atik'te üç döl verdiği belirlenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Tortricidae (Lepidoptera) family includes some important insect pests of cultivated plants in Türkiye as well as in other countries in the world. These pests feed on the buds, flowers and leaves of cultivated plants, causing the loss of all crops and weakening of the plant during epidemic years. The codling moth, <i>Cydia pomonella</i> (L.) (Lepidoptera:Tortricidae), is the main pest of apple trees and may cause 60% or even 100% crop loss in untreated orchards. The main objective of this study is to determine the adult population density of <i>C. pomonella</i> in apple orchards in different districts of Hatay province. The study was conducted in three districts Samandağ-Batıayaz, Defne-Ballıöz, Belen-Atik) of Hatay with different altitudes, climatic conditions, vegetation and surface characteristics between April and October in 2021-2022. It has been determined that the pest has an active adult flight period of approximately five months between May and September. In both years of the study, the highest adult population (31 individuals/trap) was seen in Belen-Atik on 06.08.2022. Additionally, in Defne-Ballıöz, it was observed that the pest had the lowest population (14 and 31 total adult individuals/trap/year) in both years, respectively, during the entire sampling period. It was determined that the pest produced three generations in Samandağ-Batıayaz and Belen-Atik.</p>
Cite/Atıf	Ulaşlı, B., & Can, F. (2024). Hatay ilinde elma yetiştiriciliği yapılan bahçelerde elma içkurdu, <i>Cydia pomonella</i> (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'nin popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 334-342. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1391324

GİRİŞ

Elma (*Malus domestica* Borkh.)(Rosaceae) besin değeri çok yüksek yumuşak çekirdekli bir meyve türüdür. Türkiye, gerek elmanın anavatanı olması gerekse de elma yetiştiriciliğine uygun çok sayıda yöreye sahip olması nedeniyle geniş bir üretim potansiyeline sahiptir. Elma yetiştiriciliğinde yıldan yıla hem ağaç sayısının hem de üretim miktarının arttığı gözlenmektedir (Kaynaş ve ark. 2009; TÜİK, 2023). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizdeki elma üretiminde pek çok zararlı ve hastalık etmeni görülmektedir. Ülkemizdeki elma zararlılarının başlıcaları Lepidoptera takımından farklı familyalara bağlı Elma içkurdu (*Cydia pomonella* (L.)) (Tortricidae), Elma gövdekurdu (*Synanthedon myopaeformis* (Borkhausen, 1789)) (Sesiidae) ve Elma ağkurdu (*Yponomeuta malinellus* (Zeller, 1838)) (Yponomeutidae) türleridir (Candan & Aslan, 2022).

Bu familyalardan Tortricidae familyası Tortricoidea Latreille, 1802 üst familyasına bağlı olup Microlepidoptera alttakımında bulunmaktadır. Tür zenginliği açısından Gelechioidea Stainton 1854 süper familyasından sonra (21 aileye ait 1478 cins içinde 18489 tür) (Gilligan ve ark., 2018), 1071 cinse bağlı 10387 tür ile ikinci sırada yer almaktadır (van Nieukerken ve ark., 2011). Antarktika hariç dünyanın tüm kıtalarında yaşamaktadır ve özellikle tropiklerde kapsamlı bir tür çeşitliliğine sahiptir. Bu familyanın bireyleri konukçu bitkilerinin yapraklarını bükme davranışı göstermelerinden dolayı “yaprak büklenler” ya da meyvenin sap bölgesinden, meyvenin etinden, çiçekten ya da tomurcuklardan bitkilere giriş yaparak zarar oluşturmasından dolayı “meyve iç kurtları” olarak adlandırılmaktadır. Tortricidae türleri dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de kültür bitkilerinin en önemli zararlıları arasında yer almaktadır. Bu zararlılar kültür bitkilerinin tomurcuk, çiçek ve yapraklarını yiyerek salgın yaptığı yıllarda ürünlerin tamamının kaybına ve bitkinin zayıf düşmesine neden olmaktadır. Tortricidae familyası türlerinin çoğu, dünya çapında meyve ağaçlarının ekonomik olarak en önemli zararlılarını bünyesinde barındırmaktadır (KKGGM, 1995; Karsholt & Razowski, 1996; van Nieukerken ve ark., 2011; Gilligan ve ark., 2018; Pathania ve ark., 2020).

Bir Tortricidae türü olan elma içkurdu *C. pomonella* elma ağaçlarının ana zararlısı olup ceviz, armut ve ayvada da zarar oluşturmaktadır. Elma içkurdu mücadelesi yapılmayan bahçelerde %60 hatta %100'e varan ürün kaybına neden olabilmektedir. Doğrudan meyve içinde beslenerek zarar meydana getiren larvaların meyveden çıkış süresi ortalama 30-40 gün sürmektedir. Meyveyi terkeden larvalar ağacın çatlamış kabukları arasında ya da topraktaki yaprak ve dal kalıntıları arasında kokon örer. Sonrasında pupa olarak, ya aynı yılın yaz erginleri şeklinde çıkış yapar ya da pupa olmayıp diyapozaya geçer. Diyapozaya giren larvalar ertesi ilkbaharda, ilkbahar erginleri olarak çıkmaktadır (Pedigo, 1996; Özdemir ve ark., 2005; Küçüktaş, 2023).

Değişen çevre şartları, kirlenen doğa ve insanlar tarafından uygulanan yanlış tarım faaliyetleri sonucu birçok böcek türü ile birlikte tortricid türlerinin de tüm bu koşullardan olumsuz etkilendiği ve birçok türün yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu bir gerçektir. Bu nedenle çok sayıda zararlı türü içeren bu familyaya giren türlerin tespit edilmesi, biyolojik özelliklerinin açıklanması, yayılış alanlarının belirlenmesi ve bu türlerin teşhislerinin yapılması ülkemiz faunası için oldukça önemlidir. Ülkemizin önemli elma yetiştiriciliğinin yapıldığı Balıkesir (Hepdurgun ve ark., 2001), Kayseri (Dönmez, 2019), Konya (Çelik & Ünlü, 2017; Aydoğan & Ünlü, 2019), Bingöl (Kaplan & Bayram, 2019), Şanlıurfa (Mamay & Yanık, 2013; Akgül, 2020), Niğde, Konya, Adana, Mersin (Küçüktaş, 2023), Isparta, Antalya (Erlor & Tosun, 2023), Malatya (Kaplan, 2023) gibi bazı alanlarda elma içkurdunun feromon tuzaklarla ergin popülasyon takibi yapılmış olup, Hatay ilinde bu konuda bugüne kadar yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak zararlı ile ilgili olarak Hatay-Yayladağ'daki ceviz bahçelerinde kitlesel yakalama ve zarar oranının belirlenmesi üzerine çalışma yapılmıştır (Sürmeli & Demirel, 2022).

Bu çalışma kapsamında türe özgü eşeysel çekici feromon tuzaklar kullanılarak Hatay ilinin farklı ilçelerindeki (Samandağ-Batiayaz, Defne-Ballıöz, Belen-Atik) elma yetiştirilen alanlarda *C. pomonella*'nın ergin popülasyon gelişiminin ve döl sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

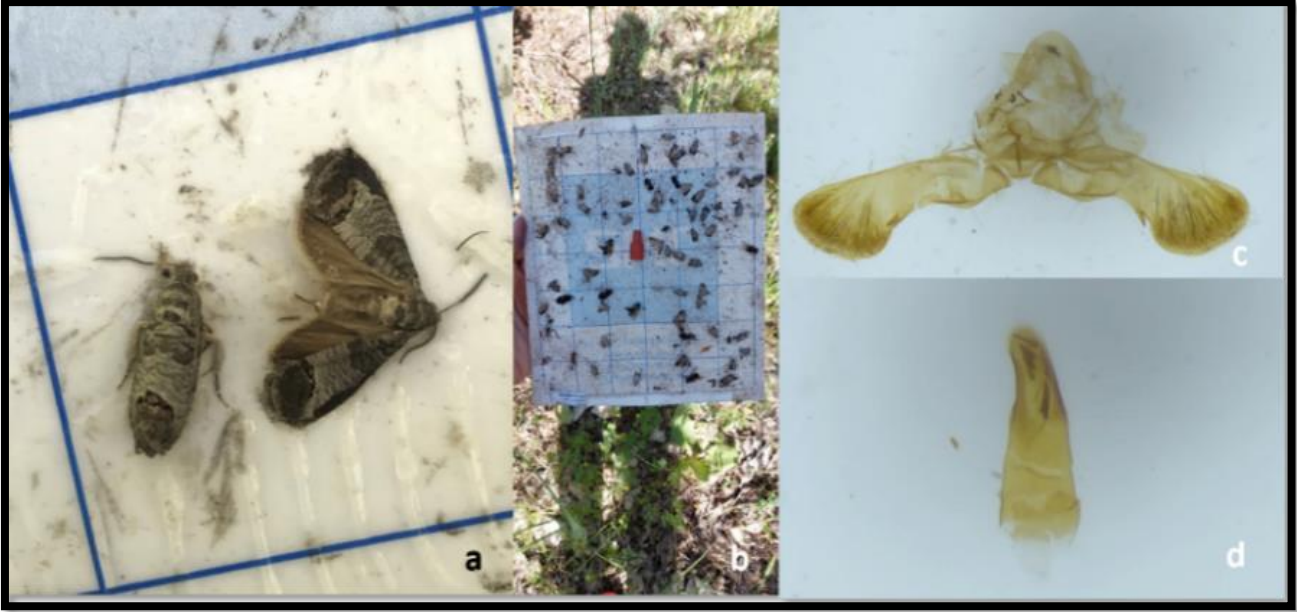
Çalışma 2021-2022 yıllarında, gece kelebeklerinin en çok faaliyet gösterdiği nisan-ekim ayları boyunca Hatay ili sınırları içerisinde farklı yükseklik, iklim koşulları, bitki örtüsü ve yüzey özellikleri gösteren lokalitelerinde yapılmıştır. Çalışmanın her iki yılında da türe özgü eşeyssel çekici feromon tuzakları hakim rüzgar yönüne ağacın en az 1.5 m yüksekliğe nisan ayının ilk haftasında kurulup, ekim ayında toplanmıştır. Zararlıya ait türe özgü feromonlar, yapışkan plakalar ve delta tipi tuzaklar SMC İlaç Kimya-İstanbul firmasından temin edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Hatay ilinde elma yetiştiriliği yapılan alanlara asılan türe özgü delta tipi *Cydia pomonella* eşeyssel çekici feromon tuzakları

Figure 1. Species-specific *Cydia pomonella* delta type sexual pheromone traps hung in apple growing areas in Hatay province

Tuzaklar Hatay ili Belen, Samandağ ve Defne ilçelerindeki karışık çeşitlerin bulunduğu elma bahçelerine yerleştirilmiştir. Çalışmada feromon tuzakların yerleştirildiği yerler belirlenirken mümkünse herhangi bir pestisit uygulaması yapılmayan ev bahçeleri ve etrafında el değmemiş doğaya sahip olan büyüklükleri ortalama 1-5 dekar arasında olan karışık çeşitlerin bulunduğu elma bahçeleri tercih edilmiştir. Tuzaklar her ilçede birer bahçe olacak şekilde Samandağ ilçesinde Batıyaz'a, Defne ilçesinde Ballıöz'e ve Belen ilçesinde ise Atik'e kurulmuştur. Böylelikle il genelinde üç farklı agro-ekosistemde, farklı bahçelerde ve doğal habitatlarda zararlının popülasyonları takip edilmiştir. Delta tipi tuzaklar ve türe özgü feromonlar seçilen her bahçeye hakim rüzgar yönünde yerden yaklaşık 1.5 m yüksekliğe asılmış ve her 45 günde bir feromon kapsülleri yenilenmiştir. Çalışma boyunca haftalık olarak her üç ilçedeki feromon tuzaklar kontrol edilmiş yapışkan plakalar yenilenmiş ve sayımlar gerçekleştirilmiştir, yapışkan plakalara düşen örnekler laboratuvara getirilip etiketlenmiş ve genital preparasyon öncesi hazırlıklar tamamlanmıştır. Genital preparasyonlar Kornoşor (1982) ve Doğanlar (2003)'a göre yapılmıştır (Şekil 2).



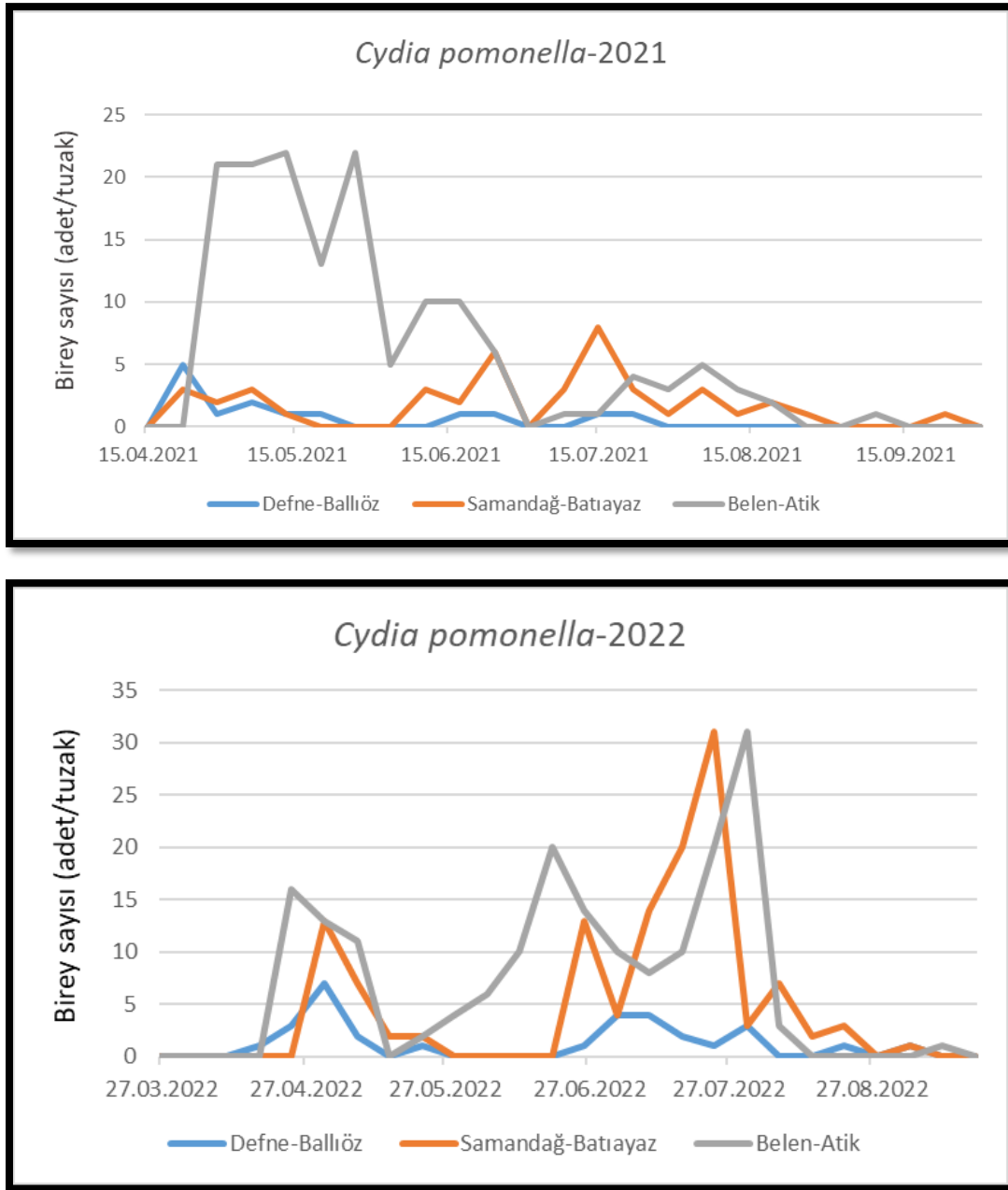
Şekil 2. a,b) Türe özgü feromon tuzaklarla yakalanmış *Cydia pomonella* erginleri, c) erkek genitali, ve d) aedeagus
 Figure 2. a,b) *Cydia pomonella* adults caught with species-specific pheromone traps, c) male genitalia and d) aedeagus

BULGULAR ve TARTIŞMA

Cydia pomonella'nın popülasyon takibinin yapıldığı her üç ilçede de zararlının yoğunlukları 2022 yılında 2021 yılına göre neredeyse iki katına yükselmiştir (Şekil 3). Bu sonuçlara göre, 2021 yılının kış mevsiminin 2022 yılına göre oldukça soğuk geçmesi olup iklimin ve buna bağlı olan tüm çevre faktörlerinin zararlının popülasyonunu doğrudan etkilediği düşünülmektedir.

Çalışmanın ilk yılında *C. pomonella* popülasyonunun ilk ergin çıkışı 22.04.2021 tarihinde beş birey ile Defne-Ballıöz'de sonrasında sırasıyla 23.04.2021 tarihinde tuzak başına üç bireyle Samandağ-Batiayaz'da ve 30.04.2021 tarihinde ise tuzak başına 21 bireyle Belen-Atik'te görülmüştür. Zararlı popülasyonu en erken 22.07.2021 tarihinde yine Defne-Ballıöz'de, 10.09.2021 tarihinde Belen-Atik'te, 23.09.2021 tarihinde tuzak başına birer bireyle sonlanmıştır.

Çalışmanın ikinci yılında ise bir önceki yılda olduğu gibi en erken ergin çıkışı yine Defne-Ballıöz'de görülmüştür. Bu dönem nisan ayının üçüncü haftasına denk gelmiş ve 17.04.2022 tarihinde tuzak başına bir birey olarak kaydedilmiştir. Sonrasında sırasıyla 29.04.2022 tarihinde 16 birey ile Belen-Atik, 07.05.2022 tarihinde ise tuzak başına 13 bireyle Samandağ-Batiayaz takip etmektedir. 2022 yılında popülasyonun sonlandığı tarihler ise 2021 yılından farklı olarak en erken 13.08.2022 tarihinde tuzak başına üç birey ile Belen-Atik lokasyonunda olurken, sonrasında tuzak başına birer birey ile sırasıyla 04.09.2022 tarihinde Defne-Ballıöz, ve 09.09.2022 tarihinde Samandağ-Batiayaz lokasyonları takip etmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Hatay ilinin farklı lokasyonlardaki elma yetiştirilen alanlardaki *Cydia pomonella*'nın 2021-2022 yıllarındaki popülasyon yoğunlukları

Figure 3. Population densities of *Cydia pomonella* in apple growing areas in different locations of Hatay province in 2021-2022

Elma içkurdu, *C. pomonella*'nın feromon tuzakların kurulduğu lokasyonlar arasından her iki yılda da zararlının popülasyonunun en yoğun olduğu yer Belen ilçesi Atik köyü olarak belirlenmiştir. Feromonların kurulduğu bölgeler arasından Defne-Ballıöz (279 m)'de zararlının çıkışı ve popülasyonunun gelişimi her iki yılda da Samandağ-Batıayaz (450 m) ve Belen-Atik (900 m)'e göre daha erken başlamıştır. Bu çalışma sürecinde yapılan gözlemler doğrultusunda Defne-Ballıöz bölgesinin sahip olduğu iklim koşullarının daha ılıman olduğu ve yükselti bakımından diğer iki ilçedeki tuzak kurulan yerlere göre daha alçak konumda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Söz konusu bölgede zararlı popülasyonunun hiçbir zaman Samandağ-Batıayaz ve Belen-Atik'te ulaştığı seviyelere ulaşmadığı görülmüştür. Nitekim Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında kışlayan dölde tuzaklarda iki hafta üst üste toplam 6,

yaz dölllerinde ise haftada 3 ergin yakalandığında gerekli dozda mücadele yapılması tavsiye edilmektedir (EİTT ,2008). Bu nedenle zararlı popülasyonunun Defne-Ballıöz bölgesinde düzenli ilaçlama yapmayı gerektirecek kadar yüksek popülasyonlara ulaşmadığı, bu nedenle yoğun ekonomik kayıp meydana getirmediği görülmektedir. Samandağ-Batıayaz'da ise elma içkurdu popülasyonunun çalışmanın ilk yılında kış mevsiminin Hatay bölgesinde çok sert geçmiş olmasından dolayı ikinci yıla göre çok daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca zararlı popülasyonunun her iki yılda da Samandağ-Batıayaz ve Belen-Atik lokasyonlarında ağustos ayının ortasında tuzak başına 31 bireyle pik noktaya ulaştığı, tepe noktası oluşturduğu ve 3. dölünü verdiği görülmektedir. Ancak Defne-Ballıöz'de popülasyon artışı görülmesine rağmen tuzak kurulan diğer iki lokasyondaki seviyelerde tepe noktası oluşturmadığı görülmektedir (Şekil 3).

Elma içkurdunun dünyada ve ülkemizdeki en önemli elma zararlısı olduğu bölgelere ve iklime göre değişmek üzere yılda 2-3 döl verdiği (Croft, 1982; Özbek ve ark., 1995; Kutinkova ve ark., 2009), hatta meyve çeşidinin de döl sayısının oluşumunda belirleyici bir faktör olduğu bildirilmiştir (Resh & Cardé, 2009). Pedigo (1996) ve Beers ve ark. (2000) ise elma içkurdunun Kuzey Amerika, Japonya, Tayvan, Kore ve Çin'in Doğu Bölgeleri hariç olmak üzere dünyanın tüm ülkelerinde bulunduğunu, iklime bağlı olarak yılda 1-4 döl verdiğini bildirmişlerdir. Ülkemizde ise zararlı ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalarda döl sayısının yine bölgelere ve ürünlere göre değişkenlik gösterdiği ve 4 döl kadar ulaştığı görülmektedir. Bingöl ilinde elma içkurdu'nun 2015-2016 yıllarında 3 döl verdiği tespit edilmiştir. En yüksek popülasyon yoğunluğunun haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında olduğu saptanmıştır (Kaplan & Bayram, 2019). Malatya ilinde ise elma içkurdunun zarar oranının ve popülasyon değişiminin belirlenmesi üzerine 2015-2016 yıllarında yapılan bir çalışmada gözle kontrol yöntemi ve feromon tuzaklar kullanılmış ve yılda 2 döl verdiği belirlenmiştir (Kaplan, 2023). Şanlıurfa'nın merkez ilçesine bağlı köylerinde zararının elma bahçelerinde 3 döl verdiği (Mamay & Yanık, 2013), yine aynı şehrin Ceylanpınar ilçesindeki elma bahçelerinde yapılan bir başka çalışmada ise 3-4 döl verdiği tespit edilmiştir (Akgül, 2020). Kayseri'deki elma bahçelerinde yapılan başka bir çalışmada ise iki döl verdiği belirlenmiştir (Dönmez, 2019). Eşeyssel çekici tuzaklarla Konya'nın Beyşehir ilçesindeki iki farklı lokasyonda 2014 ve 2015 yıllarında yapılan çalışmada zararının popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranını belirlenmiştir. Beyşehir'de elma içkurdunun yıllara ve iklim şartlarına göre 2-3 döl verdiği kaydedilmiştir (Çelik & Ünlü, 2017). Aynı ilin farklı ilçelerinden olan Selçuklu, Meram ve Karatay'da 2017-2018 yıllarında yürütülen bir başka çalışmada ise yıllara ve iklime bağlı olmak üzere iki ya da üç döl verdiği belirlenmiştir (Aydoğan & Ünlü, 2019). Feromon tuzaklar kullanılarak 2018-2021 yılları arasında Akdeniz ve Orta Anadolu Bölge'lerinin bazı illerinde zararının popülasyon takibi çalışması yapılmıştır. Söz konusu çalışmada zararının bölgelere ve ürün desenine göre değişiklik göstermekle birlikte Konya'daki ve Niğde'deki elma bahçelerinde sırasıyla 3 ve 4, Adana ve Mersin'deki ceviz bahçelerinde ise sırasıyla 2 ve 4 döl verdiği tespit edilmiştir (Küçüktaş, 2023). Ayrıca zararının Antalya ve Isparta'daki elma bahçelerinde ise yeni geliştirilmiş kitle yakalama yöntemleri kullanılarak 2 döl verdiği belirlenmiş ve çalışmada elma içkurdu mücadelesinde yeni geliştirilmiş ışık tuzağı ve konvansiyonel ilaçlama yöntemleri iki farklı şehirde karşılaştırılmıştır. Yeni tasarlanmış ışık tuzağının ergin *C. pomonella*'nın toplu olarak yakalanmasında ve meyve hasarını azaltmada etkili olduğu saptanmıştır. Böylelikle *C. pomonella*'nın mücadelesinde klasik olarak yapılan mücadele yöntemlerine alternatif olan entegre mücadele yönetimi için çözümler aranmış ve bunun etkili bir araç olabileceği belirlenmiştir (Erler & Tosun, 2023).

Ülkemizde yapılan güncel çalışmalar incelendiğinde zararının döl sayısının yıllar içerisinde gittikçe arttığı ya da bölgelere göre değişkenlik gösterdiği açıkça görülmektedir. Yapılan literatür araştırmasında Hatay ilinde yetiştirilen elma ağaçlarında zararının haftalık popülasyon gelişimi takibi konusunda daha önceden yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma sonucunda ise Defne-Ballıöz'de zararının her iki yılda da düşük popülasyonlarda görüldüğü ve diğer iki ilçe Samandağ-Batıayaz ve Belen-Atik'te ise üç döl verdiği belirlenmiştir. Ayrıca zararının erginlerinin farklı bölgelerde, farklı iklim koşullarında ve farklı ilçelerde olsa dahi mayıs-eylül ayları arasında yaklaşık beş aylık aktif uçuş sürelerinin olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda Hatay'da elma içkurdu mücadelesi ile ilgili yapılacak çalışmalarda çiftçilere ve araştırmacılara yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Elma

yetiştiriciliğinde bu denli öneme sahip olan elma içkurdu zararının önlenmesi için mutlak suretle türe özgü feromonlar gibi doğa dostu mücadele yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiği ve bu konuda yapılacak mücadele yöntemlerinin entegre olarak sürdürülmesinin önemli olduğu görülmektedir. Böylelikle hem ihtiyaç fazlası insektisit kullanımından kaçınılmış hem de zararlı ile mücadelede biyolojik çeşitliliğin korunmasına önemli bir katkı sağlanmış olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü, 21.GAP.014 nolu proje tarafından 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 makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Akgül, N. (2020). Ceylanpınar (Şanlıurfa) ilçesi elma bahçelerinde elma içkurdu [*Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Entomoloji Anabilim Dalı, 45 s, Şanlıurfa.
- Aydoğan, D., & Ünlü, L. (2019). Determination of population development and infestation rates of codling moth [*Cydia pomonella* (L.) (Lep.: Tortricidae)] in apple orchards in Konya Province. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33 (1), 45-51. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2019.155>
- Beers, E.H., Suckling, D.M., Prokopy, R.J., & Avilla, J. (2000). Apple. *Chapter 19: Ecology and management of apple arthropod pests in apples botany, production and uses book*. Cabi Publishing, ISBN: 0851995926 USA, 660 pp.
- Candan, G., & Aslan, M.M. (2022). Kahramanmaraş ilinde elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğinin uygulanması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37 (3), 557-570. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1066972>
- Croft, B.A. (1982). In Introduction to Pest Management. (Ed. By R. L. Metcalf and W. H. Luckmann. John Wiley & Sons). *Apple Pest Management*, 465-498.
- Çelik, H., & Ünlü, L. (2017). Beyşehir (Konya) ilçesi elma bahçelerinde Elma içkurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lep.: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21 (3), 266-278. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.339332>
- Doğanlar, F. (2003). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Geometidae (Lepidoptera) familyası üzerinde faunastik ve sistematik araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 295 s, Adana.
- Dönmez, S. (2019). Kayseri ilinde Elma ağ kurdu'nun (*C. pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)) popülasyon değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 54 s, Kayseri.

- EİTT (2008). Elma İçkurdu Teknik Talimatı. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt:4. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, s.145-155.
- Erlor, F., & Tosun, H.S. (2023). Mass-trapping the codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), using newly designed light trap reduces fruit damage in apple orchards. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130, 795-807. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00735-7>
- Gilligan, T.M., Baixeras, J.J., & Brown W. (2018). T@RTS: Online World Catalogue of the Tortricidae (Ver. 4.0). <http://www.tortricid.net/catalogue.asp>
- Hepdurgun, B., Zümreoglu, A., Demir T.S., & Ibis, A.M. (2001). Early studies on mating disruption technique of codling moth, *Cydia pomonella*, in the Aegean Region, Turkey. *Pheromones for Insect Control in Orchards and Vineyards IOBC WPRS Bulletin*, 24 (2), 43-46.
- Kaplan, E., & Bayram, Y. (2019). Population development and short biology of codling moth [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)] in apple orchards of Bingol province. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 24 (2), 123-128.
- Kaplan, M. (2023). Determination of population change and damage rate of the harmful codling moth (*Cydia pomonella* Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards in Malatya Province, Türkiye. *Erwerbs-Obstbau*, 65, 1285-1290.
- Karsholt, O., & Razowski, J. (1996). *The lepidoptera of Europe- A distributional checklist*. Apollo Books. Stenstrup. 380 pp.
- Kaynaş, K., Şeker, M., Gündoğdu, M.A., Sakaldaş, M., Akçal, A., & İzmir, A. (2009). Çanakkale’de elma yetiştiriciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (1), 35-39. <https://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/47>
- Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü (1995). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, KKG M Yayınları. Cilt 3, 444 s.
- Kutinkova, H., Dzhuvinov, V., Platon, I., & Rosu Mares, S. (2009). Field monitoring of codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), by pheromone traps in Bulgaria and Romania. *Acta Horticulture*, 825 (1), 371-376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.825.58>
- Kornoşor, S. (1982). Çukurova Noctuidae (Lep.) faunası ve Hadeninae ile Amphipyriinae altfamilyaları ergin sistematigi. Doçentlik Tezi, 210 s, Adana.
- Küçüktaş, E. (2023). Elma ve ceviz meyvelerindeki Lepidoptera türleri ile elma içkurdu *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae)’nın popülasyon dalgalanması ve bu popülasyondaki genetik varyasyonların araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Entomoloji Anabilim Dalı, 74 s, Adana.
- Mamay, M., & Yanık, E. (2013). Şanlıurfa’da elma bahçelerinde Elma İçkurdu [*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)]’nun popülasyon gelişimi ve farklı metotlar kullanılarak bulaşıklık oranının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19, 113-120. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001235
- Özbek, H., Güçlü, Ş., Hayat, R., & Yıldırım, E. (1995). *Meyve, bağ ve bazı süs bitkileri zararlıları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi Basım Evi, 357 s.
- Özdemir, M., Özdemir, Y., Seven, S., & Bozkurt, V. (2005). Orta Anadolu Bölgesinde kültür bitkilerinde zararlı Tortricidae (Lepidoptera) faunası üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 45 (1-4), 17-44.
- Pathania, P.C., Das, A., & Brown, J.W. (2020). Catalogue of Tortricidae Latreille, 1802 (Lepidoptera: Tortricoidea) of India. *Zootaxa*, 4757 (1), 1-95. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4757.1.1>
- Pedigo, L.P. (1996). *Entomology & Pest Management*. Prentice Hall. Inc., New Jersey.
- Resh V.H., & Cardé R. T. (2009). *Encyclopedia of insects*. Academic Press, Burlington, MA, USA.

- Sürmeli, M.A., & Demirel, N. (2022). Controlling with mass trapping and determination of damage rates of codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) at good agricultural practices of walnut orchards in Hatay Province. *Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 5 (3), 519-525. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.1124392>
- Türkiye İstatistik Kurumu (15 Haziran 2023). *Bitkisel üretim istatistikleri*. www.tuik.gov.tr. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- van Nieukerken, E.J., Kaila, L., Kitching, I.J., Kristensen, N.P., Lees, D.C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J.C., Simonsen, T.J., Wahlberg, N., Yen, S.-H., Zahiri, R., Adamski, D., Baixeras, J., Bartsch, D., Bengtsson, B.A., Brown, J.W., Bucheli, S.R., Davis, D.R., De Prins, J., De Prins, W., Epstein, M.E., Gentili-Poole, P., Gielis, C., Hättenschwiler, P., Hausmann, A., Holloway, J.D., Kallies, A., Karsholt, O., Kawahara, A.Y., Koster, J.C., Kozlov, M.V., Lafontaine, J.D., Lamas, G., Landry, J.-F., Lee, S., Nuss, M., Park, K.-T., Penz, C., Rota, J., Schintlmeister, A., Schmidt, B.C., Sohn, J.C., Solis, M.A., Tarmann, G.M., Warren, A.D., Weller, S., Yakovlev, R.V., Zolotuhin, V.V., & Zwick, A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang Z-Q (ed), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148, 212-221. <https://doi:10.11646/zootaxa.3148.1.41>

Investigation the effectiveness of attractants for genders of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on citrus varieties

Turunçgil çeşitleri üzerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) cinsiyetleri için cezbedicilerin etkinliğinin araştırılması

Nihat DEMİREL¹, Mehtap ACAR¹

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

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 30.12.2023 Accepted / Kabul: 20.02.2024</p> <p>Keywords: Medfly Citrus Attractants Türkiye</p> <p>Anahtar Kelimeler: Akdeniz meyve sineği Turunçgil Cezbediciler 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/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>The study was conducted in 2016-2017 to investigate the effectiveness of attractants for genders of <i>C. capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on citrus varieties in Hatay province of Türkiye. In both years, the SEDQ type traps with various attractants were used. After two years of the study, effectiveness of the attractants for genders of <i>C. capitata</i> varied in each of the variety and the sampling year. In 2016, a total of 3.006 <i>C. capitata</i> adults (2.644♀, 362♂) were caught by attractant traps at the 'w-murcott' mandarin orchard located at Narpak farms in Reyhanlı district. The highest mean of male of <i>C. capitata</i> was caught by the combination of ammonium acetate + trimethylamine + putrescine attractant traps, while the highest mean of female and male + female of <i>C. capitata</i> were caught by the ammonium acetate attractant traps. In 2017, a total of 2.338 <i>C. capitata</i> adults (1.375♀, 963♂) were caught by attractant traps at the 'satsuma' mandarin orchard located at Bahçe70 in Dörtiyol district. The highest mean of male, female and male + female of <i>C. capitata</i> were caught by the ammonium acetate attractant traps. In both years, the mean of females was significantly higher than the mean of males. In addition, the percent of females was significantly higher than the percent of males.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışma 2016-2017 yıllarında Hatay ilindeki narenciye çeşitlerinde cezbedicilerin <i>C. capitata</i>'nın cinsiyetleri üzerindeki etkinliğini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Her iki yılda da çeşitli cezbedicilere sahip SEDQ tipi tuzaklar kullanılmıştır. İki yıllık çalışmanın ardından, cezbedicilerin <i>C. capitata</i>'nın cinsiyetleri üzerindeki etkinliği çeşitlere ve örnekleme yıllarına göre farklılık göstermiştir. 2016 yılında Reyhanlı ilçesindeki Narpak çiftliklerinde bulunan 'w-murcott' mandalina bahçesinde toplam 3.006 adet (2.644 ♀, 362 ♂) <i>C. capitata</i> ergini cezbedici tuzaklar tarafından yakalanmıştır. <i>C. capitata</i>'nın en yüksek erkek ortalaması amonyum asetat + trimetilamin + putresin içeren cezbedici tuzakları kombinasyonunda yakalanırken, <i>C. capitata</i>'nın en yüksek dişi ve erkek + dişi ortalaması amonyum asetat içeren cezbedici tuzakları tarafından yakalanmıştır. 2017 yılında Dörtiyol ilçesi Bahçe70'de bulunan 'satsuma' mandalina bahçesinde toplam 2.338 adet (1.375♀, 963♂) <i>C. capitata</i> ergini cezbedici tuzaklar tarafından yakalanmıştır. <i>C. capitata</i>'nın en yüksek erkek, dişi ve erkek+dişi ortalamaları amonyum asetat içeren cezbedici tuzaklar tarafından yakalanmıştır. Her iki yılda da dişilerin ortalaması erkeklerin ortalamasından önemli derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca dişilerin yüzdesinin erkeklerin yüzdesinden önemli ölçüde daha yüksek olduğu görülmüştür.</p>
Cite/Atıf	Demirel, N., & Acar, M. (2024). Investigation the effectiveness of attractants for genders of <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on citrus varieties. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 343-352. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1412300

INTRODUCTION

Citrus (Sapindales: Rutaceae) is one of the most significant fruit crops widely grown in tropical and subtropical regions of the world (Ollitrault et al., 2020; FAO, 2020). Citrus is grown in Türkiye where it comprises approximately 607,195 da of growing area and a total produce of 1,819,000 tons of yield annually, and Hatay province's share is 179,948 da and 716,732 tons (Anonymous, 2021). The Mediterranean fruit fly (medfly), *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) is one of the most important pests for citrus fruits (Liquidó et al., 1990; White & Elson-Harris, 1992; Gilbert & Bingham, 1999; Thomas et al., 2010; Akyol, 2014; Demirel & Akyol, 2017; Gürbüz, 2018; Yiğit, 2019). The Medfly is a polyphagous species attacking over 350 different host plants (Liquidó et al., 1990; Akyol, 2014; Çalıklı, 2015; Kılıç, 2015; Demirel, 2023b). The control program of medfly is based on applications of organophosphate insecticides that are mainly used foliage baiting and cover spraying methods (Roessler & Chen, 1994; Vargas et al., 2001; Urbaneja et al., 2009). However, the intensity of insecticide use for medfly has resulted in the development of resistant populations, harmful effects on human health, beneficial insects and non-target organisms in the environment (Hoelmer & Dahlsten, 1993; Marty et al., 1994; Bachrouch, 2003; Urbaneja et al., 2004). One of the effective control methods as alternative to chemical control is traps containing baits with female and male lures (Papadopoulos et al., 2001; Heath et al., 2004). In addition, the traps baited with trimedlure and attractants are important tools for detection, monitoring and controlling of *C. capitata* on different host plants (Epsky et al., 1999; IAEA, 2003; Navarro-Lopis et al., 2008; Boulahia-Kheder & Jerraya, 2010; Boulahia-Kheder et al., 2011; Shelly et al., 2014; Akyol, 2014; Demirel, 2016; Demirel & Akyol, 2017; Gürbüz, 2018; Yiğit, 2019; Demirel, 2023a). The traps baited with protein-based baits and lures are also used for the capture of male and female of *C. capitata* (Heath et al., 1997; Gazit et al., 1998; IAEA, 2003; Navarro-Llopis et al., 2008; Shelly et al., 2014; Demirel, 2023a). Many commercial formulations of ammonia have been produced for use as lures in fruit fly traps including ammonium acetate (BioLure), ammonium bicarbonate (AgriSense Lure) and ammonium carbonate (ISCA technologies) (Shelly et al., 2014). In addition, several studies have been conducted to evaluate various attractants; a single of ammonium carbonate for females (Reynolds & Prokopy, 1997; Demirel, 2023a), combinations of ammonium acetate + putrescine (Heath et al., 1995); ammonium acetate + trimethylamine + putrescine (Heath et al. 1997; Katsoyannos et al., 1999; Epsky et al., 1999; Miranda et al., 2001; Alemany et al., 2004; Demirel, 2023a) and ammonium acetate + trimethylamine + cadaverine (Navarro-Llopis et al., 2008; Demirel, 2023a) were used for *C. capitata*. Moreover, the food-based baits of diammonium phosphate caught significant number of *C. capitata* (Boulahia-Kheder et al., 2012; Çalıklı, 2015) and the high number of nontarget insects (Boulahia Kheder & Jerraya, 2010; Çalıklı, 2015). The objective of the current study was to investigate the effectiveness of attractants for genders of *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on citrus varieties in Hatay province of Türkiye.

MATERIALS and METHODS

The studies were conducted in 2016-2017 to investigate the effectiveness of attractants for genders of *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on citrus varieties in Hatay province of Türkiye. A single and the combinations of two and three attractants, ammonium acetate (AA), ammonium carbonate (AC), ammonium bicarbonate (AB), trimethylamine (TMA), diaminoalkane (cadaverine) (C) and 1,4-diaminobutane (putrescine) (P) were used as synthetic food-based lures with SEDQ type traps (Table 1). An attractant or mixed attractants impregnated into paper handkerchiefs were used. Each of the paper handkerchief package (10x7.5 cm) had a 3-mm diameter hole and contained 25 g attractant or mix of attractants, 2 ml of 10% propylene glycol to decrease water evaporation and 2 ml of 2% dichlorvos. In the first year, the study was conducted as randomized complete block design with 5 treatments and 10 replications at w-murcott mandarin orchard located at Narpak farms in Reyhanlı, Hatay. In the second year, the study was conducted as randomized complete block design with 5

treatments and 5 replications at satsuma mandarin orchard located at Bahçe70 in Dörtyol, Hatay. The traps were placed at 1.5-2m high on southeastern side of the w-murcott trees (1 trap per three trees) on 29 June 2016. The traps were placed at 1.5-2m high on southeastern side of the satsuma mandarin trees (1 trap per three trees) on 4 August 2017. Traps were removed from w-murcott trees on 10 November 2016 and from satsuma mandarin trees 16 November 2017. Traps brought to the laboratory and captured female and male of *C. capitata* were counted. All data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) with the SAS software and means were separated by the Least Significant Difference (LSD) Multiple Comparison Tests ($P < 0.05$) (SAS Institute Inc. 1998).

Table 1. Traps baited with different attractants used at 'w-murcott' and 'satsuma' mandarin orchards in Reyhanlı and Dörtyol districts of Hatay province in 2016-2017

Çizelge 1. 2016-2017 yıllarında Hatay ili Reyhanlı ve Dörtyol ilçelerindeki 'w-murcott' ve 'satsuma' mandalina bahçelerinde tuzaklarda kullanılan cezbedici maddeler

Treatments (Lures) ^a	2016	2017
	Lures (gr)/trap ²	Lures (gr)/trap ²
Ammonium acetate	0.42	7.5
Ammonium carbonate	0.42	7.5
Ammonium bicarbonate	---	7.5
Ammonium acetate+Ammonium carbonate	0.42+0.42	---
Ammonium acetate +Trimethylamine+Putrescine	0.42+0.13+0.01	7.5+3.16+0.05
Ammonium acetate+Trimethylamine+Cadaverine	0.42+0.13+0.01	7.5+3.16+0.05

^aLures abbreviations: Ammonium acetate (AA), Ammonium carbonate (AC), Ammonium bicarbonate (AB), Ammonium acetate+Ammonium carbonate (AA+AC), Ammonium acetate + Trimethylamine + Putrescine (AA+TMA+P), Ammonium acetate+ Trimethylamine +Cadaverine (AA+TMA+C).

²Putrescine and Cadaverine used as (mg) and rest of the treatments (lures) used as (gr).

RESULTS and DISCUSSIONS

Effectiveness of the attractants for genders of *C. capitata* varied in each of the variety and the sampling year. In the first year, the highest mean of males of *C. capitata* was caught by the combination of ammonium acetate + trimethylamine + putrescine attractant traps ($F=1.78$, $P= 0.0860$), while the highest mean of female and male + female of *C. capitata* were caught by the ammonium acetate attractant traps ($F=0.71$, $P= 0.77412$; $F=0.55$, $P= 0.835$) and yet there were no significant differences among treatments (Table 2).

Table 2. Capture of the genders of *C. capitata* traps baited with attractants at w-murcott mandarin orchard in 2016

Çizelge 2. 2016 yılında w-murcott mandalina bahçesinde cezbedici tuzaklar tarafından yakalanan *C. capitata*'nın cinsiyetlere göre ortalamaları

Treatments (attractants)	Means of catches insects per ten traps ²		
	<i>C. capitata</i> (♂)	<i>C. capitata</i> (♀)	<i>C. capitata</i> (♂,♀)
Ammonium acetate	7.40a	74.80a	82.20a
Ammonium carbonate	6.20a	61.10a	67.30a
Ammonium acetate+Ammonium carbonate	6.20a	39.10a	45.30a
Ammonium acetate +Trimethylamine+Putrescine	11.90a	47.50a	59.40a
Ammonium acetate+Trimethylamine+Cadaverine	4.50 a	41.90a	46.40a

²Numbers within a column not followed by the same letter are significantly different ($P<0.05$) by LSD.

In the first year, a total of 3,006 *C. capitata* adults (2,644♀, 362♂) were caught by attractant traps at the 'w-murcott' mandarin orchard located at Narpak farms in Reyhanlı district (Figure 1). The mean of the females was significantly

higher than the mean of the males (F: 14.79; P: 0.0001). In addition, the percent of females (87.95) was significantly higher than the percent of males (12.04).

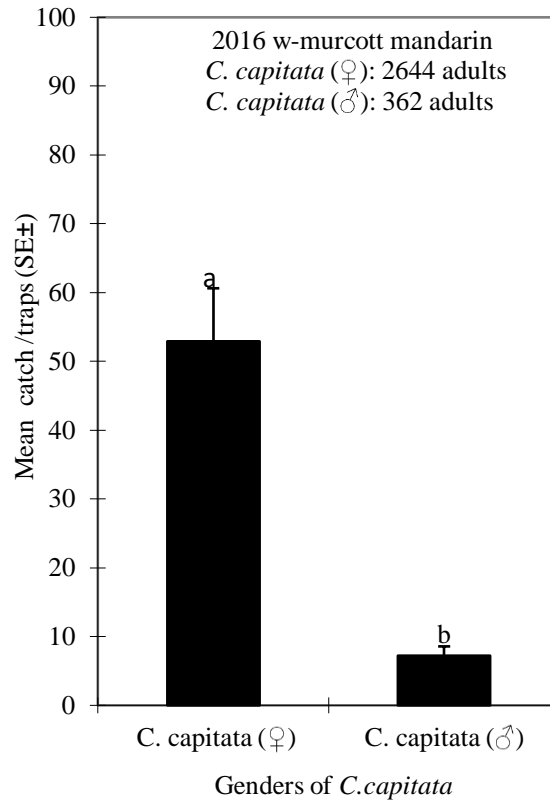


Figure 1. Mean (\pm SE) catches of medfly adults with traps baited with attractants (29 June-10 November, 2016) at w-murcott mandarin orchard. Different letters above bars indicate significant differences according to Least Significant Difference (LSD) ($P < 0.05$)

Şekil 1. W-murcott mandalina bahçesinde (29 Haziran-10 Kasım 2016) tarihleri arasında cezbedici içeren tuzaklar tarafından yakalanan *Ceratitıs capitata* ortalamaları (\pm SE). LSD ($P < 0,05$) göre çubukların üzerindeki farklı harfler önemli farklılıkları gösterir

In the second year, the highest mean of male, female and male + female of *C. capitata* were caught by the ammonium acetate attractant traps (Table 3). The mean of the males was significantly higher for traps baited with ammonium acetate than those of baited with other attractants (F=7.63, P= 0.0003). The mean of the females was significantly higher for traps baited with ammonium acetate than those baited with ammonium carbonate, ammonium bicarbonate and ammonium acetate + trimethylamine + putrescine (F: 2.70, P: 0.0432). The mean of male + female of *C. capitata* was significantly higher for traps baited with ammonium acetate than traps baited with ammonium carbonate, ammonium bicarbonate, ammonium acetate + trimethylamine + putrescine and ammonium acetate + trimethylamine + cadaverine (F: 12.38, P: 0.0001).

Table 3. Capture of the genders of *Ceratitis capitata* traps baited with attractants at satsuma mandarin orchard in 2017

Çizelge 3. 2017 yılında satsuma mandalin bahçesinde cezbedici maddelerle yemlenen tuzakların *Ceratitis capitata* cinsiyetlerini yakalama ortalamaları

Treatments (attractants)	Means of catches insects per five traps ^z		
	<i>C. capitata</i> (♂)	<i>C. capitata</i> (♀)	<i>C. capitata</i> (♂,♀)
Ammonium acetate	170.80a	123.40a	294.00a
Ammonium carbonate	1.80b	15.80b	17.60c
Ammonium bicarbonate	2.20b	28.60b	30.80c
Ammonium acetate +Trimethylamine+Putrescine	4.80b	36.80b	41.60bc
Ammonium acetate+Trimethylamine+Cadaverine	13.00b	70.60ab	83.60b

^zNumbers within a column not followed by the same letter are significantly different ($P < 0.05$) by LSD.

In the second year, a total of 2338 *C. capitata* adults (1375♀, 963♂) were caught by the attractant traps at the 'satsuma' mandarin orchard located at Bahçe 70 in Dörtöyl district (Figure 2). The mean of females was significantly higher than mean of males (F: 3.28; P: 0.0024). In addition, the percent of females (58.81) was significantly higher than the percent of males (41.18).

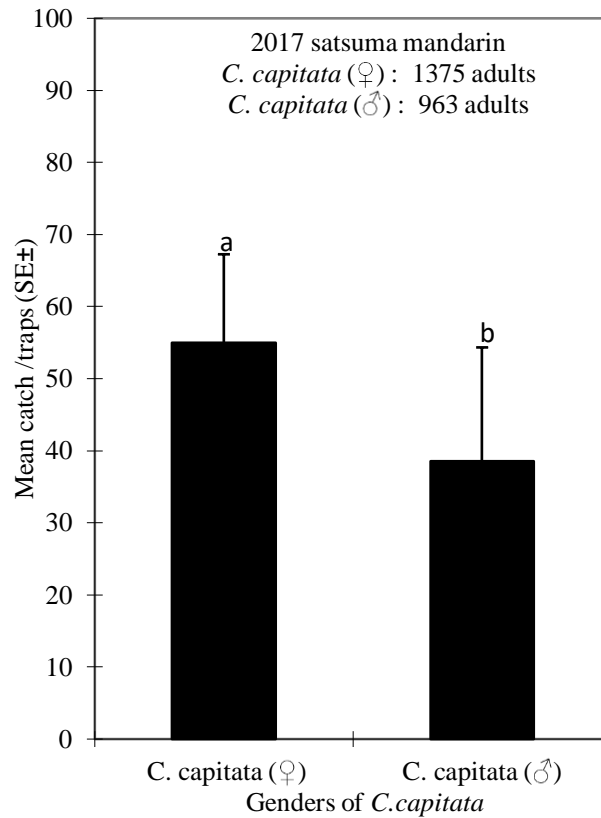


Figure 2. Mean (\pm SE) catches of medfly adults with traps baited with attractants (4 August-16 November, 2017) at satsuma mandarin orchard. Different letters above bars indicate significant differences according to Least Significant Difference (LSD) ($P < 0.05$)

Şekil 2. Satsuma mandalina bahçesinde (4 Ağustos-16 Kasım 2017) tarihleri arasında cezbedici içeren tuzaklar tarafından yakalanan *Ceratitis capitata* ortalamaları (\pm SE). LSD ($P < 0,05$) göre çubukların üzerindeki farklı harfler önemli farklılıkları gösterir

The trimedlure, ceralure, protein-based baits and lures are important components to detect, monitor and control of *C. capitata* on various fruits (Beroza et al., 1961; Cunningham, 1989; Heath et al., 1995; Heath et al., 1997; Gilbert & Bingham, 1999; IAEA, 2003; Navarro-Llopis et al., 2008; Shelly et al., 2014; Demirel & Akyol, 2017; Kılıç & Demirel, 2018; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019ab; Sayım, 2019; Demirel, 2023a). The trimedlure and ceralure are widely used as synthetic attractant for males of *C. capitata* (Beroza et al., 1961; Leonhardt et al., 1987; Jang et al., 2003; IAEA, 2003; Akyol, 2014; Kılıç, 2015; Demirel & Akyol, 2017; Gürbüz, 2018; Kılıç & Demirel, 2018; Demirel, 2023a). Traps baited with protein-based baits and lures are also used for capture of males and females of *C. capitata* (Heath et al., 1997; IAEA, 2003; Navarro-Llopis et al., 2008; Shelly et al., 2014; Demirel et al., 2018; Acar, 2019; Demirel, 2019ab; Sayım, 2019; Yiğit, 2019; Çay, 2021; Acımiş Sarigül, 2022; Demirel, 2023a). In addition, the food-based lures capture both females and males (Epsky et al., 1999; IAEA, 2003; Shelly et al., 2014; Demirel et al., 2018; Acar, 2019; Demirel, 2019ab; Sayım, 2019; Yiğit, 2019; Çay, 2021; Acımiş Sarigül, 2022; Demirel, 2023a), whereas food-based baits have been reported to cause the high capture of nontarget insects (Katsoyannos et al., 1999; Boulahia Kheder & Jerraya, 2010; Boulahia-Kheder et al., 2012; Çalıklı, 2015; Demirel, 2019ab).

The formulations of ammonia have been produced for use as lures in fruit fly traps, including ammonium acetate, ammonium bicarbonate and ammonium carbonate (Shelly et al., 2014; Demirel, 2019ab; Demirel, 2023a). In addition, ammonium acetate, putrescine (Heath et al., 1995; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a), ammonium acetate, putrescine, trimethylamine (Heath et al., 1997; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a; Demirel, 2023a), ammonium acetate, trimethylamine, cadaverine (Navarro-Llopis et al., 2008; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a; Demirel, 2023a), ammonium acetate, n-methyl pyrrolidine (Navarro-Llopis et al., 2008) and ammonium acetate, trimethylamine (Navarro-Llopis et al., 2008; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019ab) were used for luring *C. capitata*. Moreover, ammonium carbonate has long been known to attract females of *C. capitata* (Gothilf & Levin, 1989; Reynolds & Prokopy, 1997; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019ab; Demirel, 2023a). Furthermore, an effective female-targeted trapping system baited with ammonium acetate, putrescine and trimethylamine was developed (Heath et al., 1997; Katsoyannos et al., 1999; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a; Demirel, 2023a). Several studies have confirmed the high selectiveness and effectiveness of the combinations of several synthetic food attractants based on ammonium acetate, putrescine and trimethylamine for *C. capitata* females capture (Heath et al., 1997; Epsky et al., 1999; Miranda et al., 2001; Alemany et al., 2004; Demirel et al., 2018; Demirel, 2019a; Demirel, 2023a). Demirel (2019b) reported that the trapping the genders of *C. capitata* on pomegranate fruits with various attractants varied in each of the sampling years. In the first year, a total of 2,789 *C. capitata* adults (1619♀, 1170♂) were caught by attractant traps at the 'Katırbaşı' pomegranate orchard. The highest mean of male, female and male + female of *C. capitata* were caught by the combination of ammonium acetate + ammonium carbonate attractant traps. In the second year, a total of 7,787 *C. capitata* adults (5271♀, 2516♂) were caught by attractant traps at the 'Hicaz' pomegranate orchard. The highest mean of male *C. capitata* was caught by the combination of ammonium acetate + ammonium bicarbonate attractant traps. Demirel et al. (2018) reported that effectiveness of various attractants to medfly on pomegranate fruits in Hatay province. The effectiveness of various attractants to *C. capitata* on pomegranate fruits varied in each of the sampling years and variety of pomegranate. In 2015, a total of 6,444 medfly adults were caught by attractant traps at the 'Hicaz' pomegranate and the highest mean of catches were caught by the combination of ammonium acetate + ammonium bicarbonate attractant traps. In 2016, a total of 5,482 medfly adults were caught by attractant traps at the 'Katırbaşı' pomegranate and the highest mean of catches were caught by the combination of ammonium acetate + trimethylamine + diaminoalkane (cadaverine) attractant traps. Demirel (2023b) reported that the study was conducted in 2016-2018 to determine comparison of food-based synthetic attractants for capture of *C. capitata* on persimmon fruits in Dörtüol and Antakya district of Hatay province. As a result of two years of investigations, efficacy of various attractants varied in each of the sampling years. In 2016, the highest mean of *C. capitata* were observed by the combination of ammonium acetate

+ ammonium carbonate attractant traps. In 2018, the highest mean of *C. capitata* were observed by a single of ammonium carbonate and ammonium bicarbonate attractant traps.

In conclusion, after two-year of the study, the effectiveness of attractants for genders of *C. capitata* varied in each of the variety and sampling year. In 2016, the highest mean of the males of *C. capitata* was caught by the combination of ammonium acetate + trimethylamine + putrescine attractant traps. In 2017, the highest mean of male, female and male + female of *C. capitata* were caught by the ammonium acetate attractant traps. In both years, the mean of females was significantly higher than the mean of males. In addition, the percent of females was significantly higher than the percent of males.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author(s) 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

- Acar, M. (2019). Hatay ili turunçgil bahçelerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin cezbediciler ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 50 s, Hatay.
- Acımuş Sarıgül, İ. (2022). Adana ilinde erkenci-geççi turunçgil çeşitlerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin kitlesel tuzaklama ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 30 s, Hatay.
- Akyol, E. (2014). Hatay ili mandalina bahçesinde kitlesel tuzaklama yöntemi ile Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 51 s, Hatay.
- Alemany, A., Alonso, D., & Miranda, M.A. (2004). Evaluation of improved Mediterranean fruit fly attractants and retention systems in the Balearic Islands (Spain). In: *Proceedings of the 6th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*, Ed. by Barnes BN, Isteg Scientific Publications, Centurion, 355-359.
- Anonymous (2021). *Turkish Statistical Institute*. https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkise_l.zul (Access date: 27.10.2023).
- Bachrouh, O. (2003). Lutte biologique contre la mouche Méditerranéenne des fruits *C. capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) par le biais de bio-pesticides. Mémoire de Mastère, Institut National Agronomique de Tunisie, 110 p, Tunisia.
- Beroza, M., Green, N., Gertler, S.I., Steiner, L.F., & Miyashita, D. (1961). Insect attractants, new attractants for the Mediterranean fruit fly. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 9, 361-365. <https://doi.org/10.1021/jf60117a007>
- Boulahia-Kheder, S., & Jerraya, A. (2010). Premiers résultats en Tunisie sur la capture de masse, moyen alternatif de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits *C. capitata* (Diptera, Tephritidae). *Annales de l'INRAT*, 82, 168-180.

- Boulahia-Kheder, S., Loussaïef, F., Ben Hmidène, A., Trabelsi, I., Jrad, F., Akkari, Y., & Fezzani, M. (2012). Evaluation of two IPM programs based on mass-trapping against the Mediterranean fruit fly *C. capitata* on citrus orchards. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 7, 53-66.
- Boulahia-Kheder, S., Salleh, W., Awadi, N., Fezzani, M., & Jrad, F. (2011). Efficiency of different traps and lures used in mass-trapping of the Mediterranean fruit fly *C. capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). Integrated control in Citrus fruit crops. *IOBC/WPRS Bulletin*, 62, 215-219.
- Çalıkli, Ş. (2015). Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae)'nin mücadelesinde farklı cezbedicilerin kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 65 s, Hatay.
- Çay, C.A. (2021). Hatay ili Samandağ ilçesindeki mandalin çeşitlerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin kitlesel tuzaklama ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 56 s, Hatay.
- Cunningham, R.T. (1989). Parapheromones. In: *World crop pests, vol. 3A. Fruit flies, their biology, natural enemies and control* (A.S. Robinson and G. Hooper, Eds.), Elsevier, Amsterdam, 221-230.
- Demirel, N. (2019a). Efficacy of various attractants to Mediterranean fruit fly, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (7), 5390-5397.
- Demirel, N. (2019b). Trapping genders of *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) and other Dipteran with various attractants on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (4), 2937-2941.
- Demirel, N. (2023a). Comparison of food-based synthetic attractants for capture of *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 6 (3), 302-310. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.1354718>
- Demirel, N. (2023b). Infestation rates of Mediterranean fruit fly [*C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)] on common guava (*Psidium guajava* L.) fruits. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (3), 649-657. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1326527>
- Demirel, N. (2016). Population density and damage ratios of Mediterranean fruit fly, *C. capitata* Wiedemann (Diptera Tephritidae) on pomegranate orchards in Turkey. *Entomology and Applied Science Letters*, 3 (5), 1-7. www.easletters.com
- Demirel, N., Yıldırım, A.E., & Kılıç, G. (2018). Effectiveness of various attractants for Mediterranean fruit fly, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) on pomegranate fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5), 3191-3198.
- Demirel, N., & Akyol, E. (2017). Evaluation of mass trapping for control of Mediterranean fruit fly, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Satsuma mandarin in Hatay province of Turkey. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 3 (12), 32-37. <https://ijoeear.com/>
- Epsky, N.D., Hendrichs, J., Katsoyannos, B.I., Vasquez, L.A., Ros, J.P., Zumreoglu, A., Pereira, R., Bakri, A., Seewooruthun, S.I., & Heath, R.R. (1999). Field evaluation of female targeted trapping systems for *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) in seven countries. *Journal of Economic Entomology*, 92 (1), 156-164. <https://doi.org/10.1093/jee/92.1.156>
- FAO (2020). *FAOSTAT online database*. Available at link. <https://www.fao.org/faostat>
- Gazit, Y., Rössler, Y., Epsky, N.D., & Heath, R.R. (1998). Trapping females of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel: comparison of lures and trap type. *Journal of Economic Entomology*, 91 (6), 1355-1359. <https://doi.org/10.1093/jee/91.6.1355>
- Gilbert, J., & Bingham, R.R. (1999). Insect Trapping Guide. California Department of Food and Agriculture, MF 1-9.
- Gothilf, S., & Levin, G. (1989). Attraction of the Mediterranean fruit fly to ammonium and protein bait. In: *Fruit flies of economic importance* (Cavalloro R., ed). A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 387-391.

- Gürbüz, T. (2018). Antalya ili turunçgil bahçelerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin kitleselel tuzaklama ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 77 s, Hatay.
- Heath, R.R., Epsky, N.D., Dueben, B.D., Rizzo, J., & Jeronimo, F. (1997). Adding methyl-substituted ammonia derivatives to food-based synthetic attractants on capture of the Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 90, 1584-1589. <https://doi.org/10.1093/jee/90.6.1584>
- Heath, R.R., Epsky, N.D., Guzmán, A., Dueben, B.D., Manukian, A., & Meyer, W.L. (1995). Development of a dry plastic insect trap with food-based synthetic attractant for the Mediterranean fruit fly and Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 88, 1307-1315. <https://doi.org/10.1093/jee/88.5.1307>
- Heath, R.R., Epsky, N.D., Midgarden, D., & Katsoyannos, B.I. (2004). Efficacy of 1,4-diamino-butane (Putrescine) in a food-based synthetic attractant for capture of Mediterranean and Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 97, 1126-1131. [10.1603/0022-0493\(2004\)097\[1126:eodpia\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2004)097[1126:eodpia]2.0.co;2)
- Hoelmer, K.A., & Dahlsten, D.L. (1993). Effect of malathion bait spray on *Aleyrodes spiraeoides* (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids in northern California. *Environmental Entomology*, 22, 49-56. <https://doi.org/10.1093/ee/22.1.49>
- IAEA (2003). Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes. Insect Pest Control Section, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- Jang, E.B., Holler, T., Cristofaro, M., Lux, S., Raw, A.S., Moses, A.L., & Carvalho, L.A. (2003). Improved attractants for Mediterranean fruit fly, *C. capitata* (Wiedemann): responses of sterile and wild flies to (-) enantiomer of ceralure B1. *Journal of Economic Entomology*, 96, 1719-1723. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-96.6.1719>
- Katsoyannos, B.I., Heath, R.R., Papadopoulos, N.T., Epsky, N.D., & Hendrichs, J. (1999). Field evaluation of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) female selective attractants for use in monitoring programs. *Journal of Economic Entomology*, 92, 583-589. <https://doi.org/10.1093/jee/92.3.583>
- Kılıç, G. (2015). Hatay ili Trabzon hurması bahçelerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 142 s, Hatay.
- Kılıç, G., & Demirel, N. (2018). A population fluctuation and damage rates of *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) on persimmon fruits in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (7), 5072-5077.
- Leonhardt, B.A., Cunningham, R.T., Rice, R.E., Harte, E.M., & McGovern, T.P. (1987). Performance of controlled-release formulations of trimedlure to attract the Mediterranean fruit fly, *C. capitata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 44, 45-51. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1987.tb02238.x>
- Liquido, N.J., Shinoda, L.A., & Cunningham, R.T. (1990). Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera, Tephritidae) an annotated world review. Miscellaneous Publications 77. Entomological Society of America, Lanham, MD. p.1863-1878. <https://doi.org/10.1093/jee/83.5.1863>
- Marty, M.A., Dawson, S.V., Bradman, M.A., Harnly, M.E., & Dibartolomeis, M.J. (1994). Assessment of exposure to malathion and maloxon due to aerial application over urban areas of southern California. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 4, 65-81. <https://europepmc.org/article/med/7894269>
- Miranda, M.A., Alonso, R., & Alemany, A. (2001). Field evaluation of Medfly (Dipt., Tephritidae) female attractants in a Mediterranean agrosystem (Balearic Islands, Spain). *Journal of Applied Entomology*, 125, 333-339. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2001.00548.x>
- Navarro, V., Alfaro, F., Dominguez, J., Sanchis, J., & Primo, J. (2008). Evaluation of traps and lures for mass trapping of Mediterranean fruit fly in citrus groves. *Journal of Economic Entomology*, 101, 126-131. <https://doi.org/10.1093/jee/101.1.126>
- Ollitrault, P., Curk, F., & Kruege, R. (2020). Citrus taxonomy. In: Talon, M., Caruso, M., Gmitter, F.G. (Eds.), *The genus Citrus*. Woodhead Publishing, Duxford, UK, pp. 57-81.

- Papadopoulos, N.T., Katsoyannos, B.I., Kouloussis, N.A., Hendrichs, J., Carey, J.R., & Heath, R.R. (2001). Early detection and population monitoring of *C. capitata* (Diptera: Tephritidae) in a mixed-fruit orchard in Northern Greece. *Journal of Economic Entomology*, 94, 971-978. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.4.971>
- Reynolds, A.H., & Prokopy, R.J. (1997). Evaluation of odor lures for use with red sticky spheres to trap apple maggot (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 90, 1655-1660. <https://doi.org/10.1093/jee/90.6.1655>
- Roessler, Y., & Chen, C. (1994). The Mediterranean fruit fly, *C. capitata*, a major pest of citrus in Israel, its regulation and control. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 24, 813-816. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1994.tb01102.x>
- SAS Institute (1998). *User's guide, version 6*. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sayım, Z. (2019). Hatay ili Trabzon hurması bahçelerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin cezbediciler ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 60 s, Hatay.
- Shelly, T.E., Epsky, N., Jang, E.B., Reyes-Flores, J., & Vargas, R.I. (2014). Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies. Lures, Area-Wide Programs, and Trade Implications, 643 p.
- Thomas, M.C., Heppner, J.B., Woodruff, R.E., Weems, H.V., Steck, G.J., & Fasulo, T.R. (2010). Mediterranean fruit fly, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). University of Florida, IFAS Extension. EENY-214. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN371>
- Urbaneja, A., Chueca, P., Monton, H., Pascual-Ruiz, S., Dembilio, O., Vanaclocha, P., Abad-Moyano, R., Pina, T., & Castanera, P. (2009). Chemical alternatives to malathion for controlling *C. capitata* (Diptera: Tephritidae), and their side effects on natural enemies in Spanish citrus orchards. *Journal of Economic Entomology*, 102, 144-151. <https://doi.org/10.1603/029.102.0121>
- Urbaneja, A., Dembilio, O., Tortosa, D., Vinuela, E., & Castanera, P. (2004). Efectos secundarios de tratamientos cebo usados para el control de *C. capitata*, sobre fauna útil. *Phytoma España*, 160, 28-40. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/4067?locale-attribute=es>
- Vargas, R.I., Peck, S.L., McQuate, G.T., Jackson, C.G., Stark, J.D., & Armstrong, J.W. (2001). Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoid and a novel bait spray. *Journal of Economic Entomology*, 94, 817-825. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.4.817>
- White, I.M., & Elson-Harris, M. (1992). *Fruit flies of economic importance: their identification and bionomics*. CAB International, Wallingford, U.K. 601 pp.
- Yiğit, S. (2019). Erkenci mandarin çeşitlerinde Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'nin kitlesele tuzaklama ile kontrolü ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 50 s, Hatay.

Laser trilobum L., *Hypericum scabrum* L., ve *Teucrium polium* L. bitkilerinin metanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri, mikrobiyolojik özellikleri ve fenolik bileşen miktarlarının belirlenmesi


Determination of antioxidant activities, microbiological properties and phenolic component amounts of methanol extracts of *Laser trilobum* L., *Hypericum scabrum* L. and *Teucrium polium* L. plants

Filiz UÇAN TÜRKMEN¹, Kardelen ÖZKAN¹, Gülcan KOYUNCU², Ümit Haydar EROL³

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 79000, Kilis, Türkiye.

²Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, 79000, Kilis, Türkiye.

³Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 79000, Kilis, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 30.11.2023 Accepted / Kabul: 28.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel Antioksidan Fenolik bileşen <i>Hypericum scabrum</i> L. <i>Laser trilobum</i> L. <i>Teucrium polium</i> L.</p> <p>Keywords: Antioxidant Antibacterial Phenolic compound <i>Hypericum scabrum</i> L. <i>Laser trilobum</i> L. <i>Teucrium polium</i> L.</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Filiz UÇAN TÜRKMEN ucanfiliz@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/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Kefe kimyonu (<i>Laser trilobum</i> L.), kızılıcı otu (<i>Hypericum scabrum</i> L.) ve peryavşan (<i>Teucrium polium</i> L.) bitkilerinden elde edilen metanol ekstraktlarında, DPPH radikal giderme aktivitesi %79.25-86.41; fosfomolibdenyum antioksidan analizine göre antioksidan aktivite değeri 0.584-0.906 µg TE g⁻¹; demir indirgeme kapasitesi antioksidan analizi değerleri 1.214-1.384 abs.; bakır indirgeme antioksidan aktivite değerleri 114.04-173.17 mg troloks eş değeri g⁻¹ sample aralığında belirlenmiştir. Fenolik bileşen miktarları toplamı Peryavşan (10.899,31 mg kg⁻¹) > Kızılıcı otu (6467.20 mg kg⁻¹) > Kefe Kimyonu (5664.28 mg kg⁻¹) olarak tespit edilmiştir. <i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>Salmonella typhimurium</i> ve <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027'ye karşı özütlerde herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; <i>Staphylococcus aureus</i>'a karşı inhibitör etki kızılıcı otu metanol ekstraktında gözlenmiş ve zon çapı 16 mm olarak ölçülmüştür. Bu bitkilerin ekstraktlarından elde ettiğimiz fitokimyasal içerikler ve bu içeriklerin etkilediği antioksidan ve mikrobiyolojik aktivitelere yönelik verilerimiz; fitoterapi, tıbbi ve gıda alanlarında fayda sağlayabilir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The total amount of phenolic substances in methanol extracts obtained from cumin (<i>Laser trilobum</i> L.), cranberry (<i>Hypericum scabrum</i> L.) and peryavşan (<i>Teucrium polium</i> L.) plants DPPH radical scavenging activity of extracts was 79.25-86.41%; according to phosphomolybdenum antioxidant analysis, antioxidant activity value is 0.584-0.906 µg TE g⁻¹; iron reduction capacity antioxidant analysis values 1.214-1.384 abs.; the copper reduction antioxidant activity values were determined as 114.04-173.17mg trolox equivalent g⁻¹ sample. The total amount of phenolic components was determined as Peryavşan (10.899.31 mg kg⁻¹)>Cranberry grass (6467.20 mg kg⁻¹)>Kefe Cumin (5664.28 mg kg⁻¹). While no inhibitory effect was observed in the extracts against <i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>Salmonella typhimurium</i> and <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027; Inhibitory effect against <i>Staphylococcus aureus</i> was observed in cranberry grass methanol extract and the zone diameter was measured as 16 mm. Our data on the phytochemical contents we obtained from the extracts of these plants and the antioxidant and microbiological activities affected by these contents; may provide benefits in the phytotherapy,medical and food fields.</p>
Cite/Atf	Türkmen, F.U., Özkan, K., Koyuncu, G., & Erol Ü. H. (2024). <i>Laser trilobum</i> L., <i>Hypericum scabrum</i> L., ve <i>Teucrium polium</i> L. bitkilerinin metanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri, mikrobiyolojik özellikleri ve fenolik bileşen miktarlarının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 353-365. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1398330

GİRİŞ

Bitkiler geçmişten günümüze pek çok hastalık ve rahatsızlıkların giderilmesi için kullanılan doğal kaynaklardır. Doğa biliminin gelişmesine bağlı olarak, antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinen bitkilerin etken maddeleri belirlenmeye başlanmış ve yaklaşık yüz yıldır bitkileri analiz etmek için modern araştırma yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Shelef, 1983). Genellikle bitkilerin tıbbi etkilerinin, fenolik bileşikler gibi ikincil metabolitler yoluyla meydana geldiğine inanılmaktadır. Fenolik bileşenler (flavonoller, tanenler, fenolik asit vb.) antioksidan ve antimikrobiyal aktivite göstererek çeşitli hastalıkların tedavisinde etkin rol oynamaktadır (Pereira ve ark., 2009; Chedia ve ark., 2013; Mahmoudi ve ark., 2016; Bektaş ve ark., 2018). Türkiye flora zenginliğinden dolayı geleneksel tıpta kullanılan birçok şifalı bitkiye sahiptir. Güneydoğu bölgesinde yayılış gösteren peryavşan ve kızılçık bitkilerinde yapılan farklı çalışmalarda bu bitkilerin farklı tipte fenolik ve biyolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Jürgenliemk & Nahrstedt, 2002; Çirak ve ark., 2011; Shafaghat, 2011; Ebrahimzadeh ve ark., 2010). Ayrıca hem Gümüşhane ili hem de çevresinde bulunan kefe kimyonu denilen baharat da antimikrobiyal, antioksidan ve biyolojik özellikleri nedeniyle farklı araştırmalarda çalışılmıştır (Ebrahimzadeh ve ark., 2010).

Umbeliferae familyasından kefe kimyonu, çok yıllık, yaklaşık 120 cm uzunluğuna varabilen, dik, sarımsı yeşil renkli, otsu, yabani bir bitkidir. *Laser trilobum* L. (L.) Borkh. [syn: *Laserpitium trilobum* L., *Siler trilobum* (L.) Crantz botanik adıdır. Meyveleri baharat olarak kullanılmaktadır. Şimdiye dek yeteri kadar araştırılmamış bir baharattır. Bu baharat üzerine ilk araştırmalar 1920 yıllarında başlamış ve bu öncü araştırmada ise kefe kimyonunun uçucu yağının hem kimyasal hem de fiziksel özellikleri tespit edilmiştir (Guenther, 1953; Parlatan, 2005). Fakat şu ana dek diğer özellikleri üzerine kapsamlı araştırmaya rastlanmamıştır. Doğal ürünlere olan talebin artmasına bağlı olarak hem ülkemizde hem de dünyada son 20 yıla baktığımızda kefe kimyonu araştırmalara konu olmuştur (Parlatan, 2005).

Kızılçık otunun bulunduğu *Hypericum* çok yaygın bir genustur. Yeryüzünde 350'ye yakın türüne rastlandığı gibi Anadolu'da da şimdiye kadar tespit edilenlerin sayısı 70 civarındadır. Kızılçık otu (*Hypericum scabrum* L.) Guttiferae familyasından çok senelik, otsu bir bitkidir. Çiçek açma dönemi Ağustos ayı olup boyu yaklaşık olarak 40-50 cm olabilen, kayalık tepelerde yetişen, Türkiye'de oldukça yaygın bir bitkidir (Tanker, 1971).

Peryavşan Ülkemizde Batı Akdeniz bölgesinde doğal olarak yetişen Lamiaceae familyasının *Teucrium* cinsinin bir türüdür. Boyu 40 cm olabilen, beyazımsı renkte çiçekli, çok yıllık, yarı çalimsı bir bitkidir. Çiçek açma dönemi Haziran ve Eylül aralığıdır. Tarla kenarları, meşe çalılıkları, bozkırlar, kuru alanlar, kumullar ve kayalık yamaçlarda yetişir. Halk arasında Acıyavşan da denilen geleneksel tıbbi bir bitkidir. Ülkemizde genellikle ağrı kesici ve spazm önleyici özelliği olduğu bilindiği için mide ve bağırsak hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Doğan, 2022).

Bu çalışmada kefe kimyonu (*Laser trilobum* L.), kızılçık otu (*Hypericum scabrum* L.) ve peryavşan (*Teucrium polium* L.) bitkilerinin metanol ekstraktlarının fitokimyasal içeriklerinin (toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve askorbik asit miktarı) ve aynı zamanda antioksidan aktivitelerinin (DPPH radikal giderim testi, fosfomolibdenyum, demir iyonlarını şelatlama, indirgeme kapasitesi, bakır indirgeme, ABTS radikal katyonu giderimi) araştırılarak, antimikrobiyal aktivitelerinin tespit edilmesi ve fenolik bileşimlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bahsi geçen bitki ekstraktları ile ilgili sınırlı literatür bilgisi olduğu için konunun son derece özgün olduğu ve elde edilecek verilerin gıda, kozmetik ve sağlık endüstrilerine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan Kızılçık Otu (*Hypericum scabrum* L.) ve Peryavşan (*Teucrium polium* L.) bitkileri Gaziantep iline bağlı Yukarı Arıl Mahallesi mevkiinden temin edilmiştir (Lokasyon bilgileri: 103 Ada, 68 parsel, N39-D-12-A-3 pafta, 25.101,54 tapu alanı, Gaziantep Şehitkamil Yukarı Arıl Mah.).

Ekstraksiyon

Kefe Kimyonu (*Laser trilobum* L.), Kızılçık Otu (*Hypericum scabrum* L.) ve Peryavşan (*Teucrium polium* L.) bitkileri doğrudan güneş ışığı almayan serin bir ortamda kurutulduktan sonra, öğütülerek (Arçelik K 3104 marka kahve ve baharat öğütücü) toz haline getirilmiş ve sonrasında %85'lik metanol ile oda sıcaklığında 1dk. blenderda homojenize edilmiştir. Daha sonra 5000 rpm'de 10 dk. +4°C'de santrifüj edilerek, filtre kağıdı (Whatman filter paper No.1) ile süzülükten sonra süpernatant 55°C'de vakum altında uzaklaştırılmıştır (Şekil 1). 10mg mL⁻¹ konsantrasyonundaki örnekler analizlerde kullanılmak üzere +4°C'de depolanmıştır (Aydın ve ark., 2015).



Şekil 1. Bitki özütlerini elde etmek için ekstraksiyon aşamaları; a.Tartım, b.Öğütme, c.%85'lik metanol ile homojenize etme, d.Santrifüjleme, e.Süzme, f.Süpernatantı uzaklaştırma

Figure 1. Extraction steps to obtain plant extracts a.Weighing, b.Grinding, c.Homogenizing with 85% methanol, d.Centrifugation, e.Filtration, f.Removing the supernatant

Fizikokimyasal ve antioksidan analizler

Toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, askorbik asit içeriği ve % DPPH radikali giderme aktivitesi analizleri Uçan Türkmen ve Mercimek Takcı (2018)'ya göre gerçekleştirilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi için, 500 µl methanol ekstresi alınarak üzerine 2.5 ml %10'luk Folin Ciocalteu reaktifi ile %7.5'lik 2.5 mL NaHCO₃ eklenip 45°C'de 45 dk. su banyosunda inkübe edilip ardından 765 nm'de spektrofotometre (Biochrom, LibraS60, B, England) ile absorbanslar ölçülmüştür. Hesaplamalar mg GAE g⁻¹ (gallik asit eş değeri) şeklindedir.

Toplam flavonoid madde miktarı analizi için, metanol ekstreleri 1:5 oranında seyreltildikten sonra %5'lik 0.3 mL NaNO₂ eklenmiş, örnekler 5 dk. oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Daha sonra karışıma %10'luk AlCl₃.6H₂O 0.6 mL eklenmiş yine 5 dk. oda sıcaklığında inkübe edilip 1M NaOH 2 mL eklenmiştir. Sonrasında saf suyla son hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır. Absorbanslar 510 nm'de spektrofotometre kullanılarak yapılmış ve sonuçlar mg RE g⁻¹ (rutin eşdeğeri) şeklinde verilmiştir.

Ekstrelerin L-askorbik asit miktarları, mg L⁻¹ şeklinde 2,6-diklorofenolindofenol aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. % DPPH radikali giderme aktivitesinde, 100 µL ekstre alınarak 3.9 µL DPPH (0.025 g L⁻¹ metanolde) eklenmiş; numuneler oda sıcaklığında ve karanlıkta 120 dk. inkübasyona tabii tutulmuştur. 515 nm'de spektrofotometrede absorbans ölçümleri yapılarak, inhibisyonlar aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ DPPH Radikali Giderme Aktivitesi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} * 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

A_{kontrol}: Kontrolün absorbansı

A_{örnek}: Örneğin absorbansı

Demir iyonlarını şelatlama aktivite tayininde, ekstrelerden 1 mL alınıp, üzerlerine 3.7 mL saf su ilave edilmiş; örneklere 100 µL 2 mM FeCl₂ eklendikten sonra da oda sıcaklığında 30 dk. inkübe edilmiştir. Süre sonunda 200 µL 5 mM ferrozin eklenmiş ve karıştırma işlemi takiben 10 dk. sonra absorbanslar 562 nm'de ölçülmüştür. Kontrol örneği de ekstrakt eklenmeden saf su ilavesi (1 mL) ile çalışılmıştır. EDTA'nın 50-250 µg mL⁻¹ konsantrasyonları kullanılarak standart örneklerle de kıyaslama yapılmıştır (Uçan Türkmen ve ark., 2022). İnhibisyon yüzdeleri için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\% \text{ Şelatlama Aktivitesi} = 1 - \frac{562nmde \text{ örnek abs.}}{562nmde \text{ kontrol abs.}} * 100 \quad \text{Eq.(2)}$$

Demir indirgeme kapasitesi tayininde, ekstrelerden 1'er mL alınıp üzerlerine 0.2 M fosfat tamponu (pH=6.6) 2.5 mL eklenmiştir. Daha sonra % 1'lik 2.5 mL K₃Fe(CN)₆ çözeltisi eklenerek 50°C'de 20 dk. inkübasyondan sonra 2.5 mL TCA (% 10) eklenmiştir. Sonrasında örnekler 2500 rpm'de 10 dk. santrifüj edilmiş ve süpernatantlardan 2.5 mL alınarak eşit miktarda saf su ilavesiyle % 0.1'lik 0.5 mL FeCl₃ eklenmiştir. Absorbans ölçümleri spektrofotometrede 700 nm'de gerçekleştirilmiştir (Uçan Türkmen ve ark., 2022).

Trolox eş değeri antioksidan kapasite testi (TEAC) için, 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM ABTS solüsyonu hazırlanmıştır. Bu çözelti, ABTS radikalini üretmek için 12 ve 16 saat boyunca 20°C'ye ayarlanmış bir inkübatörde tutulmuştur. Radikal solüsyonu, numuneleri ve trolox standardını seyreltmek için kullanılan PBS (fosfat tamponu; Fosfat Tampon Salin) solüsyonu hazırlanmıştır. 0.1 M fosfat tamponuna 8.77 g NaCl eklenmiş ve pH 7.4'e ayarlanmıştır. Analize başlamadan önce 1 ml ABTS radikal çözeltisi alınmış ve yaklaşık 90-100 mL PBS ile 734 nm'de 0.700 ± 0.02'lik bir absorbansa seyreltilmiştir. Daha sonra ekstrakt ve PBS karışımının absorbansı ölçülmüştür. Sonuçlar TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) değeri olarak ifade edilmiştir (Uçan Türkmen ve ark., 2020).

Fosfomolibdenyum antioksidan kapasite testi için, 3 mL reaktif çözelti (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat ve 4 mM amonyum molibdat), 300 µl ekstrakt ile hızla karıştırılmıştır. 95°C'de 90 dakika inkübasyondan sonra, absorbans 695 nm'de ölçülmüştür (Biochrom, Libra S60, B). Toplam antioksidan kapasite, trolox eş değeri (µg TE g⁻¹) olarak ifade edilmiştir. Her bir spektrofotometrik analiz en az üç kez tekrarlanmıştır (Zengin ve ark., 2014).

Bakır iyonu indirgeme aktivitesi tayininde, 0.5 mL örnek üzerine, CuCl₂ (1 mL, 10 mM), neokuproin (1 mL, 7.5 mM) ve NH₄AC tamponu (1 mL, 1 M, pH 7.0) eklenmiştir. Benzer şekilde, CuCl₂ içermeyen önceden karıştırılmış bir reaksiyon karışımına (3 mL) numune solüsyonu (0.5 mL) eklenerek bir kör hazırlanmıştır. Daha sonra oda

sıcaklığında 30 dakika inkübasyondan sonra numune ve kör absorbanları 450 nm'de okunmuştur (Baltacı ve ark., 2021).

Fenolik bileşiklerin tayini

Fenolik bileşiklerin tayini için, örnek ekstraktlarında fenolik bileşenlerin analizi ters-faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Agilent, 1260 Infinity RP-HPLC, USA) tekniği kullanılarak saptanmıştır. Fenolik bileşenlerin ayrımı C18 ters faz (110 Å, 5 µm, 4.6 x 250 mm, ACE Generix) HPLC kolonunda yapılmıştır. Her çeşit için analizler üçer kez tekrarlanmıştır. Ayrım işlemi; enjeksiyon hacmi 10 µl, mobil faz A (%0,1 fosforik asit-su çözeltisi) ve B (%100 asetonitril) gradiyent sistemi, fırın sıcaklığı 30°C ve DAD (diode array dedector) dedektörü kullanılmıştır. Analiz süreci, başlangıçta fenolik standart çözeltilerinin cihaza okutulması ve daha sonra bitki ekstraksiyon çözeltilerinin okutulması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kromatogramlardaki fenolik bileşenlerin miktarları, pik alanlarının standart çözeltilerin pik alanlarıyla karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir. Elde edilen veriler mg kg⁻¹ kuru ağırlık şeklinde ifade edilmiştir (Mradu ve ark., 2012; Mizzi ve ark., 2020).

Antibakteriyel aktivite

Kirby-Bauer disk difüzyon metoduna göre antimikrobiyel analizler yapılmıştır (Bauer ve ark., 1966). Mueller Hinton Agara steril eküvyon çubuk kullanılarak, önceden 0.5 MacFarland bulanıklığa ayarlanan mikroorganizma kültürlerinin inokülasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 6 mm çaplı steril boş disklerle her ekstraktan 20 µL emdirilerek agar yüzeyien steril penset yardımıyla yerleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Spesifik pozitif kontrol olarak test edilen her mikroorganizma türüne özgü antibiyotik diskler kullanılmıştır: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 için Polimiksin B (300 unite disk⁻¹), *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Escherichia coli* ATCC 25922 için Tetrasiklin (30 mcg disk⁻¹). Ayrıca steril boş disklerle 20 µL metanol negatif kontrol için emdirilmiştir. 37°C'de 12-24 saat inkübasyondan sonra disklerin etrafında bakterilerin üremediği şeffaf zonlar gözlemlenmiştir.

İstatistiksel analiz

Analiz sonuçları SPSS 23.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir (Bek & Efe, 1988).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kefe kimyonu, kızılcık otu ve peryavşan bitkilerinin metanol ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri ile antioksidan aktiviteleri

Kefe kimyonu, kızılcık otu ve peryavşan bitkilerinin fitokimyasal içerikleri ile antioksidan aktiviteleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Bitkilerden elde edilen özütlerde toplam fenolik madde miktarı 0.763-0.607 mg GAE g⁻¹ aralığında değişiklik göstermiştir. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek kefe kimyonu metanol ekstresinde tespit edilirken (0.763 mg GAE g⁻¹), en düşük peryavşan metanol ekstresinde (0.607 mg GAE g⁻¹) belirlenmiştir. Bitkilerden elde edilen özütlerde toplam flavonoid madde miktarı 0.136-0.040 mg RE g⁻¹ aralığında değişiklik göstermiştir. Toplam flavonoid madde miktarı en yüksek kızılcık otu metanol ekstresinde tespit edilirken (0.136 mg RE g⁻¹), en düşük kefe kimyonu metanol ekstresinde (0.040 mg RE g⁻¹) belirlenmiştir. Bitkilerden elde edilen özütlerde askorbik asit miktarı ise 323.91-57.31 mg L⁻¹ aralığındadır. Askorbik asit miktarı ise en yüksek kızılcık otu metanol ekstresinde (323.91 mg L⁻¹), en düşük peryavşan metanol ekstresinde (57.31 mg L⁻¹) tespit edilmiştir. Analizler sonucunda fitokimyasal içerik olarak incelediğimizde, Kızılcık otu> Kefe kimyonu> Peryavşan şeklinde bir sıralamanın yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 1. Peryavşan, kızılçık otu ve kefe kimyonu metanol ekstraktlarının fitokimyasal içerikleri ile antioksidan aktiviteleri

Table 1. Phytochemical contents and antioxidant activities of methanol extracts of peryavşan, cranberry grass and kefe cumin

	Peryavşan	Kızılçık Otu	Kefe Kimyonu
Toplam Fenolik Madde (mg GAE g ⁻¹)	0.607±0.05 ^b	0.754±0.03 ^a	0.763±0.01 ^a
Toplam Flavonoid Madde (mg RE g ⁻¹)	0.122±0.00 ^b	0.136±0.01 ^a	0.040±0.00 ^c
Ascorbik Asit Miktarı (mg L ⁻¹)	57.31±2.34 ^b	323.91±13.74 ^a	72.18±8.27 ^b
% DPPH Radikali Giderme Aktivitesi	86.11±0.07 ^a	79.25±0.44 ^b	86.41±0.15 ^a
Fosfomolibdenyum analizi (µg TE g ⁻¹)	0.906±0.14 ^a	0.803±0.07 ^a	0.584±0.03 ^b
Demir iyonlarını şelatlama aktivitesi (%)	-	-	-
FRAP (abs.)	1.384±0.01 ^a	1.255±0.04 ^a	1.214±0.19 ^a
CUPRAC (mg troloks eş değeri g örnek ⁻¹)	134.82±15.18 ^b	173.17±9.63 ^a	114.04±0.46 ^c
TEAC (Inhibition %)	-	-	5.982±0.42 ^a
TEAC (µM troloks eş değeri 10g ⁻¹)	-	-	19.90±0.28 ^a

*(Gösterilen veriler n=3'ün ortalama değerleridir. Çizelgede aynı satırlarda farklı sembollerle (a-b;a-c) ifade edilen değerler arasındaki fark anlamlıdır (p<0,05)).

Kefe kimyonu, kızılçık otu ve peryavşan bitkilerinin DPPH radikal giderme aktiviteleri %86.41-79.25 aralığında farklılık göstermiştir. DPPH radikal giderme aktivitesi en yüksek kefe kimyonu metanol ekstresinde (%86.41), en düşük ise kızılçık otu metanol ekstresinde (%79.25) belirlenmiştir. Bitkilerden elde edilen özütlerde fosfomolibdenyum antioksidan analizine göre 0.906-0.584 µg TE g⁻¹ aralığında değerler tespit edilmiştir. Fosfomolibdenyum analizinde ise en yüksek değerler peryavşan metanol ekstresinde (0.906 µg TE g⁻¹) iken, en düşük kefe kimyonu metanol ekstresinde (0.584 µg TE g⁻¹) belirlenmiştir. Bitkilerden elde edilen metanol ekstrelerinde demir iyonlarını şelatlama aktivitesi antioksidan analizi yapılmış ancak demir iyonu şelatlama aktivitesi tespit edilememiştir. FRAP demir indirgeme kapasitesi antioksidan analizinde değerler 1.384-1.214 abs. aralığında farklılık göstermiştir. En yüksek değer peryavşan metanol ekstresinde (1.384 abs.) iken, en düşük değer ise kefe kimyonu metanol ekstresinde (1.214 abs.) tespit edilmiştir. Kefe kimyonu, kızılçık otu ve peryavşan bitkilerinin CUPRAC bakır iyonu indirgeme aktivitesi değerlerinin 173.17-114.04 mg troloks eş değeri g sample⁻¹ aralığında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. CUPRAC bakır iyonu indirgeme aktivitesi en yüksek değeri kızılçık otu metanol ekstresinde (173.17 mg troloks eş değeri g sample⁻¹) iken, en düşük değer kefe kimyonu metanol ekstresinde (114.04 mg troloks eş değeri g sample⁻¹) tespit edilmiştir. Bitkilerden elde edilen özütlerde TEAC (Troloks Eş değeri Antioksidan Kapasite Testi) antioksidan analizinde kefe kimyonu metanol ekstresinde inhibisyon yüzdesi %5.98 olarak belirlenirken, µM troloks eş değeri 10 g⁻¹ değeri 19.90 olarak belirlenmiştir. Peryavşan ve kızılçık otu bitkilerinin metanol ekstrelerinde ise inhibisyon yüzdesi ve µM troloks eş değeri 10 g⁻¹ değerleri saptanmamıştır.

İstatistiksel olarak incelendiğinde ise, fosfomolibdenyum, indirgenme kapasitesi ve troloks eş değeri antioksidan kapasitesi analizlerinde bitkilerin metanol ekstraktları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunurken; diğer analizlerde ise istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Heshmati ve ark. (2018) kepir otu çiçeklerini Hemadan dağından toplayıp, 7 gün boyunca oda sıcaklığında kurutup toz haline getirmişlerdir. Su, metanol, etanol, etil asetat ve aseton ekstraktları hazırlamışlardır. En az fenolik madde miktarını su ekstresinde; en yüksek fenolik madde miktarını ise metanol ekstresinde tespit etmişlerdir. Fenolik madde miktarını 95.65 ± 4.72 μg gallik asite eş değer g^{-1} kuru drog (bitkisel ve hayvansal kaynaklı ilaç hammaddesi), flavonoid madde miktarını 25.39 ± 2.73 μg kersetine eş değer g^{-1} kuru drog olarak saptamışlardır. En yüksek antimikrobiyal ve antioksidan aktivite değerlerini metanol ekstresinde tespit etmişlerdir. Bu sonucun kullanılan ekstraksiyon yöntemi ve solventten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ergin (2022), *H. scabrum* türünün kök, toprak üstü, çiçekli toprak üstü, çiçek ve meyvelerinden elde etmiş olduğu metanol ekstraktlarında antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla 85.21 ± 4.21 , 88.34 ± 4.32 , 82.67 ± 4.53 , 87.95 ± 5.12 , 68.75 ± 2.56 olarak tespit etmiştir. Görüldüğü gibi araştırmacıların antioksidan aktivite değerleri 68.75 - 88.34 aralığında değişiklik göstermiştir. Sonuçların çalışmamızdaki antioksidan değeri ile benzer olduğu tespit edilmekle birlikte bu benzerliğin de kullanılan çözücünün aynı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Antioksidan aktivitedeki değişiklikler genellikle çözücünün farklılığı, ekstraksiyon yönteminin farklılığı ve bitki kısımlarının farklılığından kaynaklanabilmektedir.

Kaltalıoğlu ve ark. (2019) *Laser trilobum* bitkisinin distile su ekstraktında toplam fenolik içeriğini 77.17 mg GAE g^{-1} olarak saptamışlardır. Yine aynı çalışmada, *Hypericum scabrum* bitkisinin saf su ekstraktında toplam fenolik içeriğini 82.76 mg GAE g^{-1} olarak saptamışlardır. Bu çalışmada kullanılan çözücünün su olması ve çalışmamızdaki çözücümüzün de metanol olmasından kaynaklı olarak farklılıklar tespit edilmiştir. Çözücü ekstraksiyonu etkileyen en önemli parametredir.

Ebrahimzadeh ve ark. (2010), *Laser trilobum* bitkisinin yaprak kısmının etanol ekstraktında demir iyonları şelatlama aktivitesini 906.9 $\mu\text{g ml}^{-1}$ olarak tespit etmişler; ayrıca aktivitenin düşük olduğunu ve diğer kısımlarında gözlemlenmediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca *Laser trilobum* bitkisinin etanol ekstraktında toplam flavonoid madde miktarını ise 59.9 mg RE $^{-1}$ g olarak belirlemişlerdir.

Uçar ve ark. (2020), *Hypericum scabrum* bitkisinin metanol ekstraktında toplam flavonoid madde miktarını 0 - 50 mg RE g^{-1} aralığında bulmuşlardır. Ayrıca metanol ekstraktında toplam fenolik madde miktarını 100 - 150 mg GAE g^{-1} aralığında tespit etmişlerdir.

Gök ve ark. (2023), *Hypericum scabrum* bitkisinin etanol ekstraktında askorbik asit miktarını 196.04 mg L $^{-1}$ olarak saptamışlardır. Ayrıca FRAP demir indirgeme kapasitesini 2.533 abs. olarak belirlemişlerdir. *H. scabrum* toprak üstü kısımlarından hazırlanan 0.25 mg ml $^{-1}$ lik 80 etanol ekstresinde, demir iyonları şelatlama aktivitesini 17.02 , ABTS radikal süpürücü etkisini 23.62 olarak tespit etmişlerdir.

Seyrekoglu ve Temiz (2021) *Hypericum scabrum* bitkisinin etanol ekstraktında DPPH radikal giderme aktivitesini 79.17 olarak saptamışlardır. Araştırmacının sonucu bizim sonucumuzla (79.25) benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik ekstraksiyon yöntemi ve kullanılan çözücünün polar olması ile açıklanabilir. DPPH maksimum absorbanşı 517 nm'de meydana gelen kararlı bir serbest radikaldir, bir ekstraktın DPPH tüketim oranı ne kadar yüksek olursa antioksidan potansiyeli de o kadar güçlü olur. Ayrıca Kızılık otu metanol ekstraktında *S. aureus*'a karşı 16 mm'lik zon çapı ile gözlemlenen antibakteriyel aktivite de fenolik bileşen sonucumuzu destekler niteliktedir.

Bahsi geçen bitkilerle ilgili diğer araştırmacıların yaptıkları analiz sonucuna göre kıyaslama yapıldığında benzerlik ve farklılıkların olduğu tespit edilmekte olup, bu farklılıkların kullanılan çözücünün farklılığı, ekstraksiyon yönteminin farklılığı, tarımsal proses farklılığı, ışık, iklim, hasat zamanı, depolama şartları, bitki kısımlarının farklılığı, bitkinin toplandığı bölgenin farklılığı vb. gibi nedenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kefe kimyonu, kızılçık otu ve peryavşanı bitkilerinin metanol ekstraktlarının fenolik bileşen içerikleri

Kefe kimyonu, kızılçık otu ve peryavşanı bitkilerinin metanol ekstraktlarının fenolik bileşenleri Çizelge 2’de verilmiştir. Fenolik bileşen miktarları toplamı Peryavşanı (10.899.31 mg kg⁻¹) > Kızılçık otu (6467.20 mg kg⁻¹) > Kefe Kimyonu (5664.28 mg kg⁻¹) olarak tespit edilmiştir.

Kefe kimyonu bitkisinin metanol ekstraktlarında 4-Hidroksibenzoik asit, o-kumarik asit, t-Ferulik asit, p-kumarik asit, Klorojenik asit, 3-Hidroksinamik asit, Rosmarinik asit, Salisilik asit, t-sinamik asit, Kateşin hidrat, Narinjenin, Rutin, Kuersetin, Krisin ve Resveratrol fenolik bileşikler tespit edilmiştir. Bu fenolik bileşenlerden en yüksek bulunan fenolik bileşiğin o-kumarik asit (1442.95 mg kg⁻¹) iken; en düşük bulunanın 4-Hidroksibenzoik asit (7.05 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir.

Kızılçık otu bitkisinin metanol ekstraktlarında 4-Hidroksibenzoik asit, o-kumarik asit, t-Ferulik asit, Kafeik asit, p-kumarik asit, 3-Hidroksinamik asit, Rosmarinik asit, Salisilik asit, Narinjin, Rutin ve Resveratrol fenolik bileşikler tespit edilmiştir. Bu fenolik bileşenlerden en yüksek bulunan 3-Hidroksinamik asit (3149.61 mg kg⁻¹) olduğu belirlenirken, en düşük bulunan Rosmarinik asit (9.44 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir.

Peryavşanı bitkisinin metanol ekstraktlarında bulunan fenolik bileşenler Vanilik asit, o-kumarik asit, t-Ferulik asit, p-kumarik asit, 3-Hidroksinamik asit, Rosmarinik asit, Salisilik asit, t-sinamik asit, Kateşin hidrat, Narinjin, Rutin, Flavonlar ve Resveratrol fenolik bileşikler tespit edilmiştir. Bu fenolik bileşenlerden en yüksek bulunan Kateşin hidrat (4538.37 mg kg⁻¹) iken en düşük bulunan Rosmarinik asit (22.59 mg kg⁻¹) olduğu tespit edilmiştir.

Kaltalıoğlu ve ark. (2019) yılında yaptıkları bir araştırmada, *Hypericum scabrum* ve *Laser trilobum* bitkilerinin fenolik bileşen içeriklerini *Hypericum scabrum*>*Laser trilobum* şeklinde belirlemişlerdir. En zengin tanımlanabilen fenolik içerik *Hypericum scabrum* özütünde tespit edilmiştir (58.634 mg fenolik g⁻¹). *Hypericum scabrum* bitkisinin özütünde Gallik asit (1.462 mg fenolik g⁻¹), protokatekuik asit (8.171 mg fenolik g⁻¹), p-OH Benzoik asit (5.710 mg fenolik g⁻¹), klorojenik asit (14.084 mg fenolik g⁻¹), vanilik asit (8.838 mg fenolik g⁻¹), kafeik asit (0,930 mg fenolik g⁻¹), şiringik asit (8.085 mg fenolik g⁻¹), p-kumarik asit (0.714 mg fenolik g⁻¹), rutin (2.266 mg fenolik g⁻¹), rosmarinik asit (0.298 mg fenolik g⁻¹) ve kersetin (8.076 mg fenolik g⁻¹) fenolik bileşenleri tespit etmişlerdir. *Laser trilobum* özütünde fenolik bileşen toplamını 16.782 mg fenolik g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Bitkinin özütünde gallik asit (0.260 mg fenolik g⁻¹), protokateuk asit (0,380 mg fenolik g⁻¹), p-OH Benzoik asit (0.298 mg fenolik g⁻¹), klorojenik asit (5.243 mg fenolik g⁻¹), kafeik asit (0.448 mg fenolik g⁻¹), p-kumarik asit (0.314 mg fenolik g⁻¹), rutin (3.843 mg fenolik g⁻¹), benzoik asit (4,090 mg fenolik g⁻¹) ve kersetin (1.906 mg fenolik g⁻¹) fenolik bileşenleri tespit etmişlerdir.

Özer ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada *Teucrium polium* L. demleme örneğinin fenolik bileşik içeriğini LC-MS/MS ile tespit etmişlerdir. *Teucrium polium* L. demleme (7478.9 mg kg⁻¹) örneklerinde 10 flavonoid madde 5 kumarik asit ve 5 fenolik tespit etmişlerdir. *Teucrium polium* L. demleme örneğinde Palergonin (829.9 mg kg⁻¹), Penduletin (241.4 mg kg⁻¹), luteolin (356.4 mg kg⁻¹), apigenin (614 mg kg⁻¹), isorhamnetin (97.5 mg kg⁻¹), guercatagetin-3,6- di metil eter (29.9 mg kg⁻¹), luteolin-7-0-glikozit (1167 mg kg⁻¹), luteolin-5-0-glikozit (835.2 mg kg⁻¹), kaempferol (682.9 mg kg⁻¹), rutin (41.4 mg kg⁻¹), kafeik asit (45,5 mg kg⁻¹), t-ferulik asit (18.7 mg kg⁻¹), klorojenik asit (23.2 mg kg⁻¹), rosmarinik asit (194.5 mg kg⁻¹), p-kumarik asit (13.9 mg kg⁻¹), şirinjik asit (388.3 mg kg⁻¹), fumarik asit (2060.1 mg kg⁻¹) ve pirogallol(34.2 mg kg⁻¹) bileşenlerini tespit etmişlerdir.

Sharififar ve ark. (2008), *Teucrium polium* üzerinde biyoaktivite ve fitokimyasal bir çalışma yapmış, ana flavonoidleri ve antioksidan aktiviteyi araştırmış ve en aktif maddelerin rutin ve apigenin olduğunu bulmuşlardır.

Fenolik bileşikler için tek veya standart bir ekstraksiyon yöntemi yoktur. Elde edilmek istenen aktif maddeye göre yöntemler ve çözücüler değişiklik gösterir. Fenolik bileşiklerin çözünürlükleri de çözündüğü maddenin polaritesinden etkilenir (Atak & Uslu, 2018).

Çizelge 2. Kefe kimyonu, peryavşan ve kızılçık otu bitkilerinin metanol ekstraktlarının fenolik bileşenleri

Table 2. Phenolic compounds of methanol extracts of peryavşan, cranberry grass and kefe cumin

Fenolik Bileşikler	Kefe Kimyonu (mg kg ⁻¹)	Peryavşan (mg kg ⁻¹)	Kızılçık Otu (mg kg ⁻¹)
Fenolik Asitler			
Hydroksibenzoik asitler (mg kg⁻¹)			
Vanilik asit	t.e.	110.28	t.e.
4-Hidroksibenzoik asit	7.05	t.e.	56.93
Hidroksinamik asitler (mg kg⁻¹)			
<i>o</i> -kumarik asit	1442.95	1360.24	1587.75
<i>t</i> -Ferulik asit	107.91	317.39	143.59
Kafeik asit	t.e.	t.e.	858.98
<i>p</i> -kumarik asit	108.782	141.20	54.71
Klorojenik asit	640.38	t.e.	t.e.
3-Hidroksinamik asit	730.27	538.85	3149.61
Rosmarinik asit	304.37	22.59	9.44
Salisilik asit	238.42	543.53	217.95
<i>t</i> -sinamik asit	418.52	766.73	t.e.
Flavonoidler			
Flavan-3-oller(mg kg⁻¹)			
Kateşin hidrat	89.72	4538.37	t.e.
Flavanonlar (mg kg⁻¹)			
Narinjin	t.e.	2154.66	139.23
Narinjenin	68.53	t.e.	t.e.
Flavonoller (mg kg⁻¹)			
Rutin	21.11	79.81	127.84
Kuersetin	625.53	t.e.	t.e.
Flavonlar (mg kg⁻¹)			
Krisin	715.03	t.e.	t.e.
Flavonlar	t.e.	174.85	t.e.
Stilbenoidler (mg kg⁻¹)			
Resveratrol	145.59	150.75	121.11

t.e: Tespit edilemedi (Toplam: Kefe Kimyonu: 5664.28 mg kg⁻¹, Peryavşan: 10.899,31 mg kg⁻¹, Kızılçık otu: 6467.20 mg kg⁻¹)

Kefe kimyonu, kızılçık otu ve peryavşanı bitkilerinin metanol ekstraktlarının antibakteriyel aktiviteleri

Özütlerin antibakteriyel aktivitelerinin incelenmesinde numaralandırmalar kefe kimyonu (1), kızılçık otu (2) ve peryavşan (3) şeklindedir (Şekil 2)

Özütlerin antibakteriyel aktiviteleri *E. coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı test edilmiştir (Çizelge 3) (Şekil 2).

E. coli ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı özütlerde herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; *Staphylococcus aureus*'a karşı inhibitör etki kızılçık otu metanol ekstraktında gözlenmiş ve zon çapı 16 mm olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Konsantre metanol negatif kontrol olarak kullanılmış ancak izolatlar üzerinde herhangi bir antibakteriyel etkinliği gözlemlenmemiştir. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 için pozitif kontrol olarak kullanılan standart antibiyotik Polimiksin B'nin inhibisyon zonu 17 mm'dir.

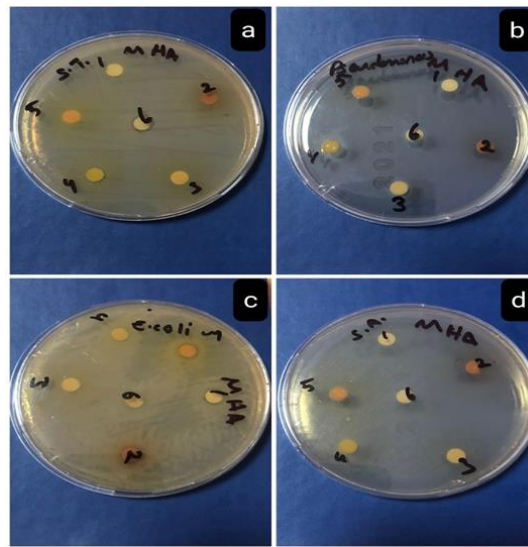
E. coli ATCC 25922 ve *Salmonella typhimurium* için pozitif kontrol olarak tetrasiklin antibiyotiği kullanılmış ve inhibisyon zonları ise sırasıyla 20 ve 17 mm olarak ölçülmüştür. *Staphylococcus aureus* için de yine tetrasiklin kullanılmış ve zon çapı 18 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3. Bitkilerin metanol ekstraktlarının inhibisyon zon çapları (mm)

Table 3. Inhibition zone diameters of methanol extracts of plants (mm)

Test edilen mikroorganizmalar	Kefe Kimyon Metanol Ekstraktı	Kızılçık Otu Metanol Ekstraktı	Peryavşan Metanol Ekstraktı	Metanol (NK)	Tetrasiklin (PK)	PolimiksinB (PK)	Metisilli (PK)
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	-	-	-	20		
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	-	17		
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	16	-	-	-		18
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	-	-	-	-		17	

(-): Test edilen mikroorganizmalara karşı inhibisyon zonu gözlenmemiştir. PK: Pozitif kontrol, NK: Negatif kontrol



Şekil 2. Bitki ekstraktlarının antimikrobiyel aktivitesi a. Bitkilerin metanol ekstraktlarının *Salmonella typhimurium* üzerindeki antimikrobiyel etkisi b. Bitkilerin metanol ekstraktlarının *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 üzerindeki antimikrobiyel etkisi c. Bitkilerin metanol ekstraktlarının *E. coli* üzerindeki antimikrobiyel etkisi d. Bitkilerin metanol ekstraktlarının *Staphylococcus aureus* üzerindeki antimikrobiyel etkisi

Figure 2. Antimicrobial activity of plant extracts a. Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *Salmonella typhimurium*. b. Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027. c. Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *E. coli* d. Antimicrobial effect of methanol extracts of plants on *Staphylococcus aureus*

S.aureus gıda zehirlenmeleri, idrar yolu enfeksiyonları, abseler ve solunum yolu enfeksiyonlarına neden olan bir bakteridir (Sümengen Özdenefe ve ark., 2018). *S.aureus*'da gözlenen bu antibakteriyel aktivite kullandığımız kızılçık otu metanol ekstraktlarının da tıbbi bitkilerle tedavi için kullanılabileceğini göstermektedir.

Kefe kimyonunun antimikrobiyel etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, baharatın bakteri, maya ve küflere karşı antimikrobiyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada bu bakteri ve mayaların, bu baharattan %1-4 oranında öğütülerek kullanıldığında küflerden daha hassas bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kefe kimyonu ihtiva eden köfte örneklerinde kefe kimyonunun *Staphylococcus aureus* üzerine inhibe edici etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Akgül & Kıvanç 1989; Parlatan, 2005). Kefe kimyonunun uçucu yağının %0,1, %0,5, %1 ve %2'lik konsantrasyonları antibakteriyel açıdan incelenmiş fakat önemli bir etkinlik tespit edilememiştir (Parlatan, 2005).

Sonuç olarak, serbest radikaller hem yaşlanmayı hızlandırmakta hem de hastalıkların birçoğunun ana sebebi olarak bilinmektedir. Bundan dolayı da sentetik antioksidanlar yerine doğal antioksidanların önemi her geçen gün artmaktadır. Son yıllarda da bitkilerle tedavi büyük bir popülerite kazanmış durumdadır. Bu vesileyle insanoğlu her geçen gün halk tıbbında birçok hastalığın tedavisi için, önlenmesi veya geciktirilmesi amacıyla çeşitli bitkiler ve/veya bu bitkilerin ekstreleri ile yeni çözüm yolları aramıştır; hala da arayışlar devam etmektedir. Biz de bu çalışmamızda özellikle Kilis ve çevresinde yaygın kullanıma sahip kefe kimyonu, perıavşan ve kızılıık otu bitkilerinden metanol ekstreleri elde ederek; bu ekstrelerin fitokimyasal içerikleri ve antioksidan kapasiteleri ile fenolik bileşen içerikleri ve antimikrobiyel özelliklerine ait literatüre veriler kazandırmaya çalıştık. Çalışmamızın sonuçlarına göre de, fitokimyasal içerik olarak incelediğimizde, Kızılıık otu> Kefe kimyonu> Perıavşan şeklinde bir sıralamanın yapılabileceği sonucuna varılmıştır. DPPH radikal giderme aktivitesi en yüksek kefe kimyonu metanol ekstresinde elde edilmiştir. Fenolik bileşen miktarları toplamı Perıavşan > Kızılıık otu > Kefe Kimyonu olarak tespit edilmiştir. *E. coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027'ye karşı özütlerde herhangi bir inhibitör etkiye rastlanmazken; *Staphylococcus aureus*'a karşı inhibitör etki kızılıık otu metanol ekstraktında gözlenmiştir. Sonuçlar, bu bitkilerin metanol ekstraktlarının gıda, fitoterapi ve tıbbi uygulamalar için yararlı olabileceğini düşündürmektedir.

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

- Akgül, A., & Kıvanç, M. (1989). Growth of *Staphylococcus aureus* in köfte, a Turkish ground meat product, containing *Laser trilobum* L. spice. *Journal of Food Safety*, 10, 11-19. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1989.tb00003.x>
- Atak, E., & Uslu, M.E. (2018). Fenolik bileşikler, ekstraksiyon metotları ve analiz yöntemleri. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 3 (27), 39-48.
- Aydın, S., Yılmaz, O., & Gokce, Z. (2015). Protective effect of *Morus nigra* L.(mulberry) fruit extract on the liver fatty acid profile of Wistar rats. *Pakistan Journal Zoology*, 47 (1), 255-261.
- Baltacı, N., Aydogdu, N., Sarikurkcu, C., & Tepe, B. (2021). *Onosma gracilis* (Trautv.) and *O. oreodoxa* (Boiss. & Heldr.): Phytochemistry, in silico docking, antioxidant and enzyme inhibitory activities. *South African Journal of Botany*, 143, 410-417. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.022>
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45, 493-496. https://doi.org/10.1093/ajcp/45.4_ts.493
- Bek, Y., & Efe, E. (1988). *Araştırma ve deneme metotları*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. No: 71, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana, 395 s.
- Bektaş, E., Kaltalioglu, K., Sahin, H., Turkmen, Z., & Kandemir, A. (2018). Analysis of phenolic compounds, antioxidant and antimicrobial properties of some endemic medicinal plants. *International Journal of Secondary Metabolite*, 5, 75-86. <https://doi.org/10.21448/ijsm.392354>

- Chedia, A., Ghazghazi, H., Brahim, H., & Abderrazak, M. (2013). Secondary metabolite, antioxidant ve antibacterial activities of *Teucrium polium* L. methanolic extract. *International Journal of Agronomy ve Plant Production*, 4, 1790-1797.
- Çirak, C., Radušienė, J., Janulis, V., Ivanauskas, L., Çamaş, N., & Ayan, A.K. (2011). Phenolic constituents of *Hypericum triquetrifolium* Turra (Guttiferae) growing in Turkey: Variation among populations ve plant parts. *Turkish Journal of Biology*, 35, 449-456. <https://doi.org/10.3906/biy-1002-36>
- Doğan, H. (2022). *Teucrium polium* (Tüylü kısamahmut) - Kocaeli Bitkileri. Erişim adresi: <https://kocaelibitkileri.com/teucrium-polium/> (Erişim tarihi: 08/04/2023).
- Ebrahimzadeh, M.A., Nabavi, S.M., Nabavi, S.F., Eslami, B., & Rahmani, Z. (2010). Antioxidant ve antihaemolytic activities of the leaves of Kefe cumin (*Laser trilobum* L.) Umbelliferae. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 9, 441-449. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v9i5.61053>
- Ergin, K.N. (2022). *Hypericum scabrum* (Hypericaceae) türünün anatomik özelliklerinin, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognози Anabilim Dalı, 96 s, Erzurum.
- Gök, H.N., Bulut, S., & Orhan, D.D. (2023). *Hypericum scabrum* L. ekstreinin antioksidan, enzim inhibitör aktivitesinin değerlendirilmesi ve ypsk analizi. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 47 (2), 349-359. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1128840>
- Guenther, E. (1953). *The essential oils*. Vol. 4 D. Van Nostrand, New York, p. 752
- Heshmati A., Alikhani M., Godarzi M.T., & Sadeghimanesh M.R. (2018). The evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and aqueous, methanol, ethanol, ethyl acetate and acetone extract of *Hypericum scabrum*. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 12, 47-51. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1315808>
- Jürgenliemk, G., & Nahrstedt, A. (2002). Phenolic compounds from *Hypericum perforatum*. *Planta Medica*, 68, 88-91.
- Kaltalıoğlu, K., Karaköse, M., Şahin, H., Bektaş, E., & Bektaş, K.İ. (2019). Gümüşhane ilinde yayılış gösteren bazı tıbbi bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin ve RP-HPLC-DAD ile fenolik bileşenlerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (2), 362-372. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.370484>
- Mahmoudi, S., Khali, M., Benkhaled, A., Benamirouche, K., & Baiti, I. (2016). Phenolic ve flavonoid contents, antioxidant ve antimicrobial activities of leaf extracts from ten Algerian *Ficus carica* L. varieties. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6, 239-245. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.12.010>
- Mizzi, L., Chatzitzika, C., Gatt, R., & Valdramidis, V. (2020). HPLC analysis of phenolic compounds and flavonoids with overlapping peaks. *Food Technology and Biotechnology*, 58 (1), 12-19. <https://doi.org/10.17113/ftb.58.01.20.6395>
- Mradu, G., Saumyakanti, S., Sohini, M., & Arup, M. (2012). HPLC profiles of standard phenolic compounds present in medicinal plants. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 4 (3), 162-167.
- Özer, Z., Kılıç, T., Çarıkçı, S., & Yılmaz, H. (2018). *Teucrium polium* L. demleme ve kaynatma örneklerinin fenolik bileşik ve antioksidan aktivitelerinin araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1), 212-218. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.370594>
- Parlatan, A. (2005). Kefe kimyonu (*Laser trilobum* L.) meyvesinin bazı kimyasal özelliklerinin ve ekstraktının antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 54 s, Konya.
- Pereira, D.M., Valentão, P., Pereira, J.A., & Verade, P.B. (2009). Phenolics: From Chemistry to Biology. *Molecules*, 14, 2202-2211. <https://doi.org/10.3390/molecules14062202>
- Seyrekoğlu, F., & Temiz, H. (2021). The use of st. john's wort (*Hypericum perforatum*) extract in drinking yoghurt production and determination of changes occurring during storage. *Journal of Apitherapy and Nature*, 4 (1), 60-80. <https://doi.org/10.35206/jan.931810>

- Shafaghat, A. (2011). Antioxidant, antimicrobial activities ve fatty acid components of flower, leaf, stem and seed of *Hypericum scabrum*. *Natural Product Communications*, 6, 1739-1742. <https://doi.org/10.1177/1934578x1100601142>
- Sharififar, F., Dehghn-Nudeh, G., & Mirtajaldini, M. (2008). Major flavonoids with antioxidant activity from *Teucrium polium* L. *Food Chemistry*, 112, 885-888. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.064>
- Shelef, L.A. (1983). Antimicrobial effects of spices. *Journal Food Safety*, 6, 29-44.
- Sümengen Özdenefe, M., Muhammed, A., Süer, K., Güler, E., & Mercimek Takcı, H. A. (2018). Determination of antimicrobial activity of *Corchorus olitorius* leaf extracts. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 3, 159-164. <https://doi.org/10.5152/cjms.2018.623>
- Tanker, N. (1971). *Hypericum scabrum* L. hakkında. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 1 (10), 10-15.
- Uçan Türkmen, F., & Mercimek Takci, H.A. (2018). Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1038-1046. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9719-2>
- Uçan Türkmen, F., Sarıgüllü Önalın, F.E., & Mercimek Takci, H.A. (2022). Nar kabuklarının su ve metanol ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11 (2), 363-372. <https://doi.org/10.29278/azd.943722>
- Uçan Türkmen, F., Mercimek Takci, H.A., & Sarıgüllü Önalın, F.E. (2020). Evaluation of antioxidant activity of sour cherry stalk extracts by *in vitro* methods. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (2), 290-301. <https://doi.org/10.31466/kfbd.722885>
- Uçar Sözmén, E., Eruygur, N., Akpulat, H.A., Çetin, M.D., Durukan, H., Demirbaş, A., & Karaköy, T. (2020). Sivas ili doğal florasından toplanan sarı kantaron (*Hypericum scabrum* L.) ve Aslan Pençesi (*Alchemilla mollis* (Buser) Rothm) bitkilerinin bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science & Technology/İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Estitüsü Dergisi*, 10 (2), 1410-1418. <https://doi.org/10.21597/jist.655128>
- Zengin, G., Sarikurkcu, C., Aktumsek, A., Ceylan, R., & Ceylan, O. (2014). A comprehensive study on phytochemical characterization of *Haplophyllum myrtifolium* Boiss. endemic to Turkey and its inhibitory potential against key enzymes involved in Alzheimer, skin diseases and type II diabetes. *Industrial Crops and Products*, 53, 244-251. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.043>

Sığır çiftliklerinde yetiştirici uygulamaları ve hayvan refahı üzerine bir araştırma

A study on breeder practices and animal welfare on cattle farms

Ali KAYGISIZ¹, İsa YILMAZ², Hasan YURDAGÜL³

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

²İğdir Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Iğdır, Türkiye.

³Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Onikişubat İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kahramanmaraş, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 02.02.2024 Accepted / Kabul: 01.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Büyükbaş Hayvansal üretim Hayvan refahı Tarım işletmesi</p> <p>Keywords: Cattle Animal production Animal welfare Farms</p> <p>✓Corresponding author/Sorumlu yazar: Ali KAYGISIZ alikaygisiz@ksu.edu.tr</p>	<p>Bu çalışma, Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde 10 baş ve üzeri büyükbaş hayvana sahip işletmelerde Basit Rastgele Örnekleme yöntemine göre seçilen 100 işletme sahibi ile yüz yüze anket yapılarak elde edilmiştir. Çalışmada yetiştiricilerin ortalama olarak; yaş ve mesleki tecrübeleri sırasıyla 42.0 yaş ve 18.1 yıl, sığır varlığı 53.2 baş, barınak kapasitesi (sağmal inek) ve ömrü sırasıyla 37.5 baş ve 12.7 yıl olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin yüksek oranda (%80.0) hayvan refahı konusunda farkındalıklarının olduğu tespit edilmiştir. Hayvanları sıcak stresinden korumak için ise işletmelerde fan çalıştırma, serinletme ve pencere açma uygulaması oranları sırasıyla %17.0, %45.0 ve %38.0 olarak tespit edilmiştir. İneklere ve buzağılara septisemi aşısı/serumu yapılma oranı sırasıyla %15.0 ve %71.0 oranında olmuştur. İneklere doğuma iki ay kala kuruya ayıran işletme oranı %80.0 olarak belirlenmiştir. İşletmelerde hayvan refahı açısından olumsuz olarak değerlendirilen faktörlerden; ahırların kaygan zemine sahip olması %35.0, ahıra girildiğinde gözlerin yanması %22.0, havalandırma yetersizliği %38.0, yetersiz pencere %21.0, hasta ve doğum bölgesi yokluğu eşit olarak %80.0, ahır konumunun ev altı olması %36.0 oranında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yetiştiricilerin hayvan refahı konusunda farkındalıklarının olduğu, bu farkındalığın pratiğe yansımaları gerektiği ve konu ile ilgili daha fazla gözleme dayalı çalışmaya ihtiyaç olduğu 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>This study was obtained by conducting a face-to-face survey with 100 farms owners selected according to the Simple Random Sampling method in enterprises with 10 heads and more cattle in Onikişubat and Dulkadiroğlu districts of Kahramanmaraş province. In the study, it was determined that the average age and professional experience of the breeders were 42.0 years and 18.1 years, respectively, the number of cattle was 53.2 heads, the shelter capacity (milking cow) and lifespan were 37.5 heads and 12.7 years, respectively. It was determined that a high percentage (80.0%) of the breeders were aware of animal welfare. In order to protect the animals from heat stress, the rates of fan operation, cooling and window opening were 17.0%, 45.0% and 38.0%, respectively. The rate of septicemia vaccination/serum administration to cows and calves was 15.0% and 71.0%, respectively. The proportion of farms that separated the cows to dry two months before the birth was determined as 80.0%. Among the factors evaluated as negative in terms of animal welfare in the farms; it was determined that 35.0% of the holdings had slippery floors, 22.0% had burning eyes when entering the barn, 38.0% had inadequate ventilation, 21.0% had inadequate windows, 80.0% had equal number of sick and delivery stalls, and 36.0% had the location of the barn under the house. As a result, it was observed that breeders' awareness on animal welfare has been formed. It is also determined that this awareness should be reflected in practice and there is a need for more observational studies on the subject.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Kaygisiz, A., Yılmaz, İ., & Yurdagül, H. (2024). Sığır çiftliklerinde yetiştirici uygulamaları ve hayvan refahı üzerine bir araştırma. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 366-379. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1429529</p>

GİRİŞ

Sağlıklı bir beslenme için insanların protein ihtiyacının %40-50'sinin hayvansal kökenli kaynaklardan alınması zaruri olup, söz konusu oranın Türkiye'de düşük olduğu bilinmektedir (Turhan ve ark., 2010; Karakuş, 2011). Bu nedenle hayvansal üretim işletmeleri insanların beslenmesinde kullanılan ürünlerin üretilmesi, katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesinde önemli bir tarımsal faaliyet alanıdır (Özdemir ve ark., 2021). Türkiye'de, insan beslenmesinde ve protein sağlama açısından önemli bir kaynak olan kırmızı et üretimi, 2017 yılı verilerine göre toplam 1.126.404 ton olup, bu miktarın %87.7'si sığırlardan elde edilmektedir. Ancak sığır eti üretimi, Türkiye nüfusunun artışına karşılık aynı oranda artış gösterememiştir. Bu durum kırmızı et sektöründe karşımıza bir sorun olarak çıkmaktadır (Tapkı ve ark., 2018). Türkiye'de yıllardır kırmızı et sektöründe olduğu gibi, hayvansal üretim konusunda da çözülmeyi bekleyen birçok sorun bulunmaktadır. Canlı hayvan ve kırmızı et ithalatının yapılmak zorunda kalınması, hayvansal üretim ile ilgili yapısal sorunlara çözümler getirecek politikaların ne kadar önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur (Saygın & Demirbaş, 2017).

Tarımda ve tarım ürünlerinde dışa bağımlı kalınması Türkiye'nin uzun vadede karşı karşıya kalacağı çok önemli problemlerden birisidir. Kârlı bir hayvancılık için hayvansal üretim işletmelerinde hayvan başına verimin artırılması tek başına yeterli olmayıp, modern anlamda da yetiştiricilik esaslarına riayetle birlikte üretim sistemlerinin de kullanımı sorunların çözümüne katkı sağlayacaktır (Göncü & Gökçe, 2017).

Hayvan refahı canlılığın bulunduğu ortama adaptasyonu ile yakından ilişkilidir. Hayvan refahı aynı zamanda, hayvanlarda hareketlerin kısıtlanıp, kısıtlanmadığı durumlarda adaptasyonlarını etkileyen önemli durumlardır (Korte ve ark., 2007; Ohl & Van Der Staay, 2012). Bu nedenle büyükbaş hayvancılık işletmelerinin hem ekonomisi hem de karlılığı bir çok faktörün etkisinde kalmaktadır. Bu faktörlerin başında hiç kuşkusuz hayvan refahı ve sağlığının geldiği bilinmektedir. Süt sığırlarında refahla birlikte verimlilik ve hayvanların sağlığı için kuru, temiz, rahat bir dinlenme ve barınma alanı sağlanmalıdır (Simitzis ve ark., 2022; Ceco, 2022).

Hayvanlar bireysel davranışlarını sergileyebildikleri ölçüde, dış çevre koşulları altında meydana gelen değişikliklere karşı kendilerini adapte edebilmektedirler. Bundan dolayı hayvan davranışlarının anlaşılması aşamasında, çevre ve etkilerinin iyi bilinmesi temel noktalardan biri olarak değerlendirilmektedir (Demirören, 2002). Ayrıca hayvanların bulunduğu ortamlarda uyum süreçlerinin parçası olarak insanlarla etkileşim içinde olmaları oldukça önemlidir. Çünkü, hayvanlarda meydana gelebilecek stres ve korku durumları verimlerinde düşmeye, refah durumlarında ise azalmaya yol açacaktır (Waiblinger ve ark., 2006).

Hayvanlarda görülen ölüm oranlarının fazla olması, anormal davranışların ortaya çıkması, üremede görülen problemler, yaralayıcı davranışlar gibi olumsuz nedenler negatif refah göstergeleri arasındayken; doğal olan davranış şekillerini gösterebilmesi pozitif refah düzeyi anlamını ifade etmektedir (Bracke & Hopster, 2006). Söz konusu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için hayvansal üretim işletmelerinde özellikle büyükbaş işletmelerinde refah koşullarının sağlanabilmesinin başında, belki hayvanların hayatları boyunca yaşamlarını sürdürecekleri barınak kapasitesi, barınağın düzeni, hareket alanları, kullanışlılığı, iş etkenliği gibi özelliklerine öncelikle yer verilmelidir (Ceco, 2022). Sığırcılık işletmelerinde bakım, besleme, hijyen, sağlık ve yetiştirme ilkelerine dikkat edilmemesi sonucu oluşacak anormallikler veya davranışlarda temel özgürlüklerin kısıtlanması hayvan refahını olumsuz etkileyecektir. Netice de verimlerde azalma ve ürün kalitesinde düşme meydana gelmesi muhtemel bir sonuç olacaktır (Tüfenk, 2021).

Hayvan refahının sağlanması ve hayvanların doğal davranışlarını gösterebilmesi için olanaklar tanınmalıdır. Ancak bu durum beraberinde bazı problemleri de getirmektedir. Doğal davranışlar kolay bir şekilde tanımlanabilecek yapıda olmayıp, hayvan türleri arasında farklılık ortaya çıkarmaktadır. Doğal olarak da nitelendirilmiş davranış şekilleri de hayvanların refahında zarara yol açar. Hayvanları stres durumuna sebep olabilecek, ani olarak şekillenen kaçma davranışları hayvanların zarar görmesine sebep olabilecek davranışlardır. Ancak ihtiyaç halindeki önlemlerin alınması ile birlikte bu gibi sorunların önüne geçilebilir (Spinka, 2006). Fakat bunun için çevrenin korunmasına,

hayvanların fizyolojileri ve davranışlarına uygun yetiştirme tecrübeleri temel alınarak refahlarının sağlanması koşuluyla verimlerinin sürdürülebilirliği sağlanabilir (Yılmaz & Çam, 2023).

Bu çalışma Kahramanmaraş ili merkez Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde sığır yetiştiricilerinin üretimde kullandıkları hayvanları ne derece hayvan refahına uygun bir ortamda yetiştirdikleri konusundaki düşüncelerini ortaya koymak ve konu ile ilgili önerilerde bulunmak amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu araştırmanın materyalini, Kahramanmaraş ili merkez Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde 10 baş ve üzeri sığra sahip 100 işletme oluşturmuştur. Bu kapsamda Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde 10 baş ve üzeri sığra sahip toplam 2832 adet işletme bulunmaktadır. İşletmelerin seçiminde Tarım ve Orman Bakanlığı Kahramanmaraş İl Müdürlüğü'nün Çiftçi Kayıt Sistemi esas alınmıştır.

Örnek büyüklüğünün tespiti

Araştırmada kullanılan anket sayısının tespitinde; Basit Tesadüfi Örneklemeye içerisinde yer alan aşağıdaki örneklem formülü kullanılmıştır (Yamane, 2010).

$$n = (N \times t^2 \times p \times q) / ((N - 1) \times D^2 + t^2 \times p \times q) \quad \text{Eq.(1)}$$

n= Örnek büyüklüğü

N= İşletme sayısı

D= Kabul edilen veya arzu edilen örneklem hatası

t= Tablo değeri

p= Hesaplanması istenen oran, q=1-p

$$n = \frac{2832 \times 1.96^2 \times 0.1 \times 0.9}{(2832 - 1) \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.1 \times 0.9} = 90$$

Kullanılan formülden elde edilen minimum 90 işletmenin %10 fazlası alınarak 100 adet işletme sahibi çalışmaya dâhil edilmiştir.

Verilerin analizi

Bu çalışmada örnekleme tanımlayan istatistikler sayılarak iki boyutlu tablolarda özetlenebilen özellikler için bulgular sayı ve yüzdeler ile ifade edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi IBM SPSS 20.0 istatistik paket programında yapılmıştır (SPSS, 2011).

Bu çalışmanın yapılması için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 22.11.2023-263093 tarih ve sayılı yazıları ile izin alınmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde hayvansal üretim yapan yetiştiricilerin demografik ve işletme varlıklarına ait bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İşletme sahiplerinin yaş, tecrübe ve işletmelerine ait varlıkları

Table 1. Age, experience and assets of farms owners

Faktörler ve varlıklar	N	X	SD	Medyan	En az	En fazla
Yaş	100	42.0	10.6	42	20	60
Tecrübe (yıl)	100	18.1	10.2	15	2	40
Siğir varlığı (baş)	100	53.2	35.6	49	10	229
Ahır inek kapasitesi (baş)	100	37.5	27.1	30	5	150
Barınak ömrü (yıl)	100	12.7	7.5	12	2	33

Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, işletme sahiplerinin ortalama olarak; yaş ve mesleki tecrübeleri 42.0 yaş ve 18.1 yıl olarak tespit edilmiştir. İşletmelerde siğir varlığı 53.2 baş olarak tespit edilmiştir. Barınak kapasitesi (sağmal inek için) ve barınak ömrünün ise sırasıyla 37.5 baş ve 12.7 yıl olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili olarak, çeşitli bölgelerdeki süt siğirciliği işletmelerinde yapılan araştırmalara göre, Balıkesir ili Gönen ilçesindeki işletmelerde işletmecilerin yaş ortalaması 43.56 yıl, eğitim seviyesi ise 6.62 yıl olarak belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2021). Samsun ili Tekkeköy ilçesi süt siğirciliği işletme sahiplerinin ortalama yaşı 53.1 ± 10.74 yıl olup, tecrübe süresi 36.2 ± 14.66 yıl, aile büyüklüğü 5.2 ± 1.91 kişi ve süt birliğine üyelik durumu %62.5 olarak bildirilmiştir (Kaygısız & Özkan, 2021). Koçyiğit ve ark. (2023) ise Erzurum ili Aşkale ilçesindeki işletmelerin %63.3'ünde barınak yaşının 11 yıl ve üzeri olduğunu rapor etmişlerdir. Tapkı ve ark. (2020) ise, Hatay ili Payas ilçesindeki yetiştiricilerin hayvancılıkla uğraşı süresini 16.7 yıl olarak bildirmişlerdir. Bu veriler, Türkiye genelinde süt siğirciliği işletmecilerinin demografik özellikleri ve sektördeki deneyimleri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Mevcut çalışmada siğir yetiştiriciliği ile geçimini sağlayan işletmelerde yetiştiricilerin sahip oldukları demografik özellikleri ile düşünce ve uygulamalarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Yetiştiricilerin bazı demografik özellikleri, düşünce ve uygulamaları

Table 2. Some demographic characteristics, thoughts and practices of breeders

İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n	%	İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n	%
		100	100.0			100	100.0
Eğitim durumu	İlkokul	41	41.0	Hayvancılık bilgi kaynağı	Tarım müdürlükleri	36	36.0
	Ortaokul	35	35.0		Kendi + veteriner	39	39.0
	Lise	13	13.0		Fabrika	11	11.0
	Üniversite	11	11.0		Veteriner	5	5.0
Asıl uğraşı	Çiftçi	88	88.0	Veteriner hizmetini alma	Veteriner + fabrika	9	9.0
	Esnaf	1	1.0		Bazen	43	43.0
	İşçi	6	6.0		Hastalık durumunda	52	52.0
	Memur	5	5.0		Almıyorum	4	4.0
Hayvan refahı bilgisi öğrenme	Bilgim yok	20	20.0	Refah sağlama konuları neler olabilir	İhtiyaç karşılama, stres	52	52.0
	Tarım	34	34.0		Izdirap, eziyet, mutlu	32	32.0
	Tarım + internet	28	28.0		İhtiyaç karşılama	10	10.0
	Basın +internet	18	18.0		Doğal koşul ve hareket	6	6.0
Siğir genotipi	Kültür	64	64.0	Hayvancılıktan memnuniyet	Evet	69	69.0
	Melez	11	11.0		Hayır	31	31.0
	Kültür+melez	22	22.0	Ahır sıcak olduğunda	Rahat-verim artar	4	4.0
	Yerli	3	3.0		Rahatsız-verim düşer	96	96.0

Bu çalışmada yetiştiricilerin sahip oldukları özellikler incelendiğinde; yetiştiricilerin hayvansal üretimde bulunmalarından büyük oranda (%69.0) memnun oldukları belirlenmiştir (Çizelge 2). Konu ile ilgili Koçyiğit ve ark. (2018) yetiştiricilerin %68.3'ünün siğir yetiştiriciliğinden memnun olduklarını bildirmiştir. Elde edilen sonuç bildirilen çalışma ile çok benzerdir.

Yetiştiricilerin eğitim durumu olarak büyük çoğunluğunun ilkököl düzeyinde bir eğitime sahip oldukları

görülmektedir. Üniversite mezunu kişilerin hayvancılıkla uğraşının olması dikkat çekici bulunmuştur. Yine yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun asıl uğraşı olarak çiftçilik mesleğini benimsemeleri dikkat çekici olarak değerlendirilmektedir. Yetiştiriciler hayvancılıkla ilgili bilgi kaynaklarını Tarım İl Müdürlükleri, Veteriner Hekim ve yem aldıkları fabrikalar olarak beyan etmişlerdir (Çizelge 2).

Yine yetiştiricilerin yarıdan fazlası (%52.0) hastalık durumunda veteriner hizmeti aldığını bildirmiştir (Çizelge 2). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Erzurum ili Narman ilçesindeki yetiştiricilerin %64.7'sinin (Koçyiğit ve ark., 2018) ve İspir ilçesindeki yetiştiricilerin %97.5'inin (Koçyiğit, 2022a) sadece hastalık görüldüğünde veteriner hizmetine başvurdukları bildirilmiştir. Muş ili besi işletmelerinde ise, işletme sahiplerinin %62.9'u hastalık görününce ve %37.1'inin de düzenli olarak veteriner hizmeti aldıkları bildirilmiştir (Kibar & Bakır, 2020).

Bu çalışma kapsamında incelenen işletmelerde çoğunlukla kültür ırkı ve melezlerinin yetiştirildiği, yerli hayvanların oranının çok düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Yetiştiricilerin hayvan refahı ile ilgili farkındalıklarını ortaya koymak için hayvan refahı bilgisini öğrenme kaynağı sorulduğunda, yetiştiricilerin %20.0'si bu konuda bilgisinin olmadığını belirtmiştir. Diğer yetiştiriciler ise, Tarım ve Orman İl Müdürlükleri ve internetten konu hakkında bilgi sahibi olduklarını beyan etmişlerdir. Yetiştiricilere hayvanlara refah sağlama konuları neler olabilir? diye sorulduğunda, hayvanların ihtiyaçlarının karşılanması ve stres olmaması gerektiği vurgulanmıştır. Yetiştiricilerin yüksek oranda hayvan refahı konusunda farkındalıklarının olması dikkat çekici bulunmuştur. Konu ile ilgili Singin (2016) yaptığı çalışmada yetiştiricilerin %64.9'unun hayvan refahının beş özgürlük kuralını ve %59.1'i ise hayvanlarda refah göstergesi olarak kullanılan hayvan refah kriterleri hakkında bilgileri olmadığını bildirmiştir.

Hayvan refahı açısından yetiştiricilere ahır ortamının sıcak olması durumunda hayvanların nasıl bir fiziki duruma maruz kaldıkları sorulduğunda, %96.0'sinin hayvanların rahatsız olacaklarını ve verimin düşeceğini bildirmeleri bilinçli olduklarını göstermektedir (Çizelge 2).

Yine bu çalışmada büyükbaş hayvan yetiştiricilerinin işletmelerde hayvansal üretimde yaptıkları hijyen ve sağlık yönetimine ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. İşletmelerde hijyen ve sağlık yönetimine ait tanımlayıcı istatistikler

Table 3. Descriptive statistics for hygiene and health management in farms

İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n		İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n	
		100	100.0			100	100.0
Altlık temizliği	Her gün	91	91.0	Buzacağı ölüm sebepleri	Bilinmiyor	42	42.0
	İki günde bir	9	9.0		İshal	36	36.0
Yıllık genel temizlik	Bir kez	26	26.0	Gübre değerlendirme	İshal + pnömoni	17	17.0
	İki kez	45	45.0		Yavru atma	5	5.0
	Üç kez	14	14.0		Gübre olarak	67	67.0
	Dört kez	11	11.0		Gübre ve yakacak olarak	21	21.0
Meme temizliği	Dört ve üzeri	4	4.0	Sulama şekli	Gübre ve satış	12	12.0
	Evet	91	91.0		Kova ile	9	9.0
Tımar şekli	Hayır	9	9.0	Sulama sayısı	Otomatik	87	87.0
	Tımar yapılmıyor	20	20.0		Yemliklere doldurularak	4	4.0
	Elle tımar	75	75.0		Günde iki kez	10	10.0
Altlık kullanımı	Otomatik	5	5.0	Takviye vitamin kullanımı	Sürekli su var	90	90.0
	Evet	19	19.0		Evet	92	92.0
Ahırda soğuk stresi önlemi	Hayır	81	81.0	Yıl içinde ölen buzağı sayısı	Hayır	8	8.0
	Yem artırma	74	74.0		Görülüyor	31	31.0
Ahırda sıcaklık stresi önlemi	Ahır yalıtımı	26	26.0	Buzacağı burun akıntısı	Görülme sayısı 1-2	31	31.0
	Fan çalıştırma	17	17.0		Görülme sayısı 3-4	36	36.0
Pencere açarak	Su ile serinletme	45	45.0	Görülme 4 ve üzeri	Görülme 4 ve üzeri	2	2.0
	Evet	38	38.0		Evet	29	29.0
	Hayır	71	71.0	Hayır	71	71.0	

İşletmelerde büyükbaş hayvan yetiştiricilerin ahırlarında büyük oranda altlık temizliği yapmaları ve altlık malzemesi kullanmaları hayvan refahı, sağlığı ve verimi açısından değerli bulunmuştur (Çizelge 3). Akdeniz (2021) İzmir ili Foça ilçesinde Siyah-Alaca ineklerin refahına etkisi için yaptığı çalışmada kum ve gübrenin altlık olarak kullanıldığı ahırlarda olumlu sonuçlar alındığını, hayvanların stresinin azaldığı ve yataklıktan kaynaklı problemlerin çoğunun ortadan kalktığını bildirmiştir.

Sağım öncesi meme temizliği yapma oranının bu çalışmada çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Meme temizliğini yetiştiricilerin yüksek oranda yapmaları, sağım hijyeni konusunda bilinçli olduklarını göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda büyükbaş işletmelerinde sağım öncesinde meme temizliği yapılma durumunu; Erzurum ili Aşkale ilçesinde Aydın ve ark. (2023) %69.8, Ağrı ilinde Koçyiğit ve ark. (2022b) %75.8, Bingöl ilinde Daş ve ark. (2014) %66.3, Kars Merkez ilçede Demir ve ark. (2014) %52.5 ve Kahramanmaraş ilinde Kaygısız ve Tümer (2009) %78.0 olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada işletmelerde buzağı kayıplarının yarısının ishal ve pnömoni kaynaklı olduğu ve yıl içerisinde buzağı ölümü görülen işletme sayısının %69.0 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Benzer olarak Kaylan ve ark. (2019) Iğdır ilinde sığırcılık işletmelerinde buzağı ölümlerinin sebeplerini çoğunlukla ishal ve pnömoni (%64.2) kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir. Metin Kıyıcı ve Çınar (2020) ise yıl içerisinde buzağı ölümü görülen işletme oranını %54.3 olarak bildirmişlerdir.

Yine mevcut çalışmada yetiştiricilerin anket sorularına verdikleri cevaplar doğrultusunda işletmelerde sürü yönetimi ve uygulamalarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. İşletmelerde sürü yönetimi ve uygulamalarına ait tanımlayıcı istatistikler

Table 4. Descriptive statistics for herd management and practices in farms

İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n		İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n	
		100	100.0			100	100.0
Aşım vaktinde yapılması	Evet	74	74.0	Köreltme yöntemi	Yapılmıyor	46	46.0
	Hayır	26	26.0		Kimyasal	43	43.0
Kayıt tutma	Yok	53	53.0	Tırnak bakımı	Cerrahi	11	11.0
	Var	47	47.0		Evet	25	25.0
Göbek kordon bakımı	Dezenfekte-bağlama	81	81.0	Hayır	75	75.0	
	Yapmıyorum	19	19.0	Yaşa göre barındırma	Ayrı bölmede	27	27.0
Buzağuların ana ile kalma süresi (gün)	Kalmıyor	12	12.0	Birlikte	73	73.0	
	1	6	6.0	Ağız sütü içirme süresi (gün)	2	9	3.0
	2	16	16.0		3	86	86.0
	3	47	47.0	4-7	5	5.0	
	5-7	2	2.0	Ağız sütü verilme şekli	Biberon	53	53.0
Sürekli	17	17.0	Kendi emiyor		47	47.0	
Buzağıya kaba yem başlama (gün)	7	54	54.0	Kesif yeme başlama (gün)	7	17	17.0
	15	10	10.0		15	34	34.0
	20	6	20.0		30	23	23.0
	30	2	30.0		60	14	14.0
	60	3	3.0	Boynuz köreltme	Evet	43	43.0
Süt kesim sonrası	25	25.0	Hayır		57	57.0	
Buzağıya su başlama (gün)	Her zaman hazır	49	49.0	Buzağıyı süttten kesim (gün)	60	13	13.0
	7	26	26.0		90	73	73.0
	15	11	11.0		120 ve üzeri	14	14.0
	30	14	14.0	Kuruya çıkarma	Doğuma 1 ay kala	11	11.0
İlk damızlıkta kullanma	15 aylık yaşta	61	61.0		Doğuma 2 ay kala	80	80.0
	18 aylık yaşta	34	34.0		Doğuma 3 ay kala	9	9.0
	21 aylık yaşta	5	5.0	İneklere septisemi aşısı	Evet	15	15.0
Doğum sonrası ilk tohumlama	Birinci kızgınlıkta	13	13.0		Hayır	85	85.0
	İkinci kızgınlıkta	34	34.0	Buzağılara Septisemi aşısı	Evet	71	71.0
	Üç ve sonrası	53	53.0		Hayır	28	28.0

Yetiştiricilerin hayvanları ile ilgi kayıt tutma davranışları incelendiğinde yarıya yakınının kayıt tutması olumlu olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Zira, hayvanlarla ilgili kayıt tutulmayan işletmelerde tam olarak hayvan refahından bahsedilemez. Hayvanların ihtiyaçlarının karşılanması ve bunların takibi ancak kayıt tutma ile mümkündür.

Yetiştiricilerin buzağuları doğum sonrası ana ile bırakma süreleri genellikle 2 ve 3 gün olduğu, buzağılara ortalama 3 gün ağız sütü içirildiği, işletmelerin yarıdan fazlasının biberonla besleme yaptıkları, genellikle 90 günden sonra buzağuları süttten kestikleri belirlenmiştir. Buzağılara ilk su başlatma zamanında genellikle barınaklarda ilk günden itibaren su bulundurdıkları, ikinci olarak ise büyük çoğunluğunun bir hafta içinde su sağladıkları tespit edilmiştir. Buzağılara doğumdan ortalama bir hafta sonra kesif yem vermeye başlandığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Yetiştiricilerin yarıdan fazlasının işletmelerinde boynuz köreltme yaptıkları, boynuz köreltme yöntemi olarak genellikle kimyasal yöntemin seçildiği belirlenmiştir. Tırnak bakımını ise, yetiştiricilerin çok az bir kısmının yaptıkları tespit edilmiştir (Çizelge 4). Çalışmada yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun ineklerinin kızgınlığa geldiğini anladıkları ve zamanında aşım yaptırdıkları beyan edilmiştir (Çizelge 4). Aydın ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada yetiştiricilerin %70.9 oranında zamanında ineklerini tohumlattıkları bildirmişlerdir.

Yine bu çalışmada ineklerin doğumu müteakip ilk tohumlandığı süre yetiştiriciler tarafından en yüksek oranda 3. kızgınlıkta, bunu sırasıyla 2. kızgınlıkta ve 1. kızgınlıkta yapıldığı izlemiştir (Çizelge 4). İneklerin doğum sonrası ilk kızgınlıkta tohumlanması ineklerin sağlığı açısından ve ikinci bir gebeliğe uterusun hazır olmayacağı nedeniyle sakıncalı bulunmuştur. Yetiştiricilerin ineklerinin doğum sonrası ikinci kızgınlıkta veya involusyon süresinin tamamlanmasından sonra tohumlama yaptırmaları konusunda bilinçlendirilmeleri gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda ineklerin doğumu müteakip tohumlamalarının en yüksek olduğu zamanlar; Aydın ve ark. (2023) %56.3 oranında ilk kızgınlıkta, Sezer ve ark. (2020) Nevşehir ilinde %95.2 ikinci kızgınlıkta, Daş ve ark. (2014) Bingöl ilinde %53 ilk kızgınlıkta, Önal ve Özder (2008) %50.9 oranında 90 gün sonra tohumlama yapıldığını bildirmişlerdir.

Büyükbaş işletmelerinde düvelerin ilkinde tohumlama yaşı konusunda yetiştiricilerin çoğunlukla ilk tohumlamayı 15 aylık yaşta yaptırdıkları belirlenmiştir (Çizelge 4). Konu ile ilgili Aydın ve ark. (2023) Erzurum ili Aşkale ilçesinde yaptıkları çalışmada düvelerin ilk tohumlama yaşını 24 ay olarak bildirmişlerdir. Koçyiğit (2022a) Erzurum İspir ilçesinde yetiştiricilerin %72.1 oranında 24 aylık, %26.6 oranında 18 aylık yaşta tohumladıklarını bildirmiştir. Sezer ve ark. (2020) Nevşehir ilinde düvelerin %50.48'inin 16 aylık, %26.67'sinin 17 aylık yaşlarda, Akkurt ve Köknaroğlu (2016) Ispartadaki işletmelerin %15.5'inin düvelerini 14–15 aylıkken, %52'sinin 16–17 aylıkken, %32.5'inin ise 18–19 aylık ve üzeri yaşta tohumlatıldıklarını bildirmişlerdir. Uşak ilinde ise Köse (2006) düvelerin ilkinde tohumlama yaşını çoğunlukla (%86) 15–18 ay yaş olarak bildirmiştir Bogdanovic ve ark. (2012) düvelerin ilkinde tohumlama yaşını Sırbistan da 15–16 ay olarak rapor etmişlerdir.

Mevcut çalışmada yetiştiricilerin ineklere septisemi aşısı yaptırma oranı düşük, buzağılara septisemi aşısı yaptırma oranları ise yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Konu ile ilgili çalışmalarda ineklere ve buzağılara septisemi aşısı yaptırma oranları Erzurum ili Narman ilçesinde gebe ineklere %59.1 ve buzağılara ise %63.9 oranında doğum sonrası (Koçyiğit ve ark., 2018), ve Hınıs ilçesinde gebe ineklere %36.0, buzağılara %34.0 oranında (Koçyiğit ve ark., 2016) yapıldığı bildirilmiştir. Ünal ve ark. (2013) Niğde ilinde %50.5 gebe ineklere ve %44.9 oranında buzağılara septisemi serumu yapıldığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadaki sonuçlar literatür bildirişleriyle kıyaslandığında gebe ineklere yapılan septisemi aşısının düşük, buzağılara yapılan aşılardan ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Türkiye’de buzağı kayıplarının fazla olduğu bir gerçektir. Bu nedenle septisemi aşısını gebe ineklere ve serumunu da buzağılara yaptırmanın buzağı kayıplarının önlenmesinde etkili olduğu bilinmektedir. Yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi ve farkındalığın oluşturulması için eğitim ve bilgilendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Çalışmada ineklerin kuruya çıkarılması işlemi yüksek oranda (%80.0) hayvanların doğumuna iki ay kala yapıldığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Süt sığırcılığında prensip olarak doğuma iki ay kala inekler kuruya ayrılır. Hem ananın, hem de buzağının sağlığı için bu gereklidir. Bu bakımdan yetiştiricilerin yaptıkları uygulama değerlendirildiğinde hayvan refahı açısından olumlu bir sürü yönetimi uygulaması olduğu kabul edilmiştir.

Yetiştiricilerin doğum sonrası buzağılarda göbek bakımı yaptırma oranı yüksek bulunmuştur. Bu bakımı büyük

çoğunluğu dezenfekte etme-bağlama şeklinde yaptıkları belirlenmiştir (Çizelge 4). Yapılan çalışmalarda göbek bakımı Erzurum ili Hınıs ilçesindeki işletmelerde %45.0 oranında (Koçyiğit ve ark., 2016; Özyürek ve ark., 2014) Erzincan ili Çayırılı ilçesinde %85.7 ve Ünalın ve ark. (2013) Niğde ilinde %72.9 olduğunu ifade etmişlerdir.

Yeni doğan canlılarda en önemli enfeksiyon kaynağı olan göbek kordonu ihmal edilmeksizin iyotlu bir dezenfektan ile mutlaka temizlenmelidir. Araştırma sonuçları, sağlık koruma bakımından ilçede ihmal veya bilgisizliğin önemli düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçesindeki yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi ve buzağılara göbek bakımı alışkanlığının kazandırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yine bu çalışmada yetiştiricilerin büyükbaş hayvansal üretimde bulunurken barınak yönetimi ve barınaklarla ilgili uygulamalarında incelenmiş olup, elde edilen bilgilere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5'te verilmiştir.

Büyükbaş hayvansal üretim işletmelerinde işletmelerin sahip oldukları barınakların kapalı bağlı fakat duraksız olduğu (%48.0), ikinci olarak ise kapalı bağlı duraklı (%22.0) oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 5). Ahır tiplerinin tespit edildiği çalışmalarda Erzurum ili Aşkale ilçesinde ahırların %52.0 bağlı duraksız olduğu bildirilmiştir (Koçyiğit ve ark., 2023). Konu ile ilgili yapılmış bazı çalışmalarda bağlı duraksız ahırların oransal olarak diğer durak tiplerine göre yüksek olduğu bildirilmiştir (Şeker ve ark., 2012; Tilki ve ark., 2013). Bazı çalışmalarda ise bağlı duraklı ahırların yüksek oranda kullanıldığı tespit edilmiştir (Dou ve ark., 2001; Sheppard ve ark., 2011). Cheong ve ark. (2022) ise ABD California eyaletinde işletmelerde %71.4 oranında serbest duraklı ahırların kullanıldığı ifade etmişlerdir. Ekmekyapar (2001) serbest duraklı ahırlarda ineklerin daha huzurlu olduklarını ifade ederek hayvan refahına dikkati çekmiştir. Yanar ve ark. (2022) ve Valde ve ark. (1997) serbest duraklı ahırların hayvan refahı, sağlık ve üreme gibi parametreler üzerine olumlu etkilerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 5. İşletmelerde barınak yönetimi ve uygulamalarına ait tanımlayıcı istatistikler

Table 5. Descriptive statistics of shelter management and practices in farms

İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n	%	İncelenen Özellikler	Alt gruplar	n	%	
		100	100.0			100	100.0	
Açık alana erişim	Var	46	54.0	Ahır yapısı	Beton	24	24.0	
	Yok	54	46.0		Briket	57	57.0	
Açık alan tipi	Açık gezinme alanı	18	39.0	malzemesi	Kerpiç	6	6.0	
	Avluya	28	61.0		Tuğla	13	13.0	
	Ahır dışında açık	89	89.0		Barınakta eksiklik varlığı	Evet	61	61.0
Gübre depolama	Gübre çukurunda	7	7.0		Hayır	39	39.0	
	Tarlaya doğrudan	4	4.0	Zemin kayganlığı	Evet	35	35.0	
					Hayır	65	65.0	
Buzağı barınağı yeterliliği	Evet	87	87.0	Ahır içinde göz yaşarması	Evet	22	22.0	
	Hayır	13	13.0			Hayır	78	78.0
Durak tipi	Kapalı bağlı durak	22	22.0	Havalandırma yeterliliği	Ev altı yetersiz	33	33.0	
	Kapalı bağlı duraksız	48	48.0		Yetersiz	5	5.0	
	Serbest duraklı	4	4.0		Yeterli	24	24.0	
	Serbest duraksız	7	7.0		Yeterli açık	38	38.0	
	Yarı açık	19	19.0		Yeterli	79	79.0	
Kışın ahır sıcaklığı	Ilık	67	67.0	Pencere yeterliliği	Var yetersiz	11	11.0	
	Serin	15	15.0		Yok yetersiz	10	10.0	
	Sıcak	18	18.0		Buzağı bölmesi	Var	84	84.0
Ahır konumu	Ev altı	36	36.0		Yok	16	16.0	
	Müstakil	64	64.0	Buzağı barındırma	Bireysel	25	29.8	
Gezinti alanı	Var	46	46.0		Grup	59	70.2	
	Yok	54	54.0	Doğum bölmesi	Var	20	20.0	
Gündüz aydınlatma	Açık alanda	10	10.0			Yok	80	80.0
	Lamba ile	8	8.0		Hasta bölmesi	Var	20	20.0
	Pencere	82	82.0			Yok	80	80.0
Gübre temizliği	Elle	74	74.0					
	Otomatik sıyırıcı	10	10.0					
	Traktörle	16	16.0					

Çalışmada süt sığırcılığı işletmelerinde ahırların yapımında genellikle briket kullanılmış (%57.0) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde ahırların ortalama yaşlarının az olması (medyan= 12 yıl, Çizelge 1) ve kerpiç kullanımının çok düşük olmasıyla birlikte, işletmelerin modern ahır yapımına önem verdikleri ve yapı malzemesi olarak briket kullanmaları olumlu olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 5). Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda ahır yapım malzemesi olarak büyük oranda taş kullanıldığı bildirilmiştir (Şeker ve ark., 2012; Özyürek ve ark., 2014; Yanar ve ark., 2022). İşletmelerde taş kullanımının yüksek olması, taşın kolay bulunabilen sağlam ve masrafsız ve tüm bölgelere göre daha dayanıklı olması tercih sebebi olmaktadır (Aydın ve ark., 2022).

Araştırmanın yapıldığı Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde gübre depolayan işletmelerin oranının %7 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Erzurum ili Aşkale ilçesinde %13.4 (Koçyiğit ve ark., 2023), Tokat ilinde %44.0 (Yüzbaşıoğlu, 2022), Burdur ilinde %5 (Çayır ve ark., 2012), Kahramanmaraş ilinde %13.83 (Güzel & Aybek, 2017) ve Karaman ilinde %3 (Kaya & Hacisefereoğulları, 2020) oranında gübre depolama alanı varlığı bildirilmiştir. Sığır yetiştiriciliğinde çiftlik yönetimin en önemli unsurlarından biri olan gübre yönetimi birçok işletme için büyük bir sorun oluşturmaktadır. Uygun şartlarda muhafaza edilemeyen gübrenin tarımsal üretimde kullanılabilme olanağı kısıtlanmakta ve çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Bu konuda işletme sahiplerinin ahır yapımında bu faktörleri göz önünde bulundurması önemli bir konudur (Koçyiğit ve ark., 2023).

Gübre temizleme şekli olarak yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun uyguladığı yöntem elle temizleme şeklindedir (Çizelge 5). Güzel ve Aybek (2017) Kahramanmaraş ili sığır işletmelerinde gübre temizleme sisteminin çoğunlukla (%83.33) mobil sistemle yapıldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada işletmelerde gübre yönetiminin başarısız olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Gübre yönetiminin işletmelerde düzgün yapılmadığı durumlarda hayvan refahı ve sağlığı açısından dolayısıyla verim açısından kötü sonuçlara sebep olabilmektedir. Hayvanlara hastalık bulaşmasının kaynağı olduğu gibi haşere ve parazitlerin hayvanlara musallat olması kaçınılmaz olmaktadır.

Çalışmada hayvanları için gezinti alanına sahip işletme oranının (%46.0) azımsanmayacak kadar çok olduğu görülmektedir (Çizelge 5). Gezinti avlusunda her bir hayvan için gerekli alanın 5 m² den az olmaması tavsiye edilmiştir (Şirin & Kocaman, 2016; Göncü ve ark., 2016). Koçak (2017) ise, gezinti alanını hayvanların canlı ağırlığına göre 6-8 m² arasında olması gerektiği bildirmiştir.

Söz konusu mevcut çalışmada sığırcılık işletmelerinin %64.0'ünde ahırların müstakil olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Benzer şekilde Kahramanmaraş ilinde %63.0 (Kaygısız & Tümer, 2009); Muş ilinde %77.0 (Şeker ve ark., 2012); Erzurum ili İspir ilçesinde %80.5'inin (Yanar ve ark., 2022); Aşkale ilçesinde %77.4 (Koçyiğit ve ark., 2023), ahırlarının müstakil olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın bulgularının diğer çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği söylenebilir. Süt sığırcılığı işletmelerinde ahırların müstakil olması hayvan sağlığı refahı ve verimlilik açısından istenilen ve tavsiye edilen bir durumdur.

Yine mevcut çalışmada ahırların havalandırma durumları incelendiğinde yetiştiricilerin yarıya yakınının ev altı yetersiz (%38.0) olduğunu beyan etmeleri hayvan refahı açısından olumsuz bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Singin (2016) Elazığ ilinde besi sığırı işletmelerinde yaptığı çalışmada ahırların havalandırma yetersizlik oranını %37.0 olarak bildirmiştir.

Yine bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre işletmelerde bulunan ahırların aydınlatma için pencere yeterliliği büyük oranda (%79.0) sağlanmış durumdadır. Gündüz aydınlatma durumu ise çok yüksek oranda pencere ile (%80.0) yapıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda ahırlarda doğal aydınlatma oranını Erzurum ili Hınıs ilçesinde Aydın ve ark. (2016) %63.5 ve Narman ilçesinde Güler ve ark. (2017) ise %63.5 olarak bildirmişlerdir. İşletmelerde zemin yapısının kaygan olduğunun (%35.0) yetiştiriciler tarafından bildirilmesi yine hayvan refahını olumsuz yönde etkileyeceği kaçınılmazdır (Çizelge 5). Çünkü ahırların kaygan zemine sahip olmaları hayvan davranışlarında normal olmayan durumlara yol açmaktadır (Kılıç ve ark., 2020).

İşletmelerin %20.0'inde doğum bölmesi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Konu ile ilgili olarak sığırcılık işletmelerinde doğum bölmesi bulunma oranları; Kahramanmaraş ilinde %30 (Kaygısız & Tümer, 2009), Erzurum ili Hınıs

ilçesinde%25.1 (Aydın ve ark., 2016), İspir ilçesinde %2.8 (Yanar ve ark., 2022) olarak bildirilmiştir. Mevcut çalışmada buzağı bölmesi varlığı işletmelerin %80.0'inde mevcut olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Konu ile ilgili Aydın ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, işletmelerin %61.3'ünde buzağılara ait özel bir bölme bulunduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak; bu çalışma Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerindeki büyükbaş hayvancılık işletme sahiplerinin demografik özellikleri, hayvan refahı, sürü yönetimi ve barınak uygulamalarını incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, işletme sahiplerinin genellikle orta yaşta ve uzun süreli mesleki tecrübeye sahip olduklarını göstermektedir. İşletmelerdeki sığır varlığı ve barınak kapasitesi değerleri, bölgedeki genel eğilimleri yansıtmaktadır.

Yetiştiricilerin memnuniyet oranlarının yüksek olması, genel olarak hayvancılık sektöründe olumlu bir tabloyu işaret etmektedir. Ancak, yetiştiricilerin eğitim düzeyinin çoğunlukla ilkökul seviyesinde olması ve hayvancılıkla ilgili bilgi kaynaklarının sınırlı olması, sektörde eğitim ve bilgi paylaşımı çabaların artırılması gereklidir.

Yetiştiricilerin Hayvan refahı konusundaki farkındalıklarının yüksek olması olumlu bir durumdur. Ancak, hayvan refahına yönelik bilgi eksiklikleri olduğunu belirten yetiştiriciler de bulunmaktadır. Bu noktada, Tarım İl Müdürlükleri ve ilgili kuruluşların etkili bir şekilde bilgi paylaşımı ve eğitim faaliyetleri düzenlemeleri önemlidir.

Buzağı ölümlerinin nedenlerinin çoğunlukla ishal ve pnömoni kaynaklı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, veteriner hizmetlerinin daha etkin bir şekilde sağlanması, hastalık önleme ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliğini göstermektedir.

Barınak yönetimi ve uygulamaları konusunda yapılan değerlendirmeler, işletmelerin büyük çoğunluğunun modern ve uygun barınaklara sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, gübre yönetimi konusunda başarısızlıklar tespit edilmiş ve bu konuda eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarına ihtiyaç olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular doğrultusunda, bölgedeki büyükbaş hayvancılık işletmelerinin genel olarak olumlu durumda olduğu, ancak belirli alanlarda iyileştirmelere ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, işletme sahipleri ve yetiştiricilere hayvan refahı, hastalık önleme ve barınak yönetimi konularında daha fazla eğitim ve bilgi sağlanması, veteriner hizmetlerinin daha etkin bir şekilde kullanılması, yine gübre yönetimi konusunda bilinçlendirme çalışmalarının yapılması önerilebilir.

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 çalışmanın yapılması için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulunun 22.11.2023-263093 tarih ve sayılı yazıları ile izin alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, M. (2021). Holştayn ırkı sığırlarda gübre ve kum altlık kullanımının bazı refah ve davranış özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni (Veterinerlik) Anabilim Dalı, 111 s, Aydın.
- Akkurt, M., & Köknaroğlu, H. (2016). Isparta ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine üye olan ve olmayan işletmelerin performanslarının karşılaştırılması ve üreticilerin damızlık sığır yetiştiricileri birliği ile ilişkilerinin incelenmesi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 79-90.

- Aydın, R., Bayram, B., Ergün, O.F., Özdemir, V.F., Diler, A., Yanar, M., & Koçyiğit, R. (2023). Sığırcılık işletmelerinde işletme büyüklüğü ve yetiştiricilerin eğitim durumlarının çiftlik uygulamaları üzerine etkileri: Erzurum ili Aşkale ilçesi örneği. *Palandöken Journal of Animal Sciences Technology and Economics*, 2 (1), 29-37. <https://doi.org/10.5152/JASE.2023.1221295>
- Aydın, R., Diler, A., Özdemir, V.F., Yanar, M., Koçyiğit, R., & Yılmaz, A. (2022). Ağrı ili Merkez ilçesi sığırcılık işletmelerinin barınak ve çevre özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 25 (6), 1510-1522. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.988517>
- Aydın, R., Güler, O., Yanar, M., Diler, A., Koçyiğit, R., & Avcı, M. (2016). Erzurum ili Hınıs ilçesi sığırcılık işletmelerinin barınak özellikleri üzerine bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (1), 98-111. <https://doi.org/10.18016/ksujns.16383>
- Bogdanovic, V., Djedovic, R., Perisic, P., Stanojevic, D., Petrovic, M.D., Trivunovic, S., Kucevic, D., & Petrovic, M.M. (2012). An assessment of dairy farm structure and characteristics of dairy production systems in Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28 (4), 689-696. <https://doi.org/10.2298/BAH1204689B>
- Bracke, M.B.M., & Hopster, H., (2006). Assessing the importance of natural behaviour for animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19, 77-89. <https://doi.org/10.1007/s10806-005-4493-7>
- Ceco, A. (2022). Kars ili süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan refahının barınak ve yetiştirme şartları açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 77 s.
- Cheong, S., Di Francesco, J., Lee, K., Van Vleck Pereira, R., Black, R., Karle, B., Lema, M., & Pires, A.F.A. (2022). Survey of management practices and farmers' perceptions of diseases on organic dairy cattle in California. *Animals*, 12 (19), 2526. <https://doi.org/10.3390/ani12192526>
- Çayır, M., Atılğan, A., & Öz, H. (2012). Büyükbaş hayvan barınaklarındaki gübrelikler ve su kaynaklarına olan durumlarının incelenmesi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 1-9.
- Daş, A., İnci, H., Karakaya, E., & Şengül, A. (2014). Bingöl ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 421-429.
- Demir, P., Adıgüzel, S.I., Sarı, M., & Ayvazoğlu, C. (2014). Kars merkez ilçedeki süt sığırcılık işletmelerinin genel yapısı ve ekonomik boyutu. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 28 (1), 9-13.
- Demirören, E. (2002). *Hayvan davranışları*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 547.
- Dou, Z., Galligan, D.T., Ramberg, C.F., Meadows, C., & Ferguson, J.D. (2001). A survey of dairy farming in Pennsylvania: Nutrient management practices and implications. *Journal of Dairy Science*, 84 (4), 966-973. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74555-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74555-9)
- Ekmekyapar, T. (2001). *Hayvan barınaklarında çevre koşullarının düzenlenmesi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Göncü, S., & Gökçe, G. (2017). Türkiye'de sığır besiciliği işletmelerinde karlı ve sürdürülebilir üretim için teknolojik uygulamalar. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32 (1), 29-34.
- Göncü, S., Koluman, N., Serbest, U., & Görgülü, M. (2016). Adana süt sığırcılığında refah istekleri ve kritik kontrol noktaları. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (1), 9-20.
- Güler, O., Aydın, R., Diler, A., Yanar, M., Koçyiğit, R., & Maraşlı, A. (2017). Sığırcılık işletmelerinin barınak özellikleri üzerine bir araştırma; Erzurum ili Narman ilçesi örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 396-405.
- Güzel, M., & Aybek, A. (2017). Kahramanmaraş ili süt sığırcılığı işletmelerinin mekanizasyon yapısı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (2), 148-159. <https://doi.org/10.18016/ksujns.88470>
- Karakuş, K. (2011). Türkiye'nin canlı hayvan ve kırmızı et ithaline genel bir bakış. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1 (1), 75-79.



- Kaya, A., & Haciseferoğulları, H. (2020). Karaman ili süt sığırcılık işletmelerinin mekanizasyon özellikleri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1 (2), 368-389. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.012>
- Kaygısız, A., & Özkan, İ. (2021). Samsun Tekkeköy ilçesindeki süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve hijyen koşulları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 225-233. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.879606>
- Kaygısız, A., & Tümer, R. (2009). Kahramanmaraş ili süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri: 2. Barınak özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 40-47.
- Kaylan, V., Yılmaz, İ., & Yanar, M. (2019). Iğdır ilinde süt sığırcılığı işletmelerinde buzağı yetiştirme üzerine bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek Sayı 1), 169-178.
- Kılıç, İ., Yaylı, B., & Alakberov, A. (2020). Azerbaycan'ın Bakü ili ve çevresinde faaliyet gösteren süt sığırcılık işletmelerinin yapısal durumu ve geliştirme olanakları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (2), 237-253.
- Kibar, M., & Bakır, G. (2022). Muş ilindeki sığır besi işletmelerinde veteriner ve sağlık uygulamalarının belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 63 (2), 105-114. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.924008>
- Koçak, S. (2017). Damızlık sığır yetiştiriciliğinde hayvan refahının önemi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 5 (2), 85-89.
- Koçyiğit, R. (2022a). Süt sığır işletmelerinde sığır ve buzağı yetiştirme uygulamaları: Erzurum ili İspir ilçesi örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (Ek Sayı 1), 279-289. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1073396>
- Koçyiğit, R., Diler, A., Yanar, M., Güler, O., Aydın, R., & Avcı, M. (2016). Süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti: Erzurum ili Hınıs ilçesi örneği. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 3 (1), 24-32.
- Koçyiğit, R., Yanar, M., Aydın, R., Diler, A., & Güler, O. (2018). Sığırcılık işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti ve beklentileri: Erzurum ili Narman ilçesi örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (2), 203-208. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.303021>
- Koçyiğit, R., Yanar, M., Aydın, R., Özdemir, V.F., Ergün, O.F., Bayram, B., Diler, A., & Şat, O. (2023). Erzurum ili Aşkale ilçesindeki süt sığırcılık işletmelerinde mevcut barınak yapısal özellikleri ile işletme büyüklükleri arasındaki ilişkiler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 12 (1), 38-49.
- Koçyiğit, R., Yanar, M., Aydın, R., Özdemir, V.F., Diler, A., & Yılmaz, A. (2022b). Structural characteristics of dairy cattle farms in central county of ağrı province: Milking management practices. *Hayvansal Üretim*, 63 (1), 1-6. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.981587>
- Korte, S.M., Olivier, B., & Koolhaas, J.M. (2007). A new welfare concept based on allostasis. *Physiology & Behavior*, 92, 422-428. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.10.018>
- Köse, K. (2006). Uşak ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine kayıtlı işletmelerin genel yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 84 s, Tekirdağ.
- Metin Kıyıcı, J., & Çınar, M.U. (2020). Türkiye'de süt sığırcılığı uygulamaları üzerine bir araştırma. *Journal of Animal Science and Products (JASP)*, 3 (2), 165-175.
- Ohl, F., & Van der Staay, F. J. (2012). Animal welfare: At the interface between science and society. *The Veterinary Journal*, 192 (1), 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.05.019>
- Önal, A.R., & Özder, M. (2008). Edirne ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine üye işletmelerin yapısal özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 197-203.
- Özdemir, Y., Kınıklı, F., & Engindeniz, S. (2021). Süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma: Balıkesir'in Gönen ilçesi örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8 (4), 1001-1011. <https://doi.org/10.30910/turkjans.938077>

- Özyürek, S., Koçyiğit, R., & Tüzemen, N. (2014). Erzincan ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri: Çayırılı ilçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (3), 19-26.
- Saygın, N., & Demirbaş, N. (2017). Türkiye’de kırmızı et sektörünün mevcut durumu ve çözüm önerileri. *Hayvansal Üretim*, 58 (1), 74-80. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.335515>
- Sezer, Y., Baytok, E., & Akçay, A. (2020). Nevşehir ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısı ve hayvan besleme uygulamaları yönünden değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 235-241. <https://doi.org/10.32707/ercivet.828408>
- Sheppard, S.C., Bittman, S., Swift, M.L., Beaulieu, M., & Sheppard, M.I. (2011). Ecoregion and farm size differences in dairy feed and manure nitrogen management: A survey. *Canadian Journal of Animal Science*, 91 (3), 459-473.
- Simitzis, P., Tzanidakis, C., Tzamaloukas, O., & Sossidou, E. (2022). Contribution of precision livestock farming systems to the improvement of welfare status and productivity of dairy animals. *Dairy*, 3 (1), 12-28, <https://doi.org/10.3390/dairy3010002>
- Singin, E. (2016). Elazığ ili besi sığırı işletmelerindeki hayvan refahı ve uygulamalarının mevcut durumu. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 92 s.
- Spinka, M. (2006). How important is natural behaviour in animal farming systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.006>
- SPSS (2011). IBM SPSS statistics 20.0 for Windows. Armonk, NY, ABD.
- Şeker, İ., Tasalı, H., & Güler, H. (2012). Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 26 (1), 9-16.
- Şirin, Ü., & Kocaman, B. (2016). Erzurum ve çevresi süt sığırcılığı işletme binalarının optimum tasarımı. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 33 (3), 28-38 <https://doi.org/10.13002/jafag1003>
- Tapkı, N., Dağistan, E., Ertürküner, N., & Ertürküner, A.A. (2020). Hatay ilindeki sığır yetiştiriciliği işletmelerinde pazarlama yapısı, sorunlar ve çözüm önerileri: Payas ilçesi örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 413-421. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.757252>
- Tapkı, N., Kaya, A., Tapkı, İ., Dağistan, E., Çimrin, T., & Selvi, M.H. (2018). Türkiye’de büyükbaş hayvancılığın durumu ve yıllara göre değişimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 324-339.
- Tilki, M., Sarı, M., Aydın, E., Işık, S., & Aksoy, A.R. (2013). Kars ili sığır işletmelerinde barınakların mevcut durumu ve yetiştirici talepleri: I. Mevcut durum. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 109-116. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.7282>
- Turhan, Ş., Erdal, B., & Çetin, B. (2010). Türkiye’de kırmızı ette fiyat oluşumu ve etkileyen faktörler. *Türkiye 9. Tarım Ekonomisi Kongresi*, Şanlıurfa, Türkiye, 387-395.
- Tüfenk, Ö. (2021). Hayvan refahına ilişkin tüketici algı ve tutumu. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 88 s, Afyon.
- Ünalın, A., Serbester, U., Çınar, M., Ceyhan, A., Akyol, E., Şekeroğlu, A., Erdem, T., & Yılmaz, S. (2013). Niğde ili süt sığırcılığı işletmelerinin mevcut durumu, başlıca sorunları ve çözüm önerileri. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1 (2), 67-72.
- Valde, J.P., Hird, D.W., Thurmond, M.C., & Qsterås, O. (1997). Comparison of ketosis, clinical mastitis, somatic cell count, and reproductive performance between free stall and tie stall barns in Norwegian dairy herds with automatic feeding. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 38 (2), 181-192.
- Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M.V., Janczak, A.M., Visser, E.K., & Jones, R.B. (2006). Assessing the human–animal relationship in farmed species: a critical review. *Applied Animal Behaviour Science*, 101 (3-4), 185-242. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.02.001>
- Yamane, T. (2010). *Temel örnekleme yöntemleri*. Literatür Yayıncılık. ISBN: 978-975-8431-34-2, İstanbul. 528.



- Yanar, M., Diler, A., Aydın, R., Koçyiğit, R., Özdemir, V.F., & Tosun, M. (2022). A study on structural characteristics of the cattle barns in İspir county of Erzurum province. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 566-576. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1068482>
- Yanar, M., Koçyiğit, R., Özdemir, V.F., Aydın, R., Diler, A., & Tosun, M. (2022) Breeding practices regarding the barn characteristics in the cattle enterprises in İspir district of Erzurum province of Turkey. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 445-456. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1076431>
- Yılmaz, Ö.F., & Çam, M.A. (2023). Küçükbaş hayvanlarda sıcaklık stresinin refah ve verim üzerine etkileri. *Khoja Ahmed Yasawi 7. International Congress on Scientific Research*, 24-25 Şubat, Mingachevir, Azerbaycan.
- Yüzbaşıoğlu, R. (2022). Büyükbaş hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu, teknik ve ekonomik yapısı, sorunları ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma (Tokat ili Merkez ilçe örneği). *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 375, 4-17. <https://doi.org/10.33724/zm.1024967>

Seçilmiş hünnap genotiplerinde verim ve bazı meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi

Determination of yield and some fruit quality characteristics in selected jujube genotypes

Veli İNANIR¹ , Adnan Nurhan YILDIRIM¹ 

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 19.01.2024 Accepted / Kabul: 05.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Ziziphus jujuba</i> Verim Fenolojik özellikler Pomolojik özellikler Kimyasal özellikler</p> <p>Keywords: <i>Ziziphus jujuba</i> Yield Phenological properties Pomological properties Chemical properties</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Adnan Nurhan YILDIRIM adnanyildirim@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>Araştırma Denizli/Çivril bölgesinde meyve ve verim özellikleri bakımından öne çıkan 15 adet hünnap genotipinde verim ve bazı meyve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Genotiplerin tomurcuk kabarma, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, ilk ben düşme ve hasat tarihlerinin yıllara göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada meyve ağırlığı 2021 yılında 5.59 g (14 nolu genotip) – 19.91 g (10 nolu genotip), 2022 yılında 5.14 g (4 nolu genotip) – 17.36 g (8 nolu genotip), meyve eti sertliği 2021 yılında 1.79 lb (14 nolu genotip) – 3.05 lb (10 nolu genotip), 2022 yılında 4.04 lb (11 nolu genotip) – 7.23 lb (12 nolu genotip), ağaç başı verim 2021 yılında 15.65 kg ağaç-1 (11 nolu genotip)- 100.40 kg ağaç-1 (5 nolu genotip), 2022 yılında 13.60 kg ağaç-1 (14 nolu genotip) – 66.95 kg ağaç-1 (5 nolu genotip), suda çözünür kuru madde miktarı 2021 yılında % 18.15 (7 nolu genotip) - % 30.70 (8 nolu genotip), 2022 yılında % 18.37 (5 nolu genotip) – % 33.60 (7 nolu genotip) arasında değişmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The research was carried out to determine fruit yield and some fruit characteristics of 15 jujube genotypes that promising genotypes in terms of fruit and yield characteristics in the Denizli/Çivril region. It was determined that the bud swelling, first flowering, full flowering, first veraison and harvest dates of the genotypes varied according to years. In the research, fruit weight 5.59 g (genotype no 14) - 19.91 g (genotype no 10) in 2021, 5.14 g (genotype no 4) - 17.36 g (genotype no 8) in 2022, fruit firmness 1.79 lb (genotype no 14) in 2021.) – 3.05 lb (genotype no 10), 4.04 lb (genotype no 11) in 2022 – 7.23 lb (genotype no 12), tree yield 15.65 kg tree-1 (genotype no 11) in 2021- 100.40 kg/tree (genotype no 5) genotype), 13.60 kg tree-1 (genotype no 14) - 66.95 kg tree-1 (genotype no. 5) in 2022, the amount of total soluble solid contents 18.15% (genotype no 7) - 30.70% (genotype no 8) in 2022 18.37% (genotype no 5) – 33.60% (genotype no 7).</p>
Cite/Atıf	İnanır, V., & Yıldırım, A.N. (2024). Bazı hünnap tiplerinde verim ve meyve kalite özellikleri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 380-389. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1422663

GİRİŞ

Hünnap botanik olarak Rhamnaceae familyasının *Zizyphus* cinsine ait dikenli bir bitkidir. Çin ve Hindistan gibi ülkelerde binlerce yıldır tıbbi ve gıda amaçlı olarak yetiştirildiği bildirilmektedir (Mengjun, 2003; Yıldırım ve ark., 2015). Meyveleri tüketim için yaygın olarak yetiştirilen, kışını yaprağını döken, yaprakları tüsüz olan, daha çok subtropik ve ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilen *Zizyphus jujuba* Mill ve yaprakları tüylü olan, herdem yeşil, daha çok tropik bölgelerde yetiştirilen *Zizyphus mauritiana* olmak üzere kültüre alınmış iki önemli türü vardır (Şan ve ark., 2009; Mahajan & Chopda, 2009; Gündüz, 2023). Hünnapın meyveleri yanında kökleri, yaprakları, tohumları ve kabukları da dünyada geleneksel tıpta ilaç kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Abdel-Zaher ve ark., 2005; Yıldırım ve ark., 2015). Hünnap meyvelerinin askorbik asit, triterpenik asitler, fenolik asitler, amino asitler, saponinler, serebrositler, flavonoidler, polisakkaritler ve mineral bileşenler dahil olmak üzere yüksek miktarda çeşitli biyoaktif bileşikler içermektedir. Bu bileşenlerin antioksidan, antiinflamatuvar, antiobezite, hepatoprotektif, antidiyabetik, antimikrobiyal, antikanser özellikleri olması nedeni ile koruyucu etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Şan ve ark., 2009; Şan & Yıldırım, 2010; Ji ve ark., 2017; Xie ve ark., 2018; Xu ve ark., 2019; Gowd ve ark., 2020; Rashman ve ark., 2020; Feng ve ark., 2021). İnsan sağlığına etkileri yanında adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, ekonomik ömrünün uzun olması, beslenme açısından zengin olması, farklı tüketim şeklinin olması, yetiştiriciliği kolay olması ve uzun süreli ara ürün sistemlerine uygun olmasından dolayı Dünya’da giderek popüler bir meyve haline gelmesini sağlamıştır (Mengjun, 2003; Liu, 2003). Türkiye’de doğal yayılış alanları olarak Çoruh Vadisi Havzası, Manisa’nın Demirci İlçesi ve Denizli’nin Çivril İlçesi hünnap yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan önde bölgeler arasında yer almaktadır (Yaşa, 2016). Ülkemizde bu türün bazı bölgelerde sınırlı miktarda yetiştirilmesine rağmen 2013 yılında 9 ilde 458 dekar alanda 142 ton olarak gerçekleşen hünnap üretimi, 2022 yılında 27 ilde 2.921 dekar alanda 2.248 ton üretime ulaşmıştır (TÜİK, 2023). Ülkemizde hünnap genotiplerine ait meyve özelliklerinin belirlenmesi ve özellikle verim değerlerine ilişkin fazla sayıda araştırma bulunmamaktadır. Araştırma Denizli/Çivril/Gümüşsu beldesinde üstün meyve özelliklerine sahip farklı 15 hünnap genotipinin verim ve bazı meyve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma Denizli ili Çivril ilçesine bağlı Gümüşsu beldesinde 7 x 3.5 metre aralıkla dikilmiş, tohumdan yetişmiş, 15 yaşlı hünnap (*Zizyphus jujuba* Mill.) bahçesinde yürütülmüştür. Bahçenin budama, gübreleme, sulama, yabancı ot kontrolü gibi kültürel işlemleri düzenli olarak yapılmaktadır. Ağaçlar, merkezi lider terbiye sistemine göre terbiye edilmiş olup ağaçların sulama suyu ihtiyacı damlatıcı aralığı 30 cm olan 2 L h-1 damlatıcı debisine sahip çift hat damla sulama sistemi ile sağlanmıştır. Alınan meyve örneklerinin pomolojik analizleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü’ne ait laboratuvarlarda yapılmıştır. Her bir hünnap genotipine ait ağaçlardan 2021 ve 2022 yıllarında delikli poşetlere ağacı temsil edecek şekilde 4 farklı yönden toplanan 50 adet meyve örneği, yine araç içi buzdolabı yardımıyla, ölçüm ve analizlerin yapılacağı laboratuvara ulaştırılmıştır.

Fenolojik gözlemler

Tomurcukların şişip açıldığı devre olarak tomurcuk kabarması, sürgündeki çiçeklerin % 5-10’unun açıldığı devre olarak ilk çiçeklenme, çiçek tomurcuklarının % 50-60’ının açıldığı dönem olarak tam çiçeklenme, meyve dış kabuğunun renklenmeye başladığı dönem olarak ilk ben düşme dönemi (Kavas, 2014) ve yaprakların toprağa düştüğü dönem de yaprak döküm tarihi olarak kabul edilmiştir (Tekintaş, ve ark., 2006).

Ölçüm ve analizler

Çalışma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 meyve olacak şekilde yürütülmüştür. Meyveler dış kabuğunun en az % 50 ve üstünün renklendiği, rengin yeşilden altın sarısına döndüğü ve toplandığı dönemde hasat kabul edilmiştir (Hussain ve ark., 2021). Hasat edilen meyvelerde meyve boyu, meyve eni, çekirdek eni, çekirdek boyu 0.01 mm hassasiyete sahip dijital kumpas yardımı ile mm olarak ölçülmüştür (Ecevit ve ark., 2002). Meyve ağırlığı ve çekirdek ağırlığı 0.01 g'a duyarlı hassas terazi ile g cinsinden belirlenmiştir (Ecevit ve ark., 2002). Meyve kabuk rengi, MİNOLTA CR-400 renk ölçer cihazı ile meyvelerin her iki tarafından ölçülüp, L* , a* ve b* cinsinden değerlendirilmiştir (Öztürk, 2012). Her bir genotipteki ağaçlardan hasat edilen meyvelerin tartılması ile ağaç başına verim (kg ağaç-1) elde edilmiştir. Meyve eti sertliği, el penetrometresi yardımıyla lb cinsinden belirlenmiştir (Kavas, 2014). Toplanan meyveler yıkandıktan sonra soyulup suları sıkılmış ve Hanna HI 96801 marka masa tipi refraktometre yardımı ile meyve sularındaki suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı % olarak belirlenmiştir (Serçe ve ark., 2009). Elde edilen meyve sularının pH'sı Hanna HI 4221 marka dijital ph metre yardımıyla ölçülmüştür (Ecevit ve ark., 2002). Meyve suyunda titre edilebilir asit miktarı, malik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Öztürk ve ark., 2012).

İstatistik analizler

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

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada genotiplerin yıllara göre fenolojik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. 2021 yılı çiçek tomurcuğu kabarma tarihi nisan ayının ilk haftasında gerçekleşirken, 2022 yılında nisan ayının son haftasında gerçekleşmiştir. Genotiplerin ilk çiçeklenme tarihi 2021 yılında mayıs ayının ikinci haftasında gerçekleşirken, 2022 yılında haziran ayının ilk haftasında gerçekleşmiştir. 2021 yılında tam çiçeklenme haziran ayının ikinci haftasında gerçekleşirken, 2022 yılında temmuz ayının ilk haftasında gerçekleşmiştir. İlk ben düşme 2021 ve 2022 yıllarında ağustos ayının son haftasında gerçekleşmiştir. Hasat tarihi ise 2021 yılında eylül ayının ikinci haftası, 2022 yılında ise eylül ayının ilk haftası olarak belirlenmiştir. Araştırmada yaprak döküm tarihleri her iki yılda da ekim ayının ilk haftası olarak kaydedilmiştir. Fenolojik aşama sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde tomurcuk kabarma, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, ilk ben düşme ve hasat tarihlerinin yıllara göre farklılıklar gösterdiği, genotiplerin erkenci ya da geçici diyebilecek kadar farklılıklar göstermediği, fenolojik aşamaların birbirine yakın tarihlerde gerçekleştiği saptanmıştır. Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı dikkate alındığında 2022 yılında meyvelerdeki olgunlaşma süresi 2021 yılına göre bir hafta kadar erkencilik sağlamıştır.

Çizelge 1. Genotiplerin 2021 ve 2022 yılı fenolojik özellikleri

Table 1. Phenological properties of genotypes in 2021 and 2022

Yıllar	Fenolojik Özellikler					
	TK	İÇ	TÇ	İBD	HT	YDT
2021	Nisan I. hafta	Mayıs II. hafta	Haziran II. hafta	Eylül I. hafta	Eylül II. hafta	Ekim I. Hafta
2022	Nisan IV hafta	Haziran I. hafta	Temmuz I. hafta	Ağustos IV. hafta	Eylül I. hafta	Ekim I. hafta

TK: Tomurcuk Kabarması, İÇ: İlk Çiçeklenme, TÇ: Tam Çiçeklenme, İBD: İlk Ben Düşme, HT: Hasat Tarihi, YDT: Yaprak Döküm Tarihi

Araştırmada, genotiplere ait 2021 yılı pomolojik özellikler ve verim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, et çekirdek-1 oranı ve meyve eti sertliği bakımından genotipler arasında istatistik olarak önemli farklar saptanmıştır ($p \leq 0.05$). Araştırmada, meyve ağırlığı 5.59 g (5 nolu genotip)-19.91 g (10

nolu genotip), meyve eni 23.62 mm (11 nolu genotip)-33.66 mm (5 nolu genotip), meyve boyu 17.60 mm (14 nolu genotip)-36.37 mm (8 nolu genotip), meyve eti sertliği 1.79 lb (14 nolu genotip)-3.05 lb (10 nolu genotip), et çekirdek-1 oranı 12.44 (6 nolu genotip)- 33.60 (8 nolu genotip), verim değerleri 15.65 kg ağaç-1 (11 nolu genotip)-100.40 kg ağaç-1 (5 nolu genotip) arasında değişmiştir. Araştırmada genotiplere ait 2022 yılı pomolojik özellikler ve verim değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Araştırmada meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, et çekirdek-1 oranı ve meyve eti sertliği bakımından genotipler arasında $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistik olarak önemli farklar saptanmıştır. Çalışmada meyve ağırlığı 5.14 g (4 nolu genotip)-17.36 g (8 nolu genotip), meyve eni 22.20 mm (12 nolu genotip)-31.47 mm (8 nolu genotip), meyve boyu 19.05 mm (14 nolu genotip)-35.76 mm (8 nolu genotip), meyve eti sertliği 4.04 lb (11 nolu genotip)-7.23lb (12 nolu genotip), et çekirdek-1 oranı 8.52 (6 nolu genotip)- 27.59 (8 nolu genotip), verim değerleri ise 12.43 kg ağaç-1 (11 nolu genotip)-66.95 kg ağaç-1 (5 nolu genotip) arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Genotiplerin 2021 yılı pomolojik özellikler ve verim değerleri

Table 2. Pomological properties and yield values of genotypes in 2021

Genotip	Meyve ağırlığı (g)*	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve eti sertliği (lb)	Et Çekirdek ⁻¹ Oranı	Verim (kg ağaç ⁻¹)
1	8.66± 0.53 bc	26.37 ± 0.70 bc	24.26 ± 0.38 de	2.06± 0.14 bcd	18.21 ± 1.70 b	52.13
2	9.45± 1.06 bc	26.62 ± 1.25 bc	26.13 ± 1.09 cd	2.11± 0.25 bcd	13.51 ± 1.44 b	32.63
3	10.24± 0.50 b	27.38± 0.40 b	27.00 ± 0.33 cd	2.48± 0.14 abcd	13.99 ± 1.03 b	23.76
4	8.21 ± 0.22 bc	25.59 ± 0.63 bc	21.96 ± 0.29 e	2.30 ± 0.14 abcd	14.36 ± 0.75 b	58.17
5	18.25 ± 1.14 a	33.66 ± 0.94 a	31.11 ± 0.91 b	2.28 ± 0.12 abcd	24.99 ± 1.77 ab	100.40
6	11.53 ± 0.90 b	27.37 ± 0.76 b	27.86 ± 0.53 c	2.79 ± 0.39 abc	12.44 ± 0.96 b	35.23
7	10.63 ± 2.11 b	26.69 ± 1.39 bc	26.94 ± 1.70 cd	2.81 ± 0.35 ab	12.70 ± 1.28 b	34.00
8	19.61 ± 2.70 a	31.49 ± 1.40 a	36.37 ± 1.95 a	2.12 ± 0.14 bcd	33.60 ± 17.20 a	28.90
9	8.41 ± 0.49 bc	25.67 ± 0.62 bc	24.13 ± 0.70 de	1.98 ± 0.09 cd	13.77 ± 0.36 b	28.45
10	19.91 ± 3.24 a	32.40 ± 2.04 a	34.94 ± 1.18 a	3.05 ± 0.44 a	24.76 ± 2.65 ab	26.55
11	7.30 ± 0.56 bc	23.62 ± 0.79 c	21.47 ± 0.53 e	2.31 ± 0.59 abcd	15.69 ± 0.46 b	15.65
12	8.47 ± 0.57 bc	24.25 ± 0.63 bc	28.19 ± 0.46 bc	2.28 ± 0.03 abcd	14.90 ± 2.12 b	23.65
13	11.27 ± 1.44 b	26.80 ± 1.45 bc	27.14 ± 1.49 cd	2.05 ± 0.19 bcd	14.93 ± 0.84 b	48.00
14	5.59± 1.15 c	23.86 ± 1.41 c	17.60 ± 1.45 f	1.79 ± 0.21 d	18.52 ± 1.74 b	19.04
15	9.66 ± 1.14 bc	26.06 ± 0.94 bc	24.39 ± 0.88 de	2.26 ± 0.22 abcd	23.25 ± 3.23 ab	40.53

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Araştırmada, genotiplere ait 2022 yılı pomolojik özellikler ve verim değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Araştırmada meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, et çekirdek-1 oranı ve meyve eti sertliği bakımından genotipler arasında $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistik olarak önemli farklar saptanmıştır. Çalışmada meyve ağırlığı 5.14 g (4 nolu genotip)-17.36 g (8 nolu genotip), meyve eni 22.20 mm (12 nolu genotip)-31.47 mm (8 nolu genotip), meyve boyu 19.05 mm (14 nolu genotip)-35.76 mm (8 nolu genotip), meyve eti sertliği 4.04 lb (11 nolu genotip)-7.23lb (12 nolu genotip), et çekirdek-1 oranı 8.52 (6 nolu genotip)- 27.59 (8 nolu genotip), verim değerleri ise 12.43 kg ağaç-1 (11 nolu genotip)-66.95 kg ağaç-1 (5 nolu genotip) arasında değişmiştir.

Çizelge 3. Genotiplerin 2022 yılı pomolojik özellikler ve verim değerleri

Table 3. Pomological properties and yield values of genotypes in 2022

Genotip	Meyve ağırlığı (g)*	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve eti sertliği (lb)	Et Çekirdek ⁻¹ Oranı	Verim (kg ağaç ⁻¹)
1	11.38 ± 0.70 bc	28.51 ± 0.61 b	27.83 ± 0.81 bc	4.46 ± 0.29 de	24.81 ± 1.42 ab	32.37
2	12.20 ± 1.11 b	28.71 ± 0.79 b	27.97 ± 0.88 bc	5.20 ± 0.71 cde	16.35 ± 1.09 d	34.24
3	10.04 ± 0.16 c	26.99 ± 0.22 b	27.46 ± 0.24 bcd	5.50 ± 0.60 bcd	14.49 ± 1.50 de	18.57
4	5.14 ± 0.19 f	22.52 ± 0.29 d	20.45 ± 0.20 hı	5.88 ± 0.13 bc	10.74 ± 0.19 ef	47.57
5	11.03 ± 0.61 bc	27.95 ± 0.56 b	27.75 ± 0.85 bc	6.15 ± 0.21 abc	17.03 ± 1.69 cd	66.95
6	7.96 ± 0.53 d	24.00 ± 0.65 cd	25.95 ± 0.49 cde	5.42 ± 0.50 bcd	8.52 ± 1.18 f	22.57
7	6.95 ± 0.74 de	23.39 ± 1.11 cd	24.61 ± 0.76 ef	4.13 ± 0.23 e	10.19 ± 1.43 ef	21.74
8	17.36 ± 0.76 a	31.47 ± 1.12 a	35.76 ± 1.45 a	6.51 ± 0.30 ab	27.59 ± 3.75 a	17.95
9	7.89 ± 0.12 d	24.56 ± 0.38 c	23.30 ± 0.29 fg	5.02 ± 0.31 cde	10.64 ± 0.47 ef	23.55
10	16.74 ± 0.81 a	31.29 ± 0.78 a	34.52 ± 0.99 a	6.48 ± 0.23 ab	21.14 ± 2.16 bc	17.78
11	6.79 ± 0.23 def	23.46 ± 0.32 cd	22.21 ± 0.12 gh	4.04 ± 0.16 e	16.14 ± 1.92 d	12.43
12	7.24 ± 0.44 de	22.20 ± 0.43 d	28.26 ± 0.79 b	7.23 ± 0.03 a	12.71 ± 1.22 def	17.23
13	7.87 ± 0.38 d	23.64 ± 0.41 cd	25.55 ± 0.35 de	6.54 ± 0.73 ab	8.90 ± 0.29 f	47.24
14	5.70 ± 0.19 ef	24.08 ± 0.50 cd	19.05 ± 0.41 ı	5.11 ± 0.19 cde	10.03 ± 0.13 ef	13.60
15	11.93 ± 0.48 b	26.90 ± 0.35 b	29.05 ± 0.67 b	7.09 ± 0.28 a	14.02 ± 0.68 de	34.35

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p≤0.05 düzeyinde önemlidir.

Araştırmada, genotiplere ait 2021 ve 2022 yılı meyve kabuk rengi ölçümleri Çizelge 4’de verilmiştir. Araştırmada her iki yılda da meyve kabuk rengi bakımından genotipler arasında istatistik olarak önemli farklar saptanmıştır (p≤0.05). Araştırmada 2021 yılında L* değeri 28.96 (10 nolu genotip)-45.23 (2 nolu genotip), a* değeri 17.35 (4 nolu genotip)-22.38 (8 nolu genotip), b* değeri ise 22.69 (5 nolu genotip)-33.46 (2 nolu genotip) arasında belirlenmiştir. 2022 yılında L* değeri 30.22 (10 nolu genotip)-41.60 (11 nolu genotip), a* değeri 11.40 (15 nolu genotip)-21.72 (11 nolu genotip), b* değeri ise 19.99 (10 nolu genotip)-35.63(11 nolu genotip) arasında değişmiştir.

Çizelge 4. Genotiplerin 2021 ve 2022 yılı meyve kabuk rengi değerleri

Table 4. Fruit skin color values of genotypes in 2021 and 2022

Genotipler	2021 Yılı			2022 Yılı		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	41.59 ± 1.21 ab	21.70 ± 1.81 ab	27.61 ± 1.82 bcd	38.39 ± 1.93 bcd	18.43 ± 0.46 bcd	32.14 ± 3.940abc
2	45.23 ± 0.36 a	17.89 ± 0.47 def	33.46 ± 0.14 a	40.03 ± 0.58 ab	18.92 ± 1.65 abcd	32.42 ± 1.57 abc
3	43.05 ± 1.10 ab	18.02 ± 0.72 def	29.60 ± 2.07 ab	39.89 ± 1.18 abc	17.09 ± 0.86 de	33.14 ± 2.25 ab
4	39.94 ± 0.74 ab	17.35 ± 0.79 f	25.63 ± 1.13 bcde	35.65 ± 1.49 de	16.13 ± 0.57 de	27.20 ± 2.12 cde
5	38.00 ± 0.35 b	20.12 ± 0.61 abcdef	22.69 ± 1.28 e	36.26 ± 1.27 de	16.43 ± 0.63 de	28.12 ± 1.39 bcde
6	40.84 ± 0.38 ab	19.59 ± 0.97 bcdef	25.88± 0.16 bcde	36.63 ± 0.71 de	17.03 ± 1.37 de	25.42 ± 0.99 def
7	41.39 ± 1.33 ab	19.31 ± 1.05 bcdef	27.32 ± 2.38 bcd	37.92 ± 0.85 bcd	17.77 ± 1.10 cd	30.48 ± 2.53 abcd
8	40.65 ± 0.78 ab	22.38 ± 0.25 a	27.84 ± 1.95 bcd	34.61 ± 0.72 e	17.16 ± 1.01 de	26.75 ± 1.81 cde
9	41.03 ± 1.13 ab	20.23 ± 1.12 abcde	28.20 ± 2.74 bc	37.40 ± 0.99 bcde	18.64 ± 1.57 abcd	29.94 ± 0.80 abcd
10	28.96 ± 7.38 c	18.27 ± 0.86 cdef	23.73 ± 1.48 cde	30.22 ± 1.54 f	18.24 ± 1.10 bcd	19.99 ± 2.01 f
11	40.96 ± 0.78 ab	20.92 ± 0.79 abc	26.56 ± 1.29 bcde	41.60 ± 1.07 a	21.72 ± 1.18 a	35.63 ± 0.49 a
12	43.05 ± 0.45 ab	19.46 ± 1.05 bcdef	30.06 ± 0.71 ab	37.04 ± 0.47 bcde	21.24 ± 1.14 ab	31.80 ± 1.46 abc
13	41.35 ± 0.75 ab	19.89 ± 1.11 abcdef	27.99 ± 1.30 bcd	34.74 ± 0.14 e	14.48 ± 1.34 ef	23.84 ± 2.41 ef
14	40.94 ± 0.36 ab	20.63 ± 0.55 abcd	27.66 ± 0.72 bcd	36.80 ± 0.17 cde	20.69 ± 0.50 abc	30.36 ± 0.81 abcd
15	37.91 ± 0.15 b	17.66 ± 0.60 ef	23.46 ± 1.08 de	37.69 ± 0.84 bcde	11.40 ± 0.43 f	31.70 ± 1.83 abc

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p≤0.05 düzeyinde önemlidir.

Araştırmada, genotiplere ait 2021 ve 2022 yılı kimyasal özellikler Çizelge 5’de verilmiştir. Araştırmada her iki yılda da kimyasal özellikler bakımından genotipler arasında istatistik olarak önemli farklar saptanmıştır ($p \leq 0.05$). Çalışmada 2021 yılında SÇKM değeri % 18.15 (7 nolu genotip)-% 30.70 (8 nolu genotip), pH değeri 3.77 (3 nolu genotip)- 4.51 (8 nolu genotip), TEA değeri ise 0.45 g 100 ml⁻¹ (11 nolu genotip)-1.62 g 100 ml⁻¹ (2 nolu genotip) arasında değişmiştir. Araştırmada 2022 yılında SÇKM değeri %18.37 (5 nolu genotip)-% 33.60 (7 nolu genotip), pH değeri 3.47 (3 nolu genotip)-4.35 (15 nolu genotip), TEA değeri 0.41 g 100 ml⁻¹ (11 nolu genotip)-1.46 g 100 ml⁻¹ (2 nolu genotip) arasında değişmiştir.

Çizelge 5. Genotiplerin 2021 yılı kimyasal özellikleri

Table 5. Chemical characteristics of genotypes in 2021

Genotipler	2021 Yılı			2022 Yılı		
	SÇKM (%)*	pH	TEA (g 100 ml ⁻¹)	SÇKM (%)*	pH	TEA (g 100 ml ⁻¹)
1	30.03 ± 0.95 ab	3.87 ± 0.01 cd	1.05 ± 0.14 cdef	21.13 ± 0.25 ghı	3.59 ± 0.01 gh	0.94 ± 0.12 cdef
2	24.30 ± 0.60 abcde	4.00 ± 0.04 bc	1.62 ± 0.11 a	27.10 ± 0.10 c	3.72 ± 0.04 fg	1.46 ± 0.10 a
3	27.57 ± 0.83 abc	3.77 ± 0.02 d	1.20 ± 0.27 bcde	22.00 ± 0.26 fgh	3.47 ± 0.04 h	1.07 ± 0.24 bcde
4	20.05 ± 0.38 de	4.13 ± 0.05 b	1.37 ± 0.02 abc	25.97 ± 1.20 cd	3.80 ± 0.05 efg	1.23 ± 0.02 abc
5	20.73 ± 0.05 cde	4.42 ± 0.05 a	1.38 ± 0.02 abc	18.37 ± 0.11 j	4.09 ± 0.05 bcd	1.24 ± 0.02 abc
6	19.21 ± 1.01 e	4.17 ± 0.11 b	1.29 ± 0.06 abcd	24.60 ± 0.00 de	3.84 ± 0.11 defg	1.16 ± 0.06 abcd
7	18.15 ± 8.70 e	4.05 ± 0.13 bc	1.13 ± 0.22 cdef	33.60 ± 0.34 a	3.72 ± 0.13 fgh	1.02 ± 0.20 cdef
8	30.70 ± 0.20 a	4.51 ± 0.09 a	0.95 ± 0.08 defg	26.47 ± 0.05 c	4.18 ± 0.09 abc	0.85 ± 0.07 defg
9	23.63 ± 0.25 bcde	4.19 ± 0.05 b	0.83 ± 0.14 efgh	23.33 ± 0.37 ef	4.01 ± 0.05 cde	0.75 ± 0.12 efgh
10	26.37 ± 0.55 abcd	4.09 ± 0.05 b	0.72 ± 0.03 fgh	24.63 ± 0.05 de	3.91 ± 0.05 def	0.65 ± 0.03 fgh
11	20.19 ± 0.18 de	4.19 ± 0.11 b	0.45 ± 0.04 h	29.87 ± 0.41 b	4.01 ± 0.11 cde	0.41 ± 0.03 h
12	28.83 ± 0.83 ab	4.11 ± 0.05 b	1.56 ± 0.19 ab	22.47 ± 0.35 fg	3.93 ± 0.05 cdef	1.40 ± 0.17 ab
13	23.26 ± 0.15 bcde	4.04 ± 0.02 bc	1.56 ± 0.01 ab	20.77 ± 1.06 hı	3.86 ± 0.02 def	1.40 ± 0.00 ab
14	18.20 ± 0.91 e	4.17 ± 0.07 b	0.53 ± 0.15 gh	25.70 ± 0.26 cd	4.28 ± 0.16 ab	0.48 ± 0.14 gh
15	24.73 ± 0.25 abcde	4.11 ± 0.09 b	0.54 ± 0.18 gh	20.17 ± 0.15 ı	4.35 ± 0.09 a	0.49 ± 0.16 gh

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Kavas and Dalkılıç (2015)’in 2012 ve 2013 yıllarında Aydın’da yaptıkları çalışmada çiçek tomurcuğu kabarmasının Mart ayında, ilk çiçeklenmenin Mayıs ayında, ilk ben düşme tarihlerinin Ağustos ayında ve yaprak dökümünün ise Kasım ayında, Zouaoui ve ark. (2014) güney Tunus’ta yaptıkları çalışmada çiçeklenme tarihleri bakımından hünnap genotipleri arasında farklılık olduğunu, tomurcuk kabarmasının Nisan ayında, tam çiçeklenmenin Mayıs ayında gerçekleştiğini, meyvelerin ise Eylül ayında ise hasat olgunluğuna geldiklerini ifade etmişlerdir. Foster ve ark. (1984) ABD/Texas’ta yaptığı çalışmada ilk çiçeklenmenin Mayıs ayında başladığını, tam çiçeklenmenin ise Haziran ayında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Mayahi (2016) Irak’ta yaptığı çalışmada ilk çiçeklenmenin, Mayıs ayında, meyvelerin olgunlaşma tarihlerinin çeşitlere göre farklılıklar saptandığını rapor etmiştir. Stanica (2019) Romanya’da lokal genotipler üzerine yaptığı çalışmada çiçeklenme tarihlerinin çeşitler ve genotipler arasında farklılık gösterdiğini, ilk çiçeklenmenin Haziran ayında başladığını, hasat tarihinin ise Eylül’ün III. Haftası ile Ekim’in IV. Haftası arasında gerçekleştiğini bildirmiştir. Araştırmada hünnap meyvesinin fenololik aşamalarının literatür ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Meyvelerde çiçeklenme, büyüme, olgunlaşma, hasat tarihi gibi özellikler üzerine genotip, yıl, lokasyon, kültürel ve bakım işlemleri, ekoloji gibi faktörlerin etkilerinin olduğu önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Grice, 2002; Hernandez ve ark., 2016; Reddy & Singh, 2022).

Ecevit ve ark. (2008) Denizli’nin Çivril ilçesinde yürüttükleri çalışmada 7 hünnap tipinin meyve ağırlığının 4.52 g – 6.12 g ve meyve eti çekirdek-1 oranının % 11.02 – 16.15 arasında değiştiğini, Akbolat ve ark., (2008) Denizli bölgesinde yaptıkları çalışmada meyve boyunun 11.00 mm-23.45 mm, meyve eninin 10.75 mm- 23.25 mm, L*

değerinin 39.10-62.25, a* değerinin 12.84-24.44, b* değerinin 23.56-41.63, TEA değerinin %0.30-%0.37 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Serçe ve ark. (2009) Hatay ilinde 15 hünnap genotipinin pomolojik özelliklerini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada meyve ağırlığının 1.8 g – 18.3 g, meyve boyunun 14.79 mm – 35.88 mm, meyve eninin 14.63 mm – 33.45 mm ve meyve eti çekirdek-1 oranının % 89.46 – 95.9 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte Gao ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada SÇKM içeriklerinin %14.9-%18.8, pH düzeylerinin 6.1-6.6, TEA oranlarının % 0.20-%0.47 arasında, Zare-Zardini ve ark. (2013) ise İran’da yaptıkları çalışmada meyve uzunluğunun 15.29 mm-21.69 mm, meyve eninin 13.14 mm-20.45 mm arasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar yetiştirme koşullarının homojen şartları içermesine rağmen pomolojik özelliklerdeki bu farklılıkların genetik özellikler, kültürel ve bakım işlemleri, ekolojik faktörlerden kaynaklanabileceğini rapor etmişlerdir. Özellikle meyve kabuk renklerinin tüketiciler tarafından ilk kalite parametresi olarak değerlendirildiğini, çeşitler arasındaki renk farklılıklarının ise meyvelerin geliştikçe ve olgunlaştıkça değişen miktarlarda oluşturdukları doğal renk pigment farklılıklarından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Cui ve ark., 2008; Galindo, 2015; Wojdylo ve ark., 2016). Yine benzer şekilde Hernandez ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada çeşitlere göre meyve ağırlıklarının 4.8 g- 29.3 g, meyve boyunun 22.6 mm-41.5 mm, pH seviyelerinin 4.7-6.4, SÇKM içeriklerinin %14.6-%18.4, TEA seviyelerinin %1.7-%5.5, L* değerinin 71.8-73.7, a* değerinin -3.18-3.91, b* değerinin 35.9-39.8 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Araştırma sonuçlarımızın bazı değerlerinin önceki çalışmalar ile benzerlik gösterdiği, bazı değerlerin ise yüksek ya da düşük kaldığı saptanmıştır. Bunun nedenleri arasında Dünya’da yetiştiriciliği yapılan farklı türlere sahip hünnap çeşitleri arasında fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel anlamda çok fazla varyasyonun olduğu, hünnap meyvesinin kalitesi üzerine ekolojik faktörler, çeşit genotip-1 özellikleri, kalıtım karakterleri, depolama ve kültürel-bakım koşullarının etkili olduğu ifade edilmiştir (Gündüz & Saraçoğlu 2014; Almansa ve ark., 2016; Abdel-Sattar ve ark., 2021).

Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; tomurcuk kabarma, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, ilk ben düşme ve hasat tarihlerinin yıllara göre farklılıklar gösterdiği, genotiplerin erkenci ya da geçici diyebilece kadar farklılıklar göstermediği, fenolojik aşamaların birbirine yakın tarihlerde gerçekleştiği saptanmıştır. Tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısı dikkate alındığında 2022 yılında meyvelerdeki olgunlaşma süresi 2021 yılına göre 1 hafta kadar erkencilik sağlamıştır. Genotiplerin yaprak döküm tarihleri her iki yılda da Ekim ayının ilk haftasında gerçekleşmiştir. Araştırmada her iki yılda da meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu bakımından 8 ve 10 nolu genotiplerin öne çıktığı belirlenmiştir. Meyve eti sertliği bakımından 2021 yılında yine 10 nolu genotip, 2022 yılında ise 12 nolu genotip öne çıkmıştır. Araştırmada her iki yılda da verim bakımından 5 nolu genotip, meyve et/çekirdek oranı bakımından ise 8 nolu genotip en yüksek değerlere sahip olmuştur.

Araştırmada meyvelerin renk değerleri dikkate alındığında her iki yılda da en yüksek L* değeri bakımından 2 nolu genotip öne çıkmış, a* ve b* değeri bakımından ise genotipler arasında değişkenlik saptanmıştır. Araştırmada genotiplerin kimyasal içeriklerinde yıllara göre farklılıklar olduğu ve çok fazla varyasyon gösterdiği saptanmıştır. Araştırmada genotiplerin kimyasal içeriklerinde yıllara göre farklılıklar olduğu ve çok fazla varyasyon gösterdiği saptanmıştır. 2021 yılında SÇKM içeriklerinin % 18.15 (7 nolu genotip)-% 30.70 (8 nolu genotip), 2022 yılında ise % 18.37 (5 nolu genotip)-% 33.60 (7 nolu genotip) arasında değiştiği belirlenmiştir. 2021 yılında pH içeriklerinin 3.77 (3 nolu genotip)-4.51 (8 nolu genotip), 2022 yılında ise 3.47 (3 nolu genotip)-4.35 (15 nolu genotip) arasında değiştiği belirlenmiştir. TEA oranları 2021 yılında 0.45 g 100 ml-1 (11 nolu genotip)- 1.62 g/100 ml (2 nolu genotip), 2022 yılında ise 0.41 g 100 ml-1 (11 nolu genotip)- 1.46 g 100 ml-1 (2 nolu genotip) arasında değişmiştir. Her iki yılda da en yüksek TEA oranı 2 nolu genotipte saptanmıştır.

Sonuç olarak her iki yılda da öne çıkan en yüksek verim değerine sahip 5 nolu genotipin, meyve et çekirdek-1 oranı bakımından 8 nolu genotipin ümitvar olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Ayrıca her iki yılda da yüksek SÇKM içeriğine sahip olan daha stabil değerler veren 8 nolu genotipin, SÇKM/asit oranı bakımından ise 14 ve 15 nolu genotiplerin kurutmalık bakımdan değerlendirilebileceği ifade edilebilir.

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

- Abdel-Zaher, A.O., Salim, S.Y., Assaf, M.H., & Abdel-Hady, R.H. (2005). Antidiabetic activity and toxicity of *Zizyphus spina-christi* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 101 (1-3), 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.007>
- Akbolat, D., Ertekin, C., Menges, H.O., Ekinci, K., & Erdal, I. (2008). Physical and nutritional properties of jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) growing in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 20 (1), 757.
- Almansa, S., Hernández, F., Legua, P., Nicolás-Almansa, M., & Amorós, A. (2016). Physico-chemical and physiological changes during fruit development and on-tree ripening of two Spanish jujube cultivars (*Zizyphus jujuba* Mill.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (12), 4098-4105. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7610>
- Cui, N., Du, T., Kang, S., Li, F., Zhang, J., Wang, M., & Li, Z. (2008). Regulated deficit irrigation improved fruit quality and water use efficiency of pear-jujube trees. *Agricultural Water Management*, 95 (4), 489-497. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.11.007>
- Ecevit, F.M., Şan, B., Dilmaç Ünal, T., Hallaç Türk, F., Yıldırım, A.N., Polat, M., & Yıldırım, F. (2008). Çivril bölgesinde yetişen üstün özellikli ünnap *Zizyphus jujuba* L. genotiplerinin seleksiyonu. *Journal of Agricultural Sciences*, 14 (01), 51-56. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000520
- Ecevit, M.F., Hallaç, F., & Dilmaç Ünal, T. (2002). Denizli ili Çivril ilçesi Gümüşsu yöresinde yetişmekte olan ünnap (*Zizyphus jujuba* Mill.)'ın seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK TOGTAGTARP- 1988, Ankara, 42 s.
- Feng, R.F., Wang, N., Kou, J.J., An, X.W., Meng, F.H., Zheng, X.J., & Zhao, Z.H. (2021). Sulfated modification, characterization and potential bioactivities of polysaccharide from *Zizyphus jujuba* cv. Jinsixiaozao. *Natural Product Communications*, 16 (10), 1934578X211033673. <https://doi.org/10.1177/1934578X211033673>
- Foster, M.A., Scifres, C.J., & Jacoby, P.W. (1984). Herbaceous vegetation-lotebush (*Zizyphus obtusifolia* (T. & G.) Gray var. *obtusifolia*) interactions in North Texas. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 37 (4), 317-320.
- Galindo, A., Noguera-Artiaga, L., Cruz, Z.N., Burló, F., Hernández, F., Torrecillas, A., & Carbonell-Barrachina, Á.A. (2015). Sensory and physico-chemical quality attributes of jujube fruits as affected by crop load. *LWT-Food Science and Technology*, 63 (2), 899-905. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.055>
- Gao, Q.H., Wu, P.T., Liu, J.R., Wu, C.S., Parry, J.W., & Wang, M. (2011). Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Zizyphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. *Scientia Horticulturae*, 130 (1), 67-72. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.06.005>

- Gowd, V., Karim, N., Xie, L., Shishir, M.R.I., Xu, Y., & Chen, W. (2020). *In vitro* study of bioaccessibility, antioxidant, and α -glucosidase inhibitory effect of pelargonidin-3-O-glucoside after interacting with beta-lactoglobulin and chitosan/pectin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 380-389. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.126>
- Grice, A.C. (2002). The biology of Australian weeds. 39. *Ziziphus mauritiana* Lam. *Plant Protection Quarterly*, 17 (1), 2-11.
- Gündüz, K., & Saraçoğlu, O. (2014). Changes in chemical composition, total phenolic content and antioxidant activities of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruits at different maturation stages. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13 (2), 187-195.
- Gündüz, K. (2023). *Hünnap yetiştiriciliği, Minör meyveler 2* (Ed; Şülüsoğlu Durul, M., Polat, M.). İKSAD Yayınları, Türkiye, 215-252.
- Hernandez, F., Noguera-Artiaga, L., Burló, F., Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, Á.A., & Legua, P. (2016). Physico-chemical, nutritional, and volatile composition and sensory profile of Spanish jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (8), 2682-2691. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7386>
- Hussain, S.Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T., & Bhat, T.A. (2021). Ber/jujube (*Ziziphus mauritiana*): Morphology, taxonomy, composition and health benefits. *In fruits grown in highland regions of the Himalayas: Nutritional and health benefits* (pp. 157-168). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-75502-7>
- Ji, X., Peng, Q., Li, H., Liu, F., & Wang, M. (2017). Chemical characterization and anti-inflammatory activity of polysaccharides from *Zizyphus jujube* cv. Muzao. *International Journal of Food Engineering*, 13 (7), 20160382. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2016-0382>
- Kavas, İ. (2014). Bazı hünnap genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve melezleme olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 69 s, Aydın.
- Kavas, İ., & Dalkılıç, Z. (2015). Bazı hünnap genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve melezleme olanaklarının araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 57-72.
- Liu, M.J. (2003). Genetic diversity of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Acta Horticulturae*, 623, 351-355.
- Mahajan, R.T.C.M., & Chopda, M. (2009). Phyto-pharmacology of *Ziziphus jujuba* Mill - A plant review. *Pharmacognosy Reviews*, 3 (6), 320.
- Mayahi, M.Z. (2016). Phenological and physiological study of six cultivars of *Ziziphus* spp. planted in Basra province-Iraq. *Journal of Advances in Agriculture*, 6 (2), 985-991.
- Mengjun, L. (2002). Genetic diversity of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). *XXVI International Horticultural Congress: Plant Genetic Resources, The Fabric of Horticultures Future* 623 (pp. 351-355).
- 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 önü döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 120-126. <https://doi.org/10.7161/anajas.2012.273.120>
- Rashwan, A.K., Karim, N., Shishir, M.R.I., Bao, T., Lu, Y., & Chen, W. (2020). Jujube fruit: A potential nutritious fruit for the development of functional food products. *Journal of Functional Foods*, 75, 104205. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104205>
- Reddy, C.R., & Singh, J. (2022). A study on phenological growth stages of BER. *The Pharma Innovation Journal*, 11 (5), 1075-1079
- Serçe, S., Kamiloğlu, Ö., & Toplu, C. (2009). Hatay ilinden Örneklenen Alıç ve Hünnap Genotiplerinin Moleküler Karakterizasyonu. Tübitak Sonuç Raporu, 45 s, Ankara.



- Stanica, F. (2019). Twenty years of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) research in Romania. *Scientific Papers Series B Horticulture*, 63, 17-24.
- Şan B., & Yıldırım A.N. (2010). Phenolics alpha tocopherol beta carotene and fatty acid composition of four promising jujube *Ziziphus jujuba* Miller selections. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 706-710. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.02.008>
- Şan B., Yıldırım A.N., Polat M., & Yıldırım F. (2009). Mineral composition of leaves and fruits of some promising jujube *Ziziphus jujuba* Miller genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, 21, 2898-2902.
- Tekintaş, F.E., Kankaya, A., Ertan, E., & Seferoğlu, H.G. (2006). M9 anacı üzerine aşılı bazı elma çeşitlerinin Aydın ili koşullarındaki performanslarının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (2), 27-30.
- TÜİK (2023). *Bitkisel üretim istatistikleri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Son Erişim Tarihi: 07.02.2023).
- Wojdyło, A., Carbonell-Barrachina, Á.A., Legua, P., & Hernández, F. (2016). Phenolic composition, ascorbic acid content, and antioxidant capacity of Spanish jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruits. *Food Chemistry*, 201, 307-314. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.090>
- Xie, B., Wang, P.J., Yan, Z.W., Ren, Y.S., Dong, K.H., Song, Z.P., & Zhang, C.X. (2018). Growth performance, nutrient digestibility, carcass traits, body composition, and meat quality of goat fed Chinese jujube (*Ziziphus Jujuba* Mill) fruit as a replacement for maize in diet. *Animal Feed Science and Technology*, 246, 127-136. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.005>
- Xu, X., Bao, Y., Wu, B., Lao, F., Hu, X., & Wu, J. (2019). Chemical analysis and flavor properties of blended orange, carrot, apple and Chinese jujube juice fermented by selenium-enriched probiotics. *Food Chemistry*, 289, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.068>
- Yaşa, F. (2016). Türkiye’de yetiştirilen hünnap meyvesinin bileşimi ve meyvenin kurutulması sırasında bileşiminde meydana gelen değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 57 s, Denizli.
- Yıldırım A.N., Şan B., Yıldırım F., Fevzi M.E., & Ercişli S. (2015). Micropropagation of promising jujube *Ziziphus jujuba* Mill genotypes. *Erwerbs-Obstbau*, 57, 135-140. <https://doi.org/10.1007/s10341-015-0240-z>
- Zare-Zardini, H., Tolueinia, B., Hashemi, A., Ebrahimi, L., & Fesahat, F. (2013). Antioxidant and cholinesterase inhibitory activity of a new peptide from *Ziziphus jujuba* fruits. *American Journal of Alzheimer’s Disease & Other Dementias*®, 28 (7), 702-709. <https://doi.org/10.1177/1533317513500839>
- Zouaoui, R., Ksontini, M., & Ferchichi, A. (2014). Comparative phenological study of *Ziziphus lotus* (L.) Lam. in the arid area of Tunisia. *Pakistan Journal of Botany*, 46 (5), 1611-1620.

Bazı elma anaçlarının meyve tutumu üzerine etkisi

The effect of some apple rootstocks on fruit set

Halis KAYA¹ , Derya KILIÇ¹ , Safder BAYAZİT¹ 

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 17.01.2024 Accepted / Kabul: 06.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Crataegus Rakım Meyve özellikleri Hasat tarihi</p> <p>Keywords: Crataegus Altitude Fruit properties Harvest date</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Safder BAYAZİT sbayazit30@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/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Bu çalışma, 2017 ve 2018 yıllarında Kahramanmaraş/Göksun ekolojik koşullarında MM106, MM111 ve Çöğür anaçları üzerine aşılı Scarlet Spur, Golden Delicious, Granny Smith ve Fuji elma çeşitlerinde meyve tutum oranlarının saptanması amacıyla yürütülmüştür. Meyve tutumu ve hasada erişen meyve oranı çeşitlere ve anaçlara göre değişmiştir. Araştırmanın 2 yılında da MM111 anacı üzerine aşılı Granny Smith çeşidinde meyve tutum oranının (%63.95 ve %46.15) ve hasata erişen meyve oranının (%33.93 ve %32.50) diğer çeşitlere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. MM106 anacında 2017 yılında Scarlet Spur, 2018 yılında Fuji çeşidinde en yüksek meyve tutumu gerçekleşmiştir. Meyve dökümü her iki yılda da en yüksek MM111 anacı üzerinde Scarlet Spur (%64.33, %61.47) çeşidinde gerçekleşmiştir. 2017 yılında meyve tutumu ve hasada erişen meyve oranı MM111 anacında (%53.14 ve %30.35) yüksek olurken, 2018 yılında meyve tutumu MM111 anacında (%42.68) yüksek olmuş, hasada erişen meyve oranında ise MM111 ve MM106 anaçlarında benzer sonuçlar elde edilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was carried out for fruit set characteristics of Scarlet Spur, Granny Smith, Golden Delicious and Fuji apple cultivars grafted on MM106, MM111 and seedling rootstocks grown in Kahramanmaraş/Göksun ecological conditions. Fruit set and fruit rate at harvest varied according to cultivars and rootstocks. It was determined that the fruit set rate (63.95% and 46.15%) and the rate of fruit reaching the harvest (33.93% and 32.50%) in Granny Smith cultivar grafted on MM111 rootstock were higher than other cultivars. MM106 rootstock had the highest fruit set in Scarlet Spur in 2017 and Fuji in 2018. While the highest fruit drop was observed in Scarlet Spur (64.33%, 61.47%, respectively) cultivar on MM111 rootstock in both years,. While the fruit rate was high in MM111 rootstock (53.14% and 30.35%), fruit set was higher in MM111 rootstock (42.68%) in 2018, while the fruit rate at harvest was similar in MM111 and MM106 rootstocks.</p>
Cite/Atıf	Kaya, H., Kılıç, D., & Bayazit, S. (2024). Bazı elma anaçlarının meyve tutumu üzerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 390-396. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1421136

GİRİŞ

Elma (*Malus × domestica* Borkh.) botanikte Rosales takımı, Rosaceae familyası, Pomoidea alt familyası ve *Malus* cinsi içerisinde yer almakta ve bu cins içerisinde 30'dan fazla türünün olduğu bilinmektedir (Özbek, 1978; Burak ve Ergun, 2000).

İlman iklim meyve türü olan elma dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de çok uzun yıllardan beri yetiştirilmektedir. Ülkemizin elmanın gen merkezlerinden olduğu ve yaklaşık 500 farklı elma genotipinin gen kaynaklarımızda yer aldığı da bilinmektedir (Özbek, 1978). Elma dünya genelinde 86 milyon ton üretim miktarı ile muzdan sonra 2. sırada yer almaktadır (Anonymous 2022). Elma yaklaşık 4 milyon tonluk üretimi ile Türkiye'de en fazla üretimi yapılan meyve türüdür (Anonim 2022). Ancak, meyve suyu sanayisi, sofralık tüketim, konserve sanayisi gibi ihraç edilen diğer tüketim şekilleri ile birlikte elma ihracatımız sadece 353 bin ton gibi çok küçük bir değerdedir. Türkiye elma üretiminde önemli bir konumda olmasına rağmen elde edilen ürünün kalite problemi nedeniyle pazarlama sorunu yaşadığı görülmektedir. Bu nedenle kaliteli ve pazar taleplerine uygun elma yetiştiriciliği oldukça önemlidir. Bu amaçla pazar isteği yüksek olan çeşitlerin ve anaçların seçimi dikkat edilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Öteki meyve türlerinde de olduğu şekilde elma yetiştiriciliğinde kaliteli ürün eldesine iklim ve toprak, ekolojiye uygun anaç ve çeşit kullanımı, kültürel işlemlerin optimum düzeyde uygulanması gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörlerin içerisinde anaç seçimi oldukça önemli yer tutmaktadır. Tercih edilen anaçlar üzerine aşılardan çeşitleri farklı şekillerde etkilemektedir (Özbek, 1978; Ağaoğlu ve ark., 2019). Bu amaçla yapılan çalışmalarda çöğür anaçların düzensiz verim ve ağaç taç yapısına sahip olması nedeniyle klonal anaçlar göre verim ve kalite kaybına neden olacağı belirtilmiştir (Sharma ve Chauhan, 1990; Warscehsky ve ark., 2017). Klonal anaçların her yıl düzenli ürün alınması, erken verime yatması, bodurlaştırıcı etkisiyle (Hampson ve ark., 2004) birim alana daha fazla bitki kullanılarak verimin artırılması (Ferree ve ark., 1993; Hampson ve ark., 2004), kültürel işlemlerin daha kolay ve ekonomik yapılabilmesi, meyve iriliği ve renk yönünden daha standart ürün elde edilmesi gibi çeşitli avantajları bulunmaktadır.

Ülkemizde elma üretimi Isparta/Eğirdir, Karaman, Antalya/Elmalı, Niğde gibi merkezlerde yoğunlaşmakla birlikte iklimi uygun olan alanlarda da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kahramanmaraş ilinin ılıman iklime sahip ve elma yetiştiriciliği için uygun ilçelerinde de son yıllarda önemli oranda elma üretimi gerçekleştirilmektedir. Nitekim, 2018 yılı verilerine göre il genelinde 81.982 ton elma üretilmiş ve bu üretim miktarının % 56.2 sini teşkil eden 46.335 ton elma ılıman iklimin hâkim olduğu Göksun ilçesinde gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2018). Olumsuz iklim koşullarında elma yetiştiriciliğinde çiçek döküm oranı artmakta, meyve tutumunu azaltmaktadır. Küresel ısınmaya bağlı olarak hâkim iklim koşullarının yıldan yıla değişiklik göstermesi de meyve tutumunu ve hasada erişen meyve oranını etkilemektedir (Fedorovich, 2014). Elma kendine uyuşmaz kabul edilmekte ve bahçe tesisinde ekonomik verim ve kaliteyi garanti etmek için tozlayıcı çeşide gereksinim duyulmaktadır. Uygun tozlayıcının bulunmaması da dökümlere neden olmaktadır (Lukic ve ark., 2019).

Elma yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli meyve elde etmek için bahçe tesisinde uygun anaç ve çeşitlerin seçilmesi gerekmektedir.

Bu araştırmanın amacını da, Kahramanmaraş/Göksun ekolojik koşullarında Scarlet Spur, Golden Delicious, Granny Smith ve Fuji elma çeşitlerinde meyve tutum oranlarının ve MM106, MM111 ve Çöğür anaçlarının bu çeşitlerde meyve tutumuna olan etkisinin belirlenmesi oluşturmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Kahramanmaraş ili Göksun ilçesinde 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Arazinin denizden yüksekliği yaklaşık 1309 m'dir ve bölgenin iklim koşulları elmanın ekolojik isteklerini karşılamaktadır (Çizelge 1). Çalışmada MM106 ve MM111 anaçları üzerine aşılı Scarlet Spur, Granny Smith, Golden Delicious, Fuji çeşitleri ile birlikte çöğür

anacı üzerine aşılı Golden Delicious ve Granny Smith elma çeşitleri kullanılmıştır. Denemede yer alan elma çeşitleri deneme yıllarında 6-7 yaşlı olup, deneme alanı damla sulama sistemi ile sulanmakta ve her türlü kültürel uygulamalar standart olarak gerçekleştirilmektedir.

Meyve Tutma Oranı (%): Her çeşitte 5 adet bitkide işaretlenen 3'er adet dalda tam çiçeklenme döneminde çiçek sayımı gerçekleştirilmiş ve çiçek sayıları kaydedilmiştir. Aynı dallarda taç yaprak dökümünden 15 gün sonra küçük meyve sayımı gerçekleştirilerek meyve tutum oranı (%) belirlenmiştir. Küçük meyve döküm oranlarını belirleyebilmek amacıyla küçük meyve sayımından 30 gün sonra aynı dallarda meyve sayımı gerçekleştirilmiş ve küçük meyve döküm oranları (%) hesaplanmıştır. Denemede yer alan elma çeşitlerinin olgunlaşma zamanına bakılmaksızın aynı dallarda 1 Eylül tarihinde meyve sayımı gerçekleştirilmiş hasada erişen meyve oranı (%) saptanmıştır.

Çizelge 1. Araştırma yıllarında Göksün ilçesi iklim verileri (Anonim, 2019)

Table 1. Göksün district climate data during the research years (Anonymous, 2019)

Aylar	2017			2018		
	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)	Toplam Yağış (mm=kg/m ²)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)	Toplam Yağış (mm=kg/m ²)
Ocak	-7.4	79.2	9.3	0.1	79.1	83.8
Şubat	-2.6	66.5	8.3	2.6	74.5	21.0
Mart	4.5	66.7	67.1	7.6	65.9	70.2
Nisan	8.6	57.7	100.3	11.2	52.8	17.2
Mayıs	12.8	62.2	72.8	13.5	67.3	74.2
Haziran	18.0	54.8	39.2	17.6	65.1	42.0
Temmuz	22.5	41.8	0.1	22.3	51.0	0.2
Ağustos	22.0	54.6	11.8	22.1	47.1	1.4
Eylül	18.5	48.9	1.2	17.5	51.4	6.2
Ekim	10.0	59.0	48.2	11.5	67.7	79.6
Kasım	4.4	73.5	84.0	5.6	74.4	35.8
Aralık	1.7	79.9	57.6	1.8	81.8	192.6
Yıllık	9.4	62.1	499.9	11.1	64.8	641.4

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SAS İstatistik Paket Programı kullanılarak varyans analizi yapılmış, ortalamalar Tukey Testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada yer alan elma çeşitlerinin anaçlara göre meyve tutum ve döküm oranları Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi 'küçük meyve tutumu', 'küçük meyve dökümü' ve 'hasada erişen meyve oranı' çeşitlere göre farklılık göstermiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar da istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

2017 yılında MM 111 anacı üzerinde aşılı çeşitlerde en yüksek küçük meyve tutum oranı Granny Smith (%63.95) çeşidinde, en düşük Scarlet Spur (%39.75) çeşidinde tespit edilmiştir. Golden Delicious ve Fuji çeşitlerinde ise birbirine yakın değerler elde edilmiştir. . Meyve tutumunun aksine hasada erişen meyve oranı Golden Delicious çeşidinde (%33.993) en yüksek değere ulaşmıştır. . Benzer sonuçlar denemenin 2. yılında da elde edilmiştir. 2018 yılında MM 111 anacı üzerinde en yüksek küçük meyve tutumu Golden Delicious (%48.50) ve Granny Smith (%46.15) çeşitlerinde belirlenirken, en düşük küçük meyve tutumu Scarlet Spur (% 38.53) ve Fuji (% 37.55) çeşitlerinde elde

edilmiştir. Hasada erişen meyve oranı da Golden Delicious (%32.50) ve Granny Smith (%32.50) çeşitlerinde yüksek olurken, Fuji (%20.35) çeşidinde düşük olarak gerçekleşmiştir.

2017 yılında MM106 anacı üzerinde küçük meyve tutum oranı en yüksek Scarlet Spur (%57.70) ve Fuji (%56.40) çeşitlerinde gerçekleşirken, en düşük Granny Smith (%48.03) çeşidinde gerçekleşmiştir. Hasada erişen meyve oranı Scarlet Spur (%33.93) çeşidinde öteki çeşitlere kıyasla yüksek bulunmuştur. 2018 yılında da önceki yıl sonuçlarında olduğu şekilde küçük meyve tutum oranı en yüksek Scarlet Spur (%42.85) ve Fuji (%43.30) çeşitlerinden elde edilmiştir. En düşük küçük meyve tutum oranı Granny Smith (%34.13) çeşidinde, hasada erişen meyve oranı ise Fuji çeşidinde (%36.15) belirlenmiştir. Küçük meyve tutumu ve hasada erişen meyve oranının yıllara göre değiştiği ve denemenin 2. yılında daha düşük değerlerde gerçekleştiği de dikkat çekmektedir. Bu durum yıllar arasındaki iklim verilerinin farklılığının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Nitekim, çiçeklenme dönemindeki iklim şartlarının elmada meyve tutumu üzerine olan etkisi bilinmektedir (Lukic ve ark., 2019). Çiçeklenme döneminde gerçekleşen özellikle düşük sıcaklıklar tozlanmanın gerçekleşmesi için gerekli olan böcek/arı faaliyetini azalttığı gibi düşük sıcaklıklarda dişicik tepesinde polen çimlenmesinin ve çim borusu oluşturma hızının düştüğü ve bu durumların döllenen oranını düşürerek meyve tutumunu azalttığı bilinmektedir.

Çizelge 2. Elma çeşitlerinin anaçlara göre meyve tutum ve döküm oranları

Table 2. Fruit setting and drop rates of apple varieties according to rootstocks

Anaç	Çeşit	Küçük Meyve Tutumu (%)		Küçük Meyve Dökümü (%)		Hasada Erişen Meyve Oranı (%)		
		2017	2018	2017	2018	2017	2018	
MM 111	Scarlet Spur	39,75						
		(virgüller nokta olacak) c	38,53 b	64,33 a	61,47 a	24,77 b	26,80 ab	
		Golden Delicious	46,57 b	48,50 a	53,43 b	54,20 b	25,40 b	32,50 a
		Granny Smith	63,95 a	46,15 a	41,04 c	53,85 b	33,93 a	32,50 a
		Fuji	48,90 b	37,55 b	51,10 bc	63,50 a	24,45 b	20,35 b
<i>Hsd (%5)</i>		<i>2.71</i>	<i>1.62</i>	<i>6.22</i>	<i>4.13</i>	<i>3.93</i>	<i>4.50</i>	
MM 106	Scarlet Spur	57,70 a	42,85 a	42,30 b	61,10 bc	33,93 a	23,85 bc	
	Golden Delicious	50,43 b	36,20 ab	50,85 a	71,70 a	30,93 ab	28,30 b	
	Granny Smith	48,03 b	34,13 b	54,05 a	65,87 ab	28,73 ab	21,77 c	
	Fuji	56,40 a	43,30 a	45,63 b	56,70 c	27,80 b	36,15 a	
<i>Hsd (%5)</i>		<i>2.49</i>	<i>4.46</i>	<i>2.41</i>	<i>4.59</i>	<i>3.57</i>	<i>2.94</i>	
Çöğür	Golden Delicious	51.67 a	48.45 a	39.06 b	44.71 b	40.32 a	33.31 a	
	Granny Smith	41.72 b	34.98 b	48.27 a	55.02 a	30.62 b	27.28 b	

2017 yılında MM111 anacında en yüksek küçük meyve dökümü Scarlet Spur (%64.33) çeşidinde, MM106 anacında en yüksek küçük meyve dökümü Golden Delicious (%50.85) ve Granny Smith (%54.05) çeşitlerinde gerçekleşirken, çöğür anacında en yüksek küçük meyve dökümü Granny Smith (%48.27) çeşidinde gerçekleşmiştir. 2018 yılında da MM111 anacı üzerinde küçük meyve dökümü en yüksek Scarlet Spur (%61.47) ve Fuji (%63.50) çeşitlerinde, MM106 anacı üzerinde küçük meyve dökümü ise en yüksek Golden Delicious (%71.70) çeşidinde tespit edilmiştir.

Denemede meyve tutumu ve hasada erişen meyve oranlarının çeşitlere göre değişmekle birlikte beklenen değerler arasında olduğu görülmektedir. Nitekim Lukic ve ark. (2019) Sırbistan ekolojik koşullarında Topaz elma çeşidinde yapay tozlanma sonucu meyve tutumunu %41.84, hasada erişen meyve oranını %23.76 olarak bildirmişlerdir. Araştırmacılar aynı çeşidin meyve tutumunun %28.77, hasada erişen meyve oranının %15.31, Gala Must çeşidinde de

bu değerlerin sırasıyla %39.26 ve %18.18 olduğunu bildirmişlerdir. Akkurt ve ark. (2020) Vista Bella çeşidinin Williams Pride çeşidi ile tozlanması sonucu meyve tutum oranının %33.62 olduğunu bildirmişlerdir. Çeşitler ve denemelerin yürütüldüğü ekolojiler farklı olmakla birlikte elde etmiş olduğumuz değerler araştırmacıların bildirmiş olduğu değerlerden daha yüksek gerçekleşmiştir.

Çalışmada yer alan anaçlara göre meyve tutum ve döküm oranları Çizelge 3'de sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi küçük meyve tutumu, küçük meyve dökümü ve hasada erişen meyve oranı anaçlara göre farklılık göstermiş, ortalamaları arasındaki farklılıklarda istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

2017 yılında gerçekleştirilen çalışmalarda küçük meyve tutum oranı MM111 anacında %49.79 olurken, bu değer MM106 anacında %53.14 olarak gerçekleşmiştir. Hasada erişen meyve oranı da MM106 anacında (%30.35) MM111 anacına kıyasla daha yüksek belirlenmiştir. Küçük meyve tutum oralarına ilişkin 2. yılı sonuçları ilk yıl sonuçlarından farklı olmuş, bu oran MM111 anacında %42.68, MM106 anacında % 39.12 olarak gerçekleşmiştir. Hasada erişen meyve oranı ortalamaları istatistiki olarak önemli olmazken, değerler birbirine yakın olarak elde edilmiştir.

Denemenin 2. yılda meyve döküm oranlarının arttığı tespit edilmiştir. 2017 yılında en fazla küçük meyve dökümünün MM111 (%52.48) anacında gerçekleştiği belirlenirken, 2018 yılında en fazla küçük meyve dökümü MM106 (%63.84) anacında gerçekleşmiştir.

Gerek küçük meyve tutumu, gerekse hasada erişen meyve oranının anaçlara göre farklı olması genetik yapının etkisi olarak değerlendirilmektedir. Aynı anaçlardan yıllara göre farklı sonuçların alınması da çevrenin genetik yapı üzerine olan etkisinin sonucu olduğu düşünülmektedir. Nitekim, çiçek açma zamanı, çiçek ve meyve tutum oranı çevre koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Bhat ve ark. (2018) Keşmir ekolojik koşullarında gerçekleştirdikleri araştırma neticesinde klonal anaçların meyve tutumunu önemli ölçüde artırdığını, yarı bodur MM106 anacının bodur M9 anacına göre daha yüksek meyve tutumu sağladığını bildirmiştir. Araştırmacıların sonuçları ile paralel şekilde Kahramanmaraş Göksun ekolojik koşullarında gerçekleştirilen bu çalışmada da MM106 anacının MM111 anacına kıyasla gerek meyve tutumunu gerekse hasada erişen meyve oranını artırmıştır.

Çizelge 3. Anacın ve çeşitlerin meyve tutum ve döküm oranlarına etkileri

Table 3. Effects of rootstocks and varieties on fruit set and drop rates

Çeşit	Küçük Meyve Tutumu (%)		Küçük Meyve Dökümü (%)		Hasada Erişen Meyve Oranı (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
MM111	49.79 b	42.68 a	52.48 a	58.25 b	27.14 b	28.04
MM106	53.14 a	39.12 b	48.21 b	63.84 a	30.35 a	27.52
<i>Hsd (%5)</i>	0.88	1.18	1.82	1.45	1.32	Ö.D.
Scarlet spur	48.72 c	40.69	53.32	61.28 ab	29.35 ab	25.32 b
Golden Delicious	48.50 c	40.69	52.14	62.95 a	28.16 ab	30.40 a
Granny Smith	55.99 a	40.14	47.54	59.85 b	31.33 a	27.13 ab
Fuji	52.65 b	40.43	48.36	60.10 ab	26.12 b	28.25 ab
<i>Hsd (%5)</i>	1.70	Ö.D.	Ö.D.	2.79	2.54	2.59
<i>Çeşit* Anaç</i>	**	**	**	**	*	**

Denemede yer alan elma çeşitlerinin tüm anaçlar için ortalamaları değerlendirildiğinde 2017 yılında en yüksek küçük meyve tutum oranı Granny Smith çeşidinde (%55.99), en düşük meyve tutum oranı Scarlet Spur (%48.72) ve Golden Delicious (%48.50) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Küçük meyve dökümünde çeşitler arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Meyve tutum oranının Granny Smith çeşidinde (%31.33) en yüksek, Fuji çeşidinde (%26.12) en düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). 2018 yılında küçük meyve tutum oranında çeşitler arasında önemli bir fark

belirlenememiştir. Küçük meyve dökümü Golden Delicious (% 62.95) çeşidinde en yüksek olurken, Granny Smith (%59.85) çeşidinde en düşük olmuştur. Hasada erişen meyve oranı en yüksek Golden Delicious (%30.40) çeşidinde iken en düşük Scarlet spur (%25.32) çeşidinde gerçekleşmiştir. Her iki yılda da çeşit anaç kombinasyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.001$) (Çizelge 3).

Sonuç olarak; gerçekleştirilen araştırma neticesinde MM106 anacı üzerinde Granny Smith çeşidinin, MM111 anacı üzerinde Fuji çeşidinin ve çöğür anaç üzerinde de Golden Delicious çeşidinin meyve tutum ve hasada erişen meyve oranı yüksek bulunmuştur. Bu oranlar MM106 anacında da öteki anaçlara kıyasla yüksek gerçekleşmiştir. Elma yetiştiriciliğinde ticari olarak kullanılan çok fazla klonal anaç bulunmaktadır. Bu anaçlardan özellikle M9, M27 gibi bodur anaçlarında elma yetiştiriciliğinin yaygınlaşma ihtimali olan alanlarda denenmesi önemli olacaktır. Ayrıca, meyve tutumu üzerine tozlayıcı çeşidinde çok büyük etkisi vardır. Denemenin yürütüldüğü Gökşun ilçesi gibi elma yetiştiriciliğinin yeni başladığı alanlarda bu araştırmaların yapılması tozlayıcı çeşit önerisi noktasında önemlidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 16764 kod numarasıyla destek veren Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne çok teşekkür ediyoruz.

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

- Ağaoğlu, S., Çelik, H., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ., & Yanmaz, R. (2019). *Genel bahçe bitkileri kitabı*. (Düzeltilmiş 8. Basım). Ankara Üniversitesi Basım Evi, No;1645 ISBN: 978-605-136-377-6.
- Akkurt, E., Mertoğlu, E., & Evrenosoğlu, Y. (2020). *Vista bella* elma çeşidinde farklı tozlayıcı çeşitlerin meyve tutumu ve bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30 (2), 284-294. <https://doi.org/10.18615/anadolu.835053>
- Anonymous (2022). *Food and Agriculture Organization of The United Nations*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 15.11.2022).
- Anonim (2022). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 15.11.2022).
- Bhat, R., Hussein, S., Akhter, M., & Bhat, S. (2018). Response of M-9 and MM-106 clonal rootstocks on productivity and quality of new apple cultivars. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 28 (2), 1-6. <https://doi.org/10.9734/CJAST/2018/41932>
- Burak, M., & Ergun, M.E. (2000). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu, Meyvecilik Alt Komisyonu Elma Raporu, DPT, Ankara.
- Federovich, P.V. (2014). Fruit set of apple cultivars with various content of flavonols in the pollen and phlorizin in the styles of flower pests. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 7 (2), 623-633. <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/534>

- Ferree, D.C., Clayton-Greene, K.A., & Bishop, B. (1993). Influence of orchard management-system on canopy composition, light-distribution, net photosynthesis and transpiration of apple-trees. *Indian Journal of Horticulture*, 68, 377-392. <https://doi.org/10.1080/00221589.1993.11516365>
- Hampson, C.R., Quamme, H.A., Kappel, F., & Brownlee, R.T. (2004). Varying density with constant rectangularity: I. Effects on apple tree growth and light interception in three training systems over ten years. *HortScience*, 39, 501-506. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.3.501>
- Lukić, M., Glišić, I.S., Radičević, S., Marić, S., Milošević, N., & Đorđević, M. (2019). Initial and final fruit set of introduced apple cultivars depending on pollenizer. *Journal of Pomology*, 53, 19-27.
- Sharma, D.D., & Chauhan, J.S. (1990). Effect of different rootstocks and training systems on growth and cropping of Delicious apple. *Indian Journal of Horticulture*, 47, 365-370.
- Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No:128, Ders Kitabı, Adana.
- Warschefsky, E.J., Klein, L.L., Frank, M.H., Chitwood, D.H., Londo, J.P., Von Wettberg, E.J., & Miller, A.J. (2017). Rootstocks: Diversity, domestication and impacts on shoot phenotypes. *Trend Plant Sciences*, 21, 418-437. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.008>

Sözleşmeli patates yetiştiriciliği sisteminin üreticiler açısından değerlendirilmesi: Tomarza ilçesi örneği

Evaluating contract potato farming system from the perspective of producers: A case study of the Tomarza district

Merve AYYILDIZ¹, Zehra Meliha TENGİZ¹, Adnan ÇİÇEK²

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Merkez, Yozgat.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Merkez, Tokat.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 05.02.2024 Accepted / Kabul: 10.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Sözleşmeli üretim Patates yetiştiriciliği Sürdürülebilir tarım</p> <p>Keywords: Contract manufacturing Potato cultivation Sustainable agriculture</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Merve AYYILDIZ merve.ayyildiz@yobu.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> </p>	<p>Dünyada ve Türkiye’de patatese yönelik ciddi talep artışı karşısında arz güvencesinin sağlanması önem arz etmektedir. Bu noktada tarımda sözleşmeli üretim modeli etkili araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Sözleşmeli üretim modelinin yaygınlaşması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi sürdürülebilir tarım ve tarıma dayalı sanayi açısından önemlidir. Bu çalışmada Kayseri ili Tomarza ilçesinde sözleşmeli patates yetiştiriciliği yapan üreticilerden yüz yüze anket yoluyla 2023 yılında elde edilen veriler ışığında mevcut durum ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, üreticilerin patates yetiştiriciliğindeki tecrübesi ortalama 5.8 yıl, sözleşmeli patates yetiştiriciliğinde 2.9 yıl olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin ortalama 286.1 da olan arazi varlığının %48.8’inin patates ekimine ayrıldığı ve 114.5 da alanda sözleşmeli ekim yapıldığı tespit edilmiştir. Bölgedeki üreticilerin %57’sinin tek ve aynı firmayla anlaşma yapıyor olması bölgede tekelleşme sorununu işaret etmektedir. Gelecek yıl işletmelerin sözleşmeli alanlarını azaltacakları belirlenmiştir. Büyük ölçekli işletmelerde bu oran daha yüksek iken girdi temini, sermaye yetersizliği gibi faktörlerden dolayı küçük işletmelerde daha az olacağı gözlenmiştir. Sonuç olarak bölgede sözleşmeli tarımın yaygın olduğu fakat fiyat ve fire nedenlerinden dolayı üreticilerin sözleşme harici üretime yöneleceği söylenebilir. Bu noktada üretici ve firma menfaatini dengeleyecek yasal mevzuatta fiyat belirlemeye yönelik hükümlere yer verilmesinin sözleşmeli üretimin yaygınlaştırılmasına ve sürdürülebilirliğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Ensuring potato supply security amidst significant world and Turkish demand growth is crucial. The contract farming model emerges as a potent tool in agriculture within this context. Its dissemination, development, and enhancement are pivotal for sustainable agriculture and agro-based industries. In this study, the current situation was revealed using data obtained in 2023 through face-to-face surveys with producers engaged in contract potato cultivation in Tomarza district of Kayseri province. Findings indicate producers have an average of 5.8 years of experience in potato cultivation and 2.9 years in contract potato farming. Approximately 48.8% of enterprise land, is dedicated to potato cultivation, with 114.5 decares under contract farming. Concerns arise as 57.3% of producers make agreements with a single company, potentially leading to a regional monopoly. It was found that enterprises plan to reduce their contracted cultivation areas next year. Based on the data obtained, it can be said that contract farming is common in the region, but due to price and wastage reasons, producers may turn to non-contract production. At this point, it is thought that including provisions for price determination in legal legislation to balance the interests of producers and companies will contribute to the dissemination and sustainability of contract production.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Ayyıldız, M., Tengiz, Z.M., & Çiçek A. (2024). Sözleşmeli patates yetiştiriciliği sisteminin üreticiler açısından değerlendirilmesi: Tomarza ilçesi örneği. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 397-408. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1429618</p>

GİRİŞ

Farklı iklimlerde adaptasyonunun hızlı olması, sulu arazilerde yetiştirilen tarla ürünleri arasında düşük maliyetli yetiştirilme imkanı ve yüksek verim sağlaması nedeniyle dünyada pek çok ülkede patates üretilmektedir. Bununla beraber özellikle sanayi ve hayvancılık sektörünün gelişimi uzantısında patatesin kullanım alanı geniş bir yelpazeye sahiptir (Arioğlu ve ark., 2006; Tunçtürk ve ark., 2007; Öztürk & Polat, 2017; Kadakoğlu & Karlı, 2021). Kullanım alanının genişliği, dünya nüfusundaki hızlı artış ve bu bağlı olarak gıda güvencesi açısından önemli bir ürün olan patatese yönelik talep artışı sonucu dünyada en çok üretimi yapılan bitkisel ürünler arasında yer almaktadır (FAO, 2021; Ranjan & Kalamkar, 2023). Bu durum ekim alanlarının arttırılmasında ve verim artışına yönelik çözümler getirilmesinde etkili olmuştur.

Dünyada patates %3.99 üretim oranı ile bitkisel ürünler arasında en çok üretimi yapılan ilk beş ürün arasında yer almaktadır. 2022 yılı patates üretim verisi incelendiğinde, dünyada 17.79 milyon ha alanda 374.76 milyon ton patates üretimi gerçekleşmiş olup birim alandan sağlanan ortalama verim 2107 kg da⁻¹’dır. Patates ekim alanı düşme trendi göstermesine karşın verim artışıyla birlikte üretim miktarı yükselme eğilimindedir. Üretimde Çin (%40.09), Hindistan (%11.52), Ukrayna (%4.53), ABD (%3.94) ve Rusya (%3.88) büyük paya sahiptir (FAO, 2023). Üretilenin yaklaşık %50’si taze olarak tüketilirken geri kalanı işlenmiş gıda ürünü, hayvan yemi, endüstriyel nişasta ile biyoetanol üretimi ve tohumluk gibi alanlarda kullanılmaktadır (Özdemir & Malayoğlu, 2017). Gelişmişlik düzeyi arttıkça patatesin işleme sanayine aktarım oranı da artmaktadır. Türkiye’de ise 2022 yılında patates ekili alan 139072 ha, üretim miktarı 5.2 milyon ton ve verim 3739 kg da⁻¹ şeklindedir. Son beş yıllık süreçte ekim alanında %2.36’lık bir daralma yaşanırken verimde yaşanan %11.28’lik artış üretim miktarında önemli bir artışa neden olmuştur. Türkiye’de patatesin kullanım alanlarına göre dağılımı dünya ile benzerlik göstermekle beraber oransal olarak farklılıklar söz konusudur. Türkiye’de patates üretiminin %13’ü tohumluk olarak ayrılmakta, %16’sı patates üreten işletmelerde aile tüketimine tahsis edilmekte, %3’ü hayvanların beslenmesinde kullanılmakta ve kalan %68’i ise satış için pazara arz edilmektedir. İşlenmiş gıda ürünü olarak patates Kuzey ve Batı Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında %11 ile düşük bir paya sahiptir (Öztürk & Polat, 2017; Kadakoğlu & Karlı, 2021).

Türkiye’de patateste arz duyarlılığı oldukça yüksektir. Bunun nedeni iklim koşulları, işgücü ve girdi maliyetleri, tarımsal destek miktarı, hastalık ve zararlılardan kaynaklı verim değişimi ve ürün fiyatları ile açıklanabilir. Özellikle üreticilerin patates ekim kararını bir önceki yılın cari fiyatını baz alarak belirlemeleri ve dolayısıyla fiyatlarda yaşanan dalgalanmaların doğrudan üretim artış ve azalışında önemli bir etkiye sahip olduğu yadsınamazdır. Bu durum son yıllarda ivme kazanan tarıma dayalı sanayinin hammadde tedarikini dolayısıyla üretiminde sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkilemektedir. Üreticiler açısından bakıldığında ise fiyat dalgalanmalarının üretici gelirlerinde istikrarsızlığa yol açtığı söylenebilir. Özellikle küçük ölçekli işletme yapılarında ve üretim deseninin sınırlı olduğu bölgelerde üretim yapanlarda gelir istikrarsızlığı daha fazla hissedilmektedir (Dağdemir & Birinci 1999; Pakdemirli, 2020; Bitrak, 2023). Gerek tarıma dayalı sanayiye düzenli hammadde akışı gerek ise üretici gelirinin istikrar kazanması noktasında sözleşmeli üretim modelinin yaygınlaştığı görülmektedir.

Sözleşmeli üretim modeli, üretici ve alıcı arasında karşılıklı ve eşit menfaati gözetilen bir sistem odağında ise oluşabilecek risklere karşı birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Özellikle küçük ölçekli işletmelerin tarımsal değer zincirine entegre olmaları, alım garantisini, firmalarca sağlanan kredi ve girdi temin kolaylığı, nicel ve nitel bakımdan üst düzeyde girdi temini, teknik destek verilmesi gibi üreticilere birçok imkan sunarken, firmaların üretimin planlı hale gelmesiyle kaliteli, düşük maliyetli ve yeter miktarda hammaddeye erişimini sağlamakta ve tarıma dayalı sanayinin gelişimini ve ihracata yönelik üretim artışını desteklemektedir (Rehber, 1998; Taşcıoğlu & Sayın, 2005; Teoman & Tartıcı, 2012; Khan ve ark., 2019; Pakdemirli, 2020; Turhan & Adalı, 2021; Adalı, 2022). Ancak konu ile ilgili yapılan birçok çalışmada sözleşmeli üretimde bazı aksaklıkların olduğu belirlenmiştir. Firmalar karşısında üreticilerin pazarlık gücünün ve örgütlenmenin olmayışı taraflar arasında yapılan sözleşmelerin ağırlıkta firmalar lehine olmasına yol açmaktadır. Bunun sonucu olarak üreticilerin en yaygın olarak karşılaştıkları sorun

firmaların hem ürün fiyatları hem de girdi fiyatlarını kendi belirleyecek güce sahip olmasıdır. Kredi ve girdi desteği ile pazar garantisi sözleşmeli üretimi cazip kılarak aksak rekabet koşullarında üreticinin belli ürünlerde uzmanlaştığı ve üretim desenini değiştirme şansının zayıf olduğu durumlarda sözleşmeli üretim bir tercih değil mecburi bir üretim şekline dönüşüm riski taşımaktadır. Ayrıca risk ve belirsizliklerin doğrudan üreticiye yüklenmesi ve bunun sonucunda firmaların fire oranlarını yüksek tutabilmesi ve kaliteye göre ürüne değer biçme durumu üreticiyi ciddi bir gelir kaybına uğrayabilmektedir (Özçelik ve ark., 1999; Demirtaş & Tosun, 2005; Taşcıoğlu & Sayın, 2005; Ulukan, 2009; Khan ve ark., 2019; Singh & Thakur, 2021; Şengül ve ark., 2022).

Patatese yönelik artan talep karşısında arz güvencesinin sağlanması önem arz etmektedir. Arz güvencesini sağlama yolundaki en önemli araçlardan biri de sözleşmeli üretim modelidir. Sözleşmeli üretimin yaygınlaştırılması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi gereklilik haline geldiği düşünüldüğünde, üretici yönündeki aksaklıkların tespit edilmesi ve giderilmesine yönelik çözüm arayışlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma ile sözleşmeli patates yetiştiriciliği yapan işletmeler incelenmiş ve bu doğrultuda sözleşmeli üretimdeki aksaklıkların ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmanın kapsamını Kayserinin Tomarza ilçesinde sözleşmeli patates yetiştiriciliği yapan üreticilerin oluşturmasının temel sebebi son yıllarda patates özelinde gerek ekim alanı gerek ise üretim miktarında önemli bir artış trendi göstermekle birlikte yüksek verime sahip olmasıdır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Sözleşmeli patates yetiştiriciliği sisteminin üreticiler boyutunda değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmanın ana materyalini Kayseri ili Tomarza ilçesinde sözleşmeli patates yetiştiriciliği yapan işletmelerden yüz yüze anket yoluyla elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Veri toplama süreci Aralık 2022 - Şubat 2023 dönemini kapsamaktadır. Araştırmanın örnek hacmi, ÇKS'ye kayıtlı 390 sözleşmeli patates ekimi yapan işletme dikkate alınarak basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle Eşitlik (1) kullanılarak 75 olarak belirlenmiştir (Çiçek & Erkan, 1996).

$$n = \frac{N\sigma^2}{(N-1).D^2 + \sigma^2} \quad \text{Eq.(1)}$$

$$n = \frac{390.(63.454)^2}{389.(\frac{12.913}{1.96})^2 + (63.454)^2} = 75.09$$

Formülde; n: Örnek hacmi, N: popülasyondaki birim sayısı, σ : standart sapma, D: d/t, d: Ortalamadan belirli bir oran sapma (%10 sapma), t: %95 güven sınırındaki t değerini temsil etmektedir.

İşletme ve üreticilerden alınan bilgiler işletmelerin toplam ekili arazileri dikkate alınarak büyüklüklerine göre üç gruba ayrılmıştır. Arazi dağılımı 200 dekarın altında olan işletmeler (28) birinci gruba, 200-300 dekar aralığındaki işletmeler (25) 2. gruba, 300 dekar üzerinde olan işletmeler (22) ise 3. gruba oluşturmaktadır. Buna göre üreticilerden elde edilen bilgiler çapraz tablolar oluşturularak yüzdesel (%) dağılımları ve ortalamaları verilmiş ve yorumlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kayseri ili Tomarza ilçesinde sözleşmeli patates üretimi yapan üretici ve işletmelere ilişkin genel bilgiler Çizelge 1'de yer verilmiştir. Yaş ortalaması 43.8 yıl olduğu tespit edilen üreticilerin Türkiye çiftçi yaş ortalamasının altında olduğu ve benzer şekilde eğitim düzeyi ortalama lise düzeyinde oluşu dikkat çekici bir husustur. Nitekim yaş ortalamasının düşük ve eğitim düzeyinin ise yüksek oluşu tarımsal üretimde yenilikçi yaklaşımların benimsenmesi açısından önemli görülmektedir. Patates yetiştiriciliğinde sözleşmeli üretim modeline dahil olmaları buna kanıt sunar niteliktedir. Tomarza ilçesi Kayseri ilinin tarımsal üretiminde önemli bir paya sahip olup ağırlıkta tarla tarımı yapılmaktadır.

Buğday, arpa, kabak (çekirdeklik), ayçiçeği ürünleri üretim deseninde ağırlık taşımakla birlikte son yıllarda patates üretiminin yaygınlaştığı görülmektedir. TÜİK (2022) verisine göre ilçede patates ekili alanda son beş yılda %84.1'lik bir artış yaşanmıştır. Üreticilerin patates yetiştiriciliği yaptıkları süreye bakıldığında (genel ortalamada 5.8 yıl, büyük ölçekli işletmelerde (300 da ve üzeri) ise 7.1 yıl) patates yetiştiriciliğinin son yıllarda arttığı net bir şekilde görülmektedir. Bununla beraber bölgede patates üretiminde sözleşmeli üretim modelinin yaygınlaştığı ve üreticilerin sözleşmeli üretimindeki tecrübesinin genel ortalamada 2.9 yıl olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veri ışığında, işletme ölçeği arttıkça aile bireylerinin işgücüne katılımının ve ölçeğe bağlı gelir yükselişinin üreticilerin sosyal güvence imkanına sahip olmasını tetiklediği söylenebilir. Sözleşmeli patates üreticilerinin temel geçim kaynağı tarım olmakla beraber gelirlerinin yaklaşık %10.0'ını tarım dışı faaliyetlerden sağlandığı tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Patates üreticilerine ilişkin genel bilgiler

Table 1. General information about potato producers

	≤ 200	201-300	300 ≥	Genel
Yaş (yıl)	44.8	47.0	39.1	43.8
Eğitim (%)				
İlkokul	7.1	12.0	13.6	10.7
Ortaokul	28.6	52.0	22.7	34.7
Lise	60.7	36.0	54.6	50.7
Lisans	3.6		9.1	3.9
Hanede tarımla uğraşan birey sayısı (kişi)	1.3	1.7	2.2	1.7
Sosyal güvence (%)				
Var	67.9	88.0	90.9	81.3
Yok	32.1	12.0	9.1	18.7
Tarımsal gelir (yıl ₺-1)	891 785.7	1 060 000.0	1 638 181.8	1 166 800.0
Tarım dışı gelir (yıl ₺-1)	84 160.7	98 200.0	170 000.0	114 020.0
Tarımsal tecrübe (patates için) (yıl)	5.3	5.2	7.1	5.8
Sözleşmeli üretim tecrübe (yıl)	2.7	2.8	3.5	2.9

Çizelge 2. İşletmelerde yetiştirilen ürünler ve ekiliş alanları

Table 2. The cultivated crops and their respective areas

İşletme büyüklük grubu	≤ 200		201-300		300 ≥		Genel	
	da	%	da	%	da	%	da	%
Patates	100.0	63.9	113.1	46.1	220.4	44.3	139.7	48.8
Buğday	25.0	16.0	61.4	25.0	119.8	24.1	65.0	22.7
Kabak	11.8	7.5	25.2	10.3	76.1	15.3	35.1	12.3
Ayçiçeği	10.7	6.8	23.2	9.5	41.4	8.4	23.9	8.3
Fasulye	3.4	2.2	3.4	1.4	20.5	4.1	8.4	2.9
Nohut	-	-	3.0	1.2	-	-	1.0	0.4
Pancar	-	-	7.0	2.8	19.1	3.8	7.9	2.8
Arpa	1.4	0.9	5.9	2.4	-	-	2.5	0.9
Yulaf	-	-	0.4	0.2	-	-	0.1	0.1
Yonca	4.3	2.7	2.8	1.1	-	-	2.5	0.8
Toplam	156.7	100.0	245.4	100.0	497.2	100.0	286.1	100.0

İşletmelere ilişkin arazi varlığı ve ürün dağılımı Çizelge 2’de verilmiştir. Araştırma kapsamının sözleşmeli patates yetiştiricileri ile sınırlı oluşu işletmelerin ürün bazında arazi dağılımında patatesi ön plana çıkarmaktadır. Genel ortalamada toplam işletme arazisi 286.12 da olup bunun %48.8’ini patates ekili alan oluşturmaktadır. Patatesi sırasıyla buğday (64.9 da), kabak (35.1 da), ayçiçeği (23.9 da) takip etmektedir. İşletmeler ölçeğinde bakıldığında ise, üretim desenindeki ürünlerin önceliği benzer olup, işletme ölçeği arttıkça patates ekili alan oransal olarak azalmaktadır. Bu durum işletme ölçeği büyüdükçe risk dağıtımının rasyonel bir şekilde sağlandığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca sulu tarım arazilerinin tasarrufunda patates dışında şeker pancarı ve kabağa (çekirdeklik) yer verildiği tespit edilmiş olup üretim ölçeğindeki artışa paralel olarak bu ürünlerin ekili alan içerisindeki payının oransal olarak arttığı ifade edilebilir. Benzer yapıda olan bölgelerde yapılan çalışmalar (Şahin, 2003; Kadakoğlu, 2021) ile karşılaştırıldığında ortalama patates ekili alanın oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumun sözleşmeli yetiştiricilik ile yakından ilgili olduğu söylenebilir.

Çizelge 3 incelendiğinde üreticiler patates ekili arazilerinin %82.0’ında sözleşmeli patates üretimi yapmaktadır. İşletme büyüklüğü arttıkça sözleşmeli ekim alanı artmakla beraber oransal olarak farklılık göstermektedir. Toplam patates ekili alandan sözleşmeli patates ekili alanın aldığı pay küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerde sırasıyla %85.8, %89.4, %75.5 şeklindedir. Türkiye’de işletme başına düşen tarım arazilerinde parsel sayısının ortalama 5.9, ortalama parsel genişliğinin ise 12.9 da olduğu dikkate alındığında, bölgedeki işletmelerin parsel sayısının Türkiye ortalamasına yakın bir değerde olduğu, parsel genişliğinin ise Türkiye ortalamasının oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın patates yetiştiriciliği yapan işletmeler özelinde bu beklenen bir sonuçtur. Patates yetiştiriciliğini konu alan çalışmalarda patates ekili arazilerde parsel adedi ve parsel genişliklerinin bölgesel farklılıklar dikkate alındığında benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Şahin, 2003; Kadakoğlu & Karlı, 2021). İşletmelerde patates ekili alanın mülkiyet yapısına bakıldığında, genel işletme ortalamasında mülk arazi %64.8’lik paya sahip iken kira ve ortak arazilerin dağılımı sırasıyla %32.0 ve %3.2 şeklindedir. Büyük ölçekli işletmelerde (300 da \geq) patates ekimi için kiraya tutulan arazi oranının oldukça yüksek (%44.7) olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. İşletmelerin patates ekili alanlarına ilişkin bilgileri

Table 3. Information regarding the cultivated areas of potatoes in the enterprises

İşletme büyüklük grubu		≤ 200		201-300		300 ≥		Genel	
Patates ekili alan		da	%	da	%	da	%	da	%
Mülkiyet durumu	Mülk	71.0	71.0	76.1	67.3	119.2	54.1	90.5	64.8
	Kira	28.2	28.2	28.4	25.1	98.5	44.7	44.7	32.0
	Ortak	0.9	0.9	8.6	7.6	2.7	1.2	4.5	3.2
	Toplam	100.0	100.0	113.1	100.0	220.4	100.0	139.7	100.0
Üretim şekli	Sözleşmeli alan	85.9	85.8	101.1	89.4	166.3	75.5	114.5	82.0
	Sözleşme harici alan	14.2	14.2	12.0	10.6	54.0	24.5	25.2	18.0
	Toplam	100.0	100.0	113.1	100.0	220.4	100.0	139.7	100.0
Parsel sayısı (adet)		4.5		5.0		6.9		5.4	
Ortalama parsel genişliği (da)		27.7		26.2		33.2		28.8	

Üreticilerin patates yetiştiriciliğinde karşılaştıkları sorunlar Çizelge 4’te verilmiştir. Buna göre yetiştiricilikte en temel problemin girdi fiyatlarının yüksekliği oluşturduğu görülmektedir. Üreticilerin %78.7’si mazot ve gübre fiyatlarını, %69.3’ü tohum fiyatları, %64.0’ı sulama ücretlerini, %61.3’ü tarım ilaçlarının fiyatlarını ve %57.3 işgücü ücretlerini yüksek bulmaktadır. Girdi fiyatlarının yanı sıra bölgedeki patates yetiştiriciliği sorunları tohumluk kalitesinin düşüklüğü, hastalık ve zararlıların çok oluşu, işgücü temininin sağlamada yaşanan zorluklar şeklinde sıralanabilir. Patates yetiştiriciliğini konu alan çalışmalar incelendiğinde, tohumluk kalitesi ile ilgili sıkıntıların yaşandığı bununla beraber daha çok üretimde uygulama hatalarının varlığı ve pazar sorunun yaşandığı gözlenmektedir (Kara ve ark.,

2006; Tunçtürk ve ark., 2007; Çarpar & Sertkaya, 2016). Bu çalışmada üreticilerin yanlış uygulama sonucu verim kaybı ya da pazar sorunu yaşamamasının bölgede uygulanan sözleşmeli üretim ile yakından ilgili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4. Üreticilerin patates yetiştiriciliği ile ilgili sorunları (%)

Table 4. Problems related to potato cultivation by producers (%)

İşletme büyüklük grubu	≤ 200	201-300	300 ≥	Genel
Tohumluk çok pahalı	67.9	80.0	59.1	69.3
Tohumluk kalitesi düşük	60.7	88.0	50.0	66.7
Mazot-gübre çok pahalı	82.1	92.0	59.1	78.7
Sulama ücretleri çok fazla	60.7	84.0	45.5	64.0
Hastalık ve zararlı çok fazla	46.4	52.0	45.5	48.0
Tarım ilaçları pahalı	50.0	84.0	50.0	61.3
İşgücü bulmakta sıkıntı yaşıyoruz	64.3	64.0	54.6	61.3
İşgücü ücretleri çok yüksek	67.9	52.0	50.0	57.3

*Birden fazla seçeneğe cevap verildiği için dağılım toplamı %100'ü aşmaktadır.

Üreticilerin hastalık ve zararlı problemi olmasıyla beraber hastalık ve zararlı çeşitliliğın çok olması fire sorununu beraberinde getirmektedir. Elde edilen verilere göre patates fire oranı genel ortalama %9.3 olup bu oran küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerde sırasıyla %10.1, %9.4 ve %8.1 şeklindedir. Fire oranlarını üreticilerin %48.0'ının çok yüksek ve yüksek, %46.7'sinin normal ve %5.3'ünün düşük bulduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bölgedeki üreticilerin patates üretiminde maruz kaldıkları hastalık ve zararlılar ıslak-kuru çürüklük, iç boşluğu, yabancı ot, derin ve yüzey uyuzu, yeşillenme, şekil bozukluğu-yarık yumru, jelimsi uç, tel kurdu, patates yumru güvesi, güneş yanığı, nematod, siğil olarak sıralanabilir. Fire nedenleri arasında hastalık ve zararlıların oranı işletmeler genel ortalamasında %77.3'lük paya sahipken, mekanik hasarlar, don zararı ve çeşit karışımının payı %70.7'dir.

Çizelge 5. Patates üretiminde fire oranları ve üretici değerlendirmesi

Table 5. Loss rates and evaluations in potato production

İşletme büyüklük grubu	≤ 200	201-300	300 ≥	Genel
Patates üretiminde fire oranı	10.1	9.4	8.1	9.3
Fire durumu (%)				
Çok yüksek	32.1	8.0	4.6	16.0
Yüksek	21.4	44.0	31.8	32.0
Normal	42.9	48.0	50.0	46.7
Az	3.6	-	13.6	5.3

İncelenen işletmelerde patates üretiminde sözleşmeli üretimin tercih edilme nedenleri arasında ilk sırayı %92.0 oranında alım garantisi almaktadır. Girdi temini (tohumluk %85.3, ilaç %72.0) ve fiyat garantisi (%77.3) tercih nedenlerinde etkili olan diğer hususlar arasındadır. Karlı olduğu için sözleşmeli üretimi tercih edenlerin oranı oldukça düşük olmasına karşın diğer işletmeler ile karşılaştırıldığında büyük ölçekli işletmelerde (%27.3) bu oran nispeten yüksek düzeydedir (Çizelge 6). Bunların dışında sözleşmeli patates üretim tercihinde sermaye yetersizliği (%50.7), şirketlerin sağladığı avans ödemeleri (%29.3) ve elektrik masrafların şirket tarafından ödenmesi (% 33.3) faktörlerinin etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 6. Üreticilerin sözleşmeli üretimi tercih etme nedenleri

Table 6. The reasons why producers prefer contract farming

İşletme büyüklük grubu	≤ 200	201-300	300 ≥	Genel
Alım garantisinin olması	89.3	100.0	86.4	92.0
Fiyat garantisinin olması	64.3	92.0	77.3	77.3
Sermaye yetersizliği	53.6	60.0	36.4	50.7
Tohumluğun şirket tarafından verilmesi	89.3	84.0	81.8	85.3
İlaç gübrenin şirket tarafından verilmesi	85.7	76.0	50.0	72.0
Elektrik masrafının şirket tarafından ödenmesi	35.7	32.0	31.8	33.3
Şirketin avans (nakit) vermesi	28.6	32.0	27.3	29.3
Sözleşme yetiştiricilik sisteminin daha karlı olması	10.7	12.0	27.3	16.0

*Birden fazla seçeneğe cevap verildiği için dağılım toplamı %100'ü aşmaktadır.

Çizelge 6'daki bilgilere göre üreticilerin sözleşmeli patates üretimini tercih etmede karlılığın düşük bir orana sahip olduğu görülse de üreticilerin mevcut arazilerini (mülk) patates üretimi için kiralamalarına (%12.0) karşılık bu arazilerde sözleşmeli patates üretimi yapmalarını (%88.0) daha avantajlı gördükleri tespit edilmiştir. İşletme büyüklüklerine göre sözleşmeli üretimi avantajlı bulanların oranı işletme ölçeği büyüdükçe arttığı tespit edilmiştir. Üreticilerden alınan bilgiler ışığında, Tomarza ilçesinde sözleşmeli üretim yaptıran firma sayısı 14 olup oldukça yüksek düzeydedir. Söz konusu firmalar ile üreticiler sözleşmeli patates üretimi gerçekleştirirken aynı zamanda üreticiler firma ya da şahıslara arazilerini kiralarak patates ekimine destek vermektedirler. Diğer yandan üreticiler patates ekimini işletme özelinde kendileri gerçekleştirmektedirler. Buna göre bölgedeki patates yetiştiricilerinin pek çok alternatife sahip olduğu söylenebilir. Bu durum fiyat üretim ilişkisinde üreticinin işletme lehine karar almasında önemli bir unsur olarak görülmektedir. Diğer yandan araştırma bölgesinde sözleşmeli üretim yaptıran firma sayısı 14 olup piyasaya hakim tek bir firma (genel ortalamada üreticilerin %57.3'ü bu firmayla sözleşme yapmıştır) oluşu dikkat çekmektedir. Diğer firmalara ürün teslim eden üreticilerin dağılımı işletme ölçeğine göre değişiklik göstermektedir. Bu tür bir tekelleşmenin üretici açısından çeşitli sorunlara yol açabilmesi söz konusudur.

Çizelge 7. Üreticilerin şirket sözleşmesi ile ilgili görüşleri

Table 7. Producers' views on company contracts

İşletme büyüklük grubu	≤ 200	201-300	300 ≥	Genel
Sözleşmeyi okuma durumu (%)				
<i>Hiç okumam güvenirim</i>	3.6	-	-	1.3
<i>Sadece önemli hususları incelerim</i>	35.7	16.0	13.6	22.7
<i>Detaylı bir şekilde okurum</i>	60.7	84.0	86.4	76.0
Sözleşme hükümleri ile ilgili sıkıntı yaşama durumu (%)				
<i>Hayır</i>	50.0	44.0	59.1	50.7
<i>Evet</i>	50.0	56.0	40.9	49.3
Evet ise nedenler (%)				
<i>Gecikmeli ödeme</i>	42.9	28.6	66.7	43.2
<i>Enflasyonun dikkate alınmaması</i>	14.3	7.1	-	8.1
<i>Fire oranlarının belirlenmesi</i>	14.3	50.0	22.2	29.7
<i>Tohumluk kalitesi</i>	28.6	28.6	22.2	27.0

Sözleşmeli üretim üretici ve alıcı arasında karşılıklı menfaat esaslarına dayalı olarak yazılı akitlerle yürütülen tarımsal üretim şekli olup sözleşmeler "Sözleşmeli Üretimin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik" esas alınarak

oluşturulmaktadır (RG, 2023). Araştırma bölgesinde üreticilerin şirket sözleşmesini detaylı bir şekilde inceleme oranı işletme ölçeği büyüdükçe artmakta olup bu oranın genel ortalama %76.0 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Buna karşın hatıra sayılabilir bir oranda (%49.3) üreticinin sözleşme hükümleri ile ilgili sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir. Üreticilerin sözleşme hükümlerinde yaşadıkları sıkıntılar firmanın gecikmeli ödeme yapması (%43.2), firmaların fire oranlarını yüksek belirlemesi (%29.7), firma tarafından verilen tohum kalitesinin düşüklüğü (%27.0) ve firmaların fiyat belirlerken enflasyonu dikkate almayarak sözleşme dönemi (cari dönem) piyasa fiyatlarını baz alması (%8.1) şeklindedir.

Üreticilerden alınan bilgilere göre doğrudan sözleşme hükümlerinde sıkıntılar yaşanması üreticilerin sözleşmeli üretime devam kararında etkili olduğu gibi, piyasada oluşan fiyatlara bağlı olarak üreticinin sözleşme harici üretimi daha karlı bulması, girdi maliyetlerinin yüksek oluşu gibi unsurlarda etkili olmaktadır. Diğer yandan üretici sözleşmeli patates üretimi yapmak istiyor olsa bile alıcının verim ve kalite düşüklüğü gerekçeleriyle ekim yaptırmama durumu söz konusu olabilmektedir. Bu nedenlere bağlı olarak üreticilerin %21.3'ünün sözleşmeli üretime ortalama 2.5 yıl ara verdikleri belirlenmiştir. İşletme ölçeği büyüdükçe sözleşmeli üretim yapılmayan dönem olma durumu azalırken ara verilen sürenin arttığı gözlenmektedir (Çizelge 8). Elde edilen veriler ışığında bir sonraki dönem patates ekiminden vazgeçecek işletmeler (%25.3) mevcut olmakla birlikte sözleşmeli üretimden vazgeçen ancak patates üretimine devam eden işletmeler (%32.0) olacağı öngörülmüştür. Sonraki dönem üreticilerin %74.7'si patates ekimine devam edeceklerini belirtmiş ve bu oranın işletme büyüklüğü arttıkça azaldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra bir sonraki dönem patates ekimi yapacağını taahhüt eden çoğu işletmenin sözleşmeli üretim ile birlikte piyasaya üretim yapacakları belirlenmiştir. Toplam taahhüt edilen patates ekim alanı genel ortalaması 165 da olup bunun %49.6'sını sözleşmeli ekim alanının oluşturacağı öngörülmektedir. Bu durum işletme büyüklüklerine göre karşılaştırıldığında, sözleşmeli ekim alanının işletme ölçeği büyüdükçe oransal olarak azalacağı net bir şekilde görülmektedir.

Çizelge 8. Sözleşmeli üretim yapılmayan dönem ve planlanan üretime ait bilgiler

Table 8. Information on periods without contract production and planned production

İşletme büyüklük grubu	≤ 200		201-300		300 ≥		Genel	
Sözleşmeli üretim yapılmadığı dönem (%)								
Hayır	75.0		80.0		81.8		78.7	
Evet	25.0		20.0		18.2		21.3	
Evet ise yıl	1.3		3.0		4.0		2.5	
Bir sonraki dönem patates ekimi yapmayacaklar(%)	25.0		24.0		27.3		25.3	
Bir sonraki dönem patates ekimi yapacaklar(%)	75.0		76.0		72.7		74.7	
Sözleşmeli üretim yapacaklar (%)*	61.9		68.4		62.5		64.3	
Sözleşme harici üretim yapacaklar(*)	47.6		63.2		62.5		57.1	
	da	%	da	%	da	%	da	%
Planlanan sözleşmeli patates ekim alanı	74.6	70.7	66.6	47.3	110.6	39.6	81.9	49.6
Planlanan sözleşme harici patates ekim alanı	30.9	29.3	74.2	52.7	168.8	60.4	83.1	50.4
Toplam planlanan patates ekim alanı	105.4	100.0	140.8	100.0	279.4	100.0	165.0	100.0
Bir sonraki dönem patates ekim alanındaki olası değişim (%)	-13.4		-5.4		-7.8		-8.6	
Bir sonraki sözleşmeli patates ekim alanındaki olası değişim (%)	-28.7		-49.9		-51.6		-44.7	
Bir sonraki sözleşme harici patates ekim alanındaki olası değişim (%)	78.8		370.0		127.1		155.6	

*Sözleşmeli üretim ile birlikte sözleşme harici üretim yapılmama durumundan dolayı cevaplar %100 aşmaktadır.

İşletmeler 2022-2023 üretim dönemine göre bir sonraki dönem patates ekili alanında %8.6'lık bir daralmaya gideceklerini belirtmişlerdir. Bir sonraki dönem sözleşmeli patates ekim alanlarında küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerde sırasıyla %28.7, %49.9 ve %51.6 azalış yönünde olası bir değişim söz konusu iken, işletmelerin sözleşme harici (piyasa için) patates ekim alanlarının yüksek oranda artacağı gözlenmektedir. Diğer bir ifadeyle, 2022-2023 döneminde işletmelerin sözleşme (114.5 da) ve sözleşme harici (25.2 da) patates ekili alan ile kıyaslandığında bir sonraki dönem sözleşmeli patates ekili alanının %44.7 (81.9 da) azalacağı ve sözleşme harici ekili alanın ise %155.6 (83.1 da) artacağı tespit edilmiştir (Çizelge 8). Orta ve büyük ölçekli işletmelere göre küçük ölçekli işletmelerde bu değişimin şiddetinin daha düşük olması geçimlik işletme ve sermaye yetersizliği gibi sebeplerden dolayı beklenen bir sonuçtur.

Sözleşmeli üretim haricinde patates üretimi yapanların oranı %33.3 olarak belirlenmiştir. Üreticilerin sözleşmeli ekim yaptıkları arazilerinde verim işletme büyüklüğü arttıkça artmakta olup genel ortalama 3703.33 kg da⁻¹ olarak belirlenirken, sözleşme dışında patates verimi 4234.00 kg da⁻¹ çıkmaktadır (Çizelge 9). Üreticilerden alınan bilgiler ışığında bu belirgin farklılığın daha çok arazi yapısıyla ilgili olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan sözleşme dışı üretimde patates verimliliğinin işletme ölçeğine göre farklılık göstermektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerin tohumluk teminini söz konusu şirketlerden ya da farklı firmalardan satın alma yoluyla sağlarken, büyük ölçekli işletmelerin pek çoğunun kendi ürettikleri tohumu kullandıkları görülmektedir. Patates verimliliğinde arazi yapısı, sulama vs. faktörler kadar tohumluk önem arz eden bir konudur. Üretim yoluyla tohumluk kullanımının verimi azaltıcı etkisi düşünüldüğünde diğer işletmeler ile karşılaştırıldığında sözleşme harici üretimde büyük ölçekli işletmelerdeki verim düşüklüğü beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şirket fiyatları (3.25 ₺ kg⁻¹) ile piyasa fiyatları (4.88 ₺ kg⁻¹) arasındaki fark oldukça yüksektir. Şirket ve üretici arasında sözleşme ekim öncesinde yapılmakta ve o dönemki cari fiyatlar baz alınarak fiyat belirlenmesi yapılmaktadır. Ayrıca üretim dönemi başında ve üretim sürecinde şirket aynı ve nakdi girdi temininde bulunmaktadır. Bu nedenle şirketlerin çoğu hasat sonrasında ödemeleri gerçekleştirirken fiyatlarda enflasyon güncellemesi yapmamaktadır. Bu durum piyasa fiyatları ile şirket fiyatları arasında yüksek farka neden olmaktadır.

Elde edilen bulgulara göre masraflar sabit tutulduğunda, fiyat ve verim değerlerine göre sözleşme harici üretimin, üretici lehine olduğu görülmektedir. İşletmeler ortalamasına göre dekardan elde edilen brüt üretim değeri sözleşmeli yetiştiricilik sisteminde 12150.27 ₺ iken, sözleşme harici üretimde bu değer 20991.20 ₺'sıdır. Bu veriler dikkate alındığında üreticilerin sözleşmeli üretim yapmalarının en önemli nedeni, şirketlerin girdi avansları ve alım garantisi sağlamasıyla ilişkilidir.

Çizelge 9. Patates üretim şekline göre işletmelerin verim-fiyat-gelir bilgisi

Table 9. Yield-price-income information of farms according to potato production method

İşletme büyüklük grubu	≤ 200	201-300	300 ≥	Genel
Sözleşmeli patates üretimi				
Verim (kg da ⁻¹)	3 671.43	3 598.00	3 863.64	3 703.33
Şirket fiyatı (₺ kg ⁻¹)	3.16	3.28	3.31	3.25
Birim alandan elde edilen gelir (₺ da ⁻¹)	11 694.46	11 902.20	13 012.27	12 150.27
Sözleşme harici (kendisi) patates üretimi				
Verim (kg da ⁻¹)	4 300.00	4 471.43	4 040.91	4 234.00
Piyasa fiyatı (₺ kg ⁻¹)	4.86	4.86	4.92	4.88
Birim alandan elde edilen gelir (₺ da ⁻¹)	20 988.57	21 880.00	20 427.27	20 991.20

Sonuç olarak, tarımda sözleşmeli üretim modeli, risk dağıtımını, planlı üretimi, düzenli hammadde tedarikini, üretici geliri ve ürün verimliliğinde artışı, teknoloji kullanımının yaygınlaşmasını hedefleyen bir sistemdir. Türkiye’de şeker pancarı üretimi ile başlayan bu sistemin tarıma dayalı sanayinin gelişimi ile uygulama alanı genişlemektedir. Patates sektörünün geliştiği kuzey ve batı avrupada üretilen patatesin yarıya yakını işleme sanayiye aktarılırken, Türkiye’de patates üretiminin sadece %11’lik kısmı sanayide işlenmekte olup parmak patates ve cips üretiminin önemli bir paya sahip olduğu bilinmektedir. Dünya’da işlenmiş patates ürünlerine talebin artış gösterdiği dikkate alındığında sanayiye aktarılan patatesin arttırılması elzemdir. Bu noktada sözleşmeli üretim modelinin iyileştirilmesine ve geliştirilmesine yönelik izlenecek politikalar önem arz etmektedir.

Kayseri ilinin Tomarza ilçesinde sözleşmeli patates yetiştiriciliği sisteminin üreticiler açısından değerlendirildiği bu çalışmada, üreticilerden alınan bilgiler ışığında bölgede patates yetiştiriciliğinin on yılı aşmayan bir geçmişi olduğu sözleşmeli üretim noktasında ise üreticilerin genel ortalamada üç yıllık bir tecrübeye sahip olduğu gözlenmiştir. Bölge üreticisinin patates yetiştiriciliğinde sözleşmeli üretim ve kendi bünyesinde üretim yapmaya ek olarak arazilerini firma ya da başka şahıslara kiralamak gibi birçok alternatifinin olduğu görülmektedir. Diğer dikkat çeken bir husus bölgedeki firma sayısının yüksek oluşudur. Bu durum sözleşmeli üretim yaptıkları firma ile herhangi bir güçlük yaşanması durumunda üreticilerin tek bir firmaya bağlı kalmaması açısından önemlidir. Ancak yapılan araştırma sonucunda üreticilerin %57.3’ünün en düşük fiyatı veren aynı firma ile sözleşme yapmaları bölgede tekel oluşum ihtimalini arttırmaktadır. Bu firmaya yönelik bilgiler incelendiğinde, girdi temini nedeniyle bu firma ile sözleşme yapan işletmeler ağırlıkta küçük ölçekli işletmelerdir. Şirketin ürün fiyatını işletme ölçeğine göre değiştirdiği ve işletme ölçeği arttıkça fiyatı yükselttiği gözlenmiştir. Bu durum gelecek yıllarda firmaların küçük ölçekli işletmeleri sistem dışında tutabileceği ve kırsal gelir eşitsizliğinin artabileceği endişesini de beraberinde getirmektedir. Bu noktada fiyat farklılaştırılmasının işletme ölçeğine göre değil ürün kalitesine göre belirlenmesini sağlayacak düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırmada elde edilen diğer önemli bir husus, üreticilerin gelecek yıl patates üretimini arttıracakları buna karşılık sözleşmeli ekim alanlarını büyük ölçüde azaltacaklarıdır. Patates üretim-fiyat ilişkisi güçlü olan bir üründür ve üreticiler bir sonraki yıl ekim kararını cari fiyatları baz alarak yapmaktadırlar. Üretici ve firma arasındaki sözleşmede fiyat üretim öncesinde belirlenmekte ve hasat zamanda cari fiyatlarda artış olması durumunda üretici gelirinde önemli bir kayıp yaşanmaktadır. Bu bağlamda sözleşmeli üretim modelinde hedeflenen risk dağıtımını ve üretici gelirini arttırıcı etki ortadan kalmaktadır. Bu nedenle bölgedeki üreticilerin sözleşmeli ekim alanlarını daraltmaları beklenen bir sonuçtur. Bu noktada üretici ve firma menfaatini dengeleyecek boyutta yasal mevzuatta fiyat belirlemeye yönelik hükümlere yer verilmesinin sözleşmeli üretimin yaygınlaştırılmasına ve sürdürülebilirliğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bölgede küçük ve orta ölçekli işletmelerin, alım garantisinin yanı sıra girdi temini nedeniyle sözleşmeli üretime yönelimlerinin olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle küçük ölçekli işletmelerin bir sonraki dönem sözleşmeli üretim alanındaki daralması düşük seviyede olacağı öngörülmektedir. Büyük ve orta ölçekli işletmelerin sözleşmeli üretimden vazgeçmeleri daha kolay iken özellikle sermaye yetersizliğinden dolayı küçük ölçekli işletmeler sözleşmeli üretime devam etmektedirler. Dolayısıyla dalgalı fiyat risklerine daha çok karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu noktada gerek ürün fiyatı gerek ise girdi temin fiyatlarını belirleyen firmaya karşı üretici lehine fiyat anlaşmaları yapabilecek örgütsel bir yapının oluşması gerekli görülmektedir.

Tarıma dayalı sanayinin geliştirilmesine yönelik teşvik politikalarıyla firma sayısındaki artış sözleşmeli üretim modelinin yaygınlaşmasına katkı sağlayacağı gibi ülkedeki sözleşmeli üretim modelindeki söz konusu aksaklıkların giderilmesinde hızlandırıcı etki oluşturacağı göz ardı edilmemelidir.

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 Yozgat Bozok Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan alınmıştır. Karar numarası 07/ 25 ve tarihi 18.10.2023'dir.

KAYNAKLAR

- Adalı, Z. (2022). *Sözleşmeli tarımsal üretim: Yenişehir ilçesi'nde bir araştırma*. [Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi]. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/29883>
- Arioğlu, H., Çalışkan, M.E., & Onaran, H. (2006). Türkiye'de patates üretimi, sorunları ve çözüm önerileri. *IV. Ulusal Patates Kongresi, Niğde-Türkiye*, 1-10.
- Bitrak, O.O. (2023). Türkiye'de patates üretim kararının belirleyicileri: Ardl sınır testi yaklaşımı. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 5 (2), 198-211. <https://doi.org/10.55050/sarad.1270733>
- Çarpar, H., & Sertkaya, G. (2016). Hatay ili patates üretiminde önemli bazı viral sorunların belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 135-143.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). *Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:12. Ders Notları Serisi No:6, Tokat.
- Dağdemir, V., & Birinci, A. (1999). Türkiye'de patates pazarlaması ve fiyat dalgalanmalarının üretim üzerine etkisi. *II. Ulusal Patates Kongresi, Erzurum-Türkiye*, 42.
- Demirtaş, N., & Tosun, D. (2005). Türkiye'de tarımın sanayi ile entegrasyonu, ortaya çıkan sorunlar ve çözüm önerileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (2), 27-34.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2021). *Agricultural production statistics 2000-2021*. <https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2023, 10 Aralık). *Dünya patates üretim miktarları*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Kadakoğlu, B., & Karlı, B. (2021). Türkiye'de patates üretimi, ihracatı ve destekleme politikalarının değerlendirilmesi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 7-16.
- Kadakoğlu, B., & Karlı, B. (2022). Afyonkarahisar ilinde patates üretiminin ekonomik analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (3), 581-588. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogu.vi.947387>
- Kara, A., Kaya, C., Dizikisa, T., Pehlivan, M., Kadioğlu, S., & Taçoğlu, M. (2006). Kuzeydoğu Anadolu'da patates üretimi ve sorunları. *IV. Ulusal Patates Kongresi, Niğde-Türkiye*, 285-291.
- Khan, M.F., Nakano, Y., & Kurosaki, T. (2019). Impact of contract farming on land productivity and income of maize and potato growers in Pakistan. *Food Policy*, 85, 28-39.
- Özçelik, A., Turan, A., & Tanrıvermiş, H. (1999). Türkiye'de Tarımın Pazara Entegrasyonunda Sözleşmeli Tarım ve Bu Modelin Sürdürülebilir Kaynak Kullanımı ile Üretici Geliri Üzerine Etkileri. Proje Raporu 1999-2. Tepge. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/Yay%C4%B1n%20Ar%C5%9Fivi/1997-2005%20Yay%C4%B1n%20Ar%C5%9Fivi/Yay%C4%B1nNo14.pdf>
- Özdemir, P., & Malayoğlu, H.B. (2017). Patates işleme endüstrisi yan ürünleri ve hayvan beslemede değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science And Technology*, 5 (1), 93-97. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i1.93-97.955>
- Öztürk, E., & Polat, T. (2017). Tohumluk patates yetiştiriciliği ve önemi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 32 (1), 99-104. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.285638>

- Pakdemirli, B. (2020). Sözleşmeli tarımsal üretim: DİTAP modeli. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26 (1), 81-88. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.749096>
- Ranjan Panigrahy, S., & Kalamkar, S.S. (2023). Potato contract farming: prospects and challenges in Gujarat, India. *Potato Research*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11540-023-09643-7>
- Rehber, E. (1998). Sözleşmeli tarım üzerine bir değerlendirme. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 3 (1 ve 2), 23-37.
- Resmigazete [RG]. (2023, 12 Kasım). Sözleşmeli üretimin usul ve esasları hakkında yönetmelik (Sayı: 32310). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/09/20230915-19.htm>
- Singh, A., & Thakur, S. (2021). Contract farming: Opportunities & Challenges. *Elementary Education Online*, 2021, 20 (1), 1947-1952. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.01.210>
- Şahin, K. (2003). Ahlat ilçesinde patatesin pazarlama yapısı üzerine bir araştırma. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 13 (2), 119-125.
- Şengül, Ö.Ü.Z., Saner, G., & Adanacioğlu, H. (2022). Arıcılıkta risk yönetim stratejisi olarak sözleşmeli üretim. XVIII. *IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi – Ohrid / Kuzey Makedonya Cumhuriyeti*, 649-657.
- Taşcıoğlu, Y., & Sayın, C. (2005). Türkiye’de kesme çiçek üretim ve ihracat yapısı. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 18 (3), 343-354.
- Teoman, Ö., & Tartıcı, N. (2012). Türkiye tarımında sözleşmeli üreticilik-kapitalist dönüşümde bir halka olabilir mi?. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (2), 163-184.
- Tunçtürk, M., Şahin, K., & Eryiğit, T. (2007). Van ili Erciş ilçesinde patates yetiştiriciliğinin durumu üzerine bir araştırma. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 21 (42), 49-54.
- Turhan, Ş., & Adalı, Z. (2021). Contract farming in Turkey. II. *International Hazar Scientific Researches Conference, Baku- Azerbaijan*, 592-599.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2022, 05 Kasım). *Tomarza ilçesi patate ekili alanlar*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>
- Ulukan, U. (2009). *Türkiye tarımında yapısal dönüşüm ve sözleşmeli çiftçilik: Bursa örneği*. [Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=PalVcHJ1yHOqfbRA0Z0iA&no=5gnPNijGBi-3QXApA_e1fg

Adıyaman ili badem üretiminde pazarlama yapısının analizi

Analysis of marketing structure in almond production in Adıyaman province

İbrahim EMRE¹, Nuran TAPKI²

¹Altınşehir Mh. 3056 sk. No:4 Daire:6, Adıyaman, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antakya, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 16.02.2024 Accepted / Kabul: 27.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Adıyaman ili Badem Pazarlama Fiyat Örgütlenme</p> <p>Keywords: Adıyaman province Almond Marketing Price Organizing</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Nuran TAPKI ntapki@mku.edu.tr</p>	<p>Bu çalışmada, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Adıyaman ilinde badem üretiminde pazarlama durumunu, pazarlama kanallarını, pazarlama marjlarını ve pazarlama sorunlarını belirlemek ve çözüm önerileri sunmak amaçlanmıştır. Araştırmanın ana materyalini Adıyaman ilinde badem üreticiliği yapan üreticiler, araçlar ve işleme tesisleri oluşturmaktadır. Anket yapılacak üretici sayısı "Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi" kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma 2020 yılında Adıyaman ilinin Kâhta, Besni, Merkez, Gölbaşı ilçelerinde yapılmıştır. İncelenen işletmelerin hepsinde badem sınıflandırılmasının renk ve büyüklüğüne göre yapılmakta olduğu görülmüştür. Sınıflandırma işlemi işletmede kasalarda yapıp çuvallanmaktadır. Bademin işletmeden taşınmasında traktör ve kamyon kullanılmaktadır. Kabuklu badem için pazarlama marjı hesabında üretici, tüccar, perakendeci fiyatları dikkate alınmıştır. Üretici fiyatı 12 TL, tüccar fiyatı 18 TL, Perakendeci fiyatı ise 25 TL'dir. Mutlak pazarlama marjı tüccar için 6TL, Perakendeci için 7 TL olup toplam marj ise 13TL'dir. Perakende fiyat içinde üretici payı %48 olarak bulunmuştur. Tüccar nispi marjı %33, perakendeci nispi marjı ise %28 bulunmuştur. İşletme sahipleri fiyatların düşüklüğü, depolama imkânlarının yetersizliği, taşıma maliyetlerinin yüksekliği, aracı sayısının azlığı, örgütlenme yetersizliği, işleme tesislerinin azlığı gibi pazarlama sorunlarının olduğunu belirtmişlerdir. Badem pazarlamada yaşanan sorunların çözülmesi durumunda üretim alanlarında artışlar olabileceği, fiyatların üretici düzeyinde makul düzeyde olması durumunda üretici gelirlerinin artacağı söylenebilir.</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/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, it was aimed to determine the marketing situation, marketing channels, marketing organization, marketing margins and marketing problems in almond production and to offer solutions. In Adıyaman province located in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. The main material of the research consists of almond producers, intermediaries and processing plants in Adıyaman province. The number of producers to be surveyed was determined using the "Simple Random Sampling Method". The research was conducted in Kâhta, Besni, Merkez, Gölbaşı districts of Adıyaman province in 2020. The classification process is carried out in crates and sacked. Tractors and trucks are used for the transportation of almonds. Producer, trader and retailer prices were taken into account in the calculation of marketing margin for in-shell almonds. Producer price is 12 TL, trader price is 18 TL and retailer price is 25 TL. The absolute marketing margin is 6 TL for the trader and 7 TL for the retailer and the total margin is 13 TL. The producer share in retail prices was found to be 48%. Merchant relative margin was 33% and retailer relative margin was 28%. Enterprise owners stated that there were marketing problems such as low prices, insufficient storage facilities, high transportation costs, low number of intermediaries, lack of organization, and lack of processing facilities. It can be said that if the problems in almond marketing are solved, there may be an increase in production areas, and if the prices are at a reasonable level at the producer level, producer incomes will increase.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Emre, İ., & Tapkı, N. (2024). Adıyaman ili badem üretiminde pazarlama yapısının analizi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 409-424. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1438518</p>

GİRİŞ

Badem (*Amygdalus communis* L.), Gülgiller (*Rosaceae*) familyasının *Prunus* cinsi içinde bulunan türlerden bir meyvedir. Meyvesi taze ve kuru olarak tüketilebilmektedir. Sert kabuklu bir meyve olup, Dünya’da geniş bir alanda üretimi yapılmaktadır (Karaat ve ark., 2021; Tursun ve ark., 2022). Kuzey yarım kürede 30-44, güney yarım kürede 20-40 enlem dereceleri arasında üretimi yaygınlaşmıştır (Tursun ve ark., 2022). Badem, zorlu koşullara uyum sağlama özelliği ve pazarda artan talep nedeniyle tüketici açısından cazip bir üründür. Son zamanlarda, özellikle GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesinde olmak üzere, ülke genelinde giderek daha fazla badem fidanlığı gözlemlenmektedir (Tursun ve ark.,2022). Badem meyvesi çerez olarak tüketiminin yanında; şekerleme, çikolata, pasta endüstrisinde, badem yağı, kozmetik ve ilaç sanayiinde yoğun olarak kullanılmaktadır (OGM, 2013; Aydoğdu &Şahin, 2020). Badem tohumu, protein, demir, kalsiyum ve yağ içermektedir. İnsan sağlığı için vitamin ve mineraller bakımından faydalıdır. Günlük tüketilen yarım çay bardağı badem, insanların günlük manganez ihtiyacının %45’ini, bakır ihtiyacının ise %20’sini sağlamaktadır. Diyetlerde tercih edilen ve sağlık açısından faydası olan bir bitkisel üründür (OGM, 2013; Aydoğdu & Şahin, 2020).

Türkiye’de badem üretim bölgeleri olarak Ege, Akdeniz, Batı Marmara ilk sıralarda yer alırken Güneydoğu Anadolu Bölgesi 4. Sırada yer almaktadır. Ege ve Akdeniz bölgeleri Türkiye’deki toplam badem üretiminin üçte ikisini karşılamaktadır. Badem yetiştiriciliği açısından en önemli bölge Ege bölgesi olup, bu bölgede yer alan Datça yarımadası üretimde oldukça önemlidir. Son zamanlarda Güneydoğu Anadolu Bölgesinde badem yetiştiricilik potansiyelini artırmak amacıyla standart çeşitler ile modern bahçe tesisleri kurulmaktadır (Şimşek & Gülsoy, 2017; Işgin & Ak, 2009; Tursun ve ark.,2022). Badem talebinin giderek artması sonucu, oluşan talebi karşılamak ithalatı azaltmak için devlet tarafından sertifikalı fidan, bozuk orman arazilerinin veya hazine arazilerinin tahsisi gibi birçok teşvik uygulanmaktadır. Bu sayede her yıl yeni kapama bahçelerinin tesis edilmesiyle birlikte kentte badem bahçesi alanları artarak devam etmektedir (Tursun ve ark., 2020).

Türkiye’nin badem üretimi 2023 yılı TÜİK verilerine göre üretim miktarı 190.000 ton ve dikim alanı 633.000 dekadır. Türkiye’de dikim alanı ve üretim miktarı bakımından Adıyaman ilinin de içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi ilk sırada gelmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 227 000 dekar dikim alanı ve 56 000 ton üretim miktarına sahiptir. 2023 yılı TÜİK verilerine göre Adıyaman ilinde badem üretim miktarı 33 827 ton, dikim alanı 108 750 dekadır (TÜİK, 2023).

Türkiye’de geliştirilen tarım politikaları ve üretim yöntemleri ile son yıllarda üretim ve ekim alanlarında artışlar kaydedilmiştir. Bu artış Adıyaman ilinde önemli bir düzeydedir. Adıyaman ilinde yapılan doğru tarım politikaları ve tarımsal destekler ile badem üretimi artırılmış ve bölgenin diğer tarım ürünleri üretimi ile kıyaslandığında dikim alanı ve üretimde önemli yere sahip olmuştur. Üretilen bademin pazarlanması noktasında üreticilerin uyguladıkları işlemleri belirlemek, pazarlama aşamasındaki mevcut durumu ortaya koymak için bir çalışma yapmak gereği duyulmuştur. Bu çalışmada; Adıyaman ilinde badem pazarlama organizasyonunun (pazarlama hizmetleri, pazarlama kanalları ve araçlar) ortaya konulması, pazarlama marjlarının hesaplanması, pazarlama sorunlarının belirlenerek, sektörün geliştirilmesi yönünde önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu araştırmanın ana materyalini Adıyaman ilinde badem üreticiliği yapan üreticiler, araçlar ve işleme tesisleri oluşturmaktadır. Veriler bireysel görüşme yöntemi ile elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan anket formları, önceki araştırmalarda kullanılan anket formları incelenerek araştırmanın amacına uygun biçimde hazırlanmıştır (Acar & Gül, 2015; Yazar, 2018). Anket çalışması Ocak-Nisan 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Üretici anket formunda, işletmelerin üretim yapılarını ortaya koyan, üretim tekniklerini belirleyen, pazarlama yapılarını,

pazarlama organizasyonunu, yaşadıkları sorunları öğrenmeye yönelik sorulara yer verilmiştir. Aracı anketinde ise bademin temin şekli, rekabet durumu, satış yerleri, satış şekli, alış ve satış fiyatı ve araçların faaliyet şekilleriyle ilgili sorular bulunmaktadır. Bademi işleyen işletmeler ile ilgili yapılan görüşmelerde işletmelerin gösterdikleri faaliyetler ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Yöntem

Örnek seçiminde kullanılan yöntem

Badem üreten işletmelerin seçiminde kullanılan yöntem

Adıyaman ilinde badem üretiminin en yoğun yapıldığı dört ilçe “Gayeli Örneklem Yöntemi” ile tespit edilmiştir. Bu ilçeler sırasıyla Kâhta, Besni, Merkez, Gölbaşı ilçeleridir. Bu dört ilçenin toplam üretim miktarı 14 866 ton (%96.10), dikim alanı 67 920 dekar’dır (%93.87) (TÜİK, 2019). Üretim miktarının yoğun olarak yapıldığı bu ilçeler araştırma alanı olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu 4 ilçeye ait olan köyler Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verileri kullanılarak tespit edilmiş ve bu köylerden araştırma kapsamına alınacak üretici sayısının belirlenmesinde “Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi” kullanılmıştır (Doğantimur, 2018).

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{N \cdot d^2 + z^2 \cdot p \cdot q} \quad (3.1)$$

Formüle göre; n: Örnek hacmi, N: Anakitle (üretici sayısı, 2 347 olarak belirlenmiştir.), z: 1.64 (%90 güven düzeyine karşılık gelen standart z- değeridir.), p: İncelenen konuyla ilgili ön bilgi veya tahmine dayalı olarak belirli bir özelliğe sahip ana kitle oranını, q: İlgili özelliğe sahip olmayan ana kitle oranını(1-p), d: Kabul edilen hata tolerans düzeyini (bu araştırmada hata payı artırıksız olarak %10 olarak kabul edilmiştir) temsil etmektedir. Çalışmada örneklem büyüklüğü %90 güven düzeyinde, %10 hata payıyla 65 olarak hesaplanmış ve 70 işletme ile anket çalışması yapılmıştır. Araştırma kapsamına alınan işletmeler badem alanı büyüklüğüne göre üç gruba ayrılarak incelenmiştir. Birinci grup işletmeler 0-20 dekar, ikinci grup işletmeler 21-50 dekar, üçüncü grup işletmeler ise 51 dekar ve daha büyük dikim alanı olan işletmelerdir. Birinci grup işletme sayısı 14, ikinci grup işletme sayısı 36, üçüncü grup işletme sayısı 20’dir. Araştırma bölgesinde 70 adet üretici, 4 adet aracı ve 2 adet işleyici firma ile olmak üzere toplam 76 adet bireysel görüşme yapılmıştır. Sayısal değişkenler normal dağılım göstermediğinden parametrik olmayan testlerden olan Kruskal–Wallis testi yapılarak bazı değişkenler ve işletme grupları arasında ilişki olup olmadığı analiz edilmiştir.

Araçların seçiminde kullanılan örneklem yöntemi

Araştırma alanında toplam aracı sayısı bilinmediğinden, badem üreten işletme sahiplerinin bilgilerinden yararlanılmış ve araçlara ulaşabilmek için kartopu örneklem yöntemi kullanılmıştır. İsminden anlaşılacağı üzere, kartopu gibi gelişen bu yöntem örneklemin aşamalı olarak büyütülmesini ifade eder (Karabey, 2021). Bu yöntem doğrultusunda dört adet aracı ve 2 işleyici firma ile bireysel görüşme yapılarak elde ettiğimiz bilgiler yorumlanmıştır. Verilerin analizinde IBM SPSS programı kullanılmış, tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Ayrıca veriler çapraz tablolama ile karşılaştırılarak yüzde hesaplamalarla değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

Pazarlama organizasyonunun etkinliği

Araştırmada pazarlama organizasyonunun etkinliğinin belirlenmesinde fonksiyonel ve kurumsal yaklaşımdan yararlanılmıştır. Fonksiyonel Yaklaşım: Ürünlerin, üreticiden tüketiciye akması sırasında yapılan hizmetlere göre pazarlama organizasyonunun incelenmesidir (İnan, 2006). Bu hizmetler; değişim, fiziksel fonksiyonlar ve pazarlama fonksiyonları olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (İnan, 2006). Değişim (Mübadele): Fiyat oluşumu, alış ve satış. Fiziksel fonksiyonlar: Toplama, taşıma, depolama, stoklama. Pazarlama fonksiyonları: Derecelendirme, bilgi sağlama, risk alma vb. fonksiyonlardır (Yurdakul, 2014). Kurumsal Yaklaşım: Pazarlamada görev yapan şahıs ya da işletmelerin faaliyetlerinin incelendiği bir yaklaşım şeklidir (İnan, 2006).

Pazarlama marjının hesaplanması

Pazarlama marjı, aracılardan istemiş oldukları fiyatları göstermektedir. Üreticiler ve tüketici arasında ürünün fiyatının uğradığı değişimleri ortaya koymaktadır. Mutlak marj ve nispi marj olarak hesaplanmaktadır. Mutlak pazarlama marjı tüketicinin ürünü satın aldığı fiyat ile üreticinin üretmiş olduğu ürüne biçmiş olduğu fiyat arasındaki farktır. Nispi marj tüketicinin ürüne ödemiş olduğu fiyatın araçlara oransal olarak ne kadarının gittiğinin göstergesidir. Pazarlama faaliyetinin tüm safhalarında bir marj meydana gelmekte ve o aşamanın adıyla ifade edilmektedir. Örneğin: Toplayıcı marjı, perakendeci marjı gibi (İnan, 2016).

BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen işletmelerin bazı demografik özellikleri incelenmiştir. İşletme sahiplerinin ortalama yaşı 45.59, aile birey sayıları 6.33, tarımsal üretimde deneyim süreleri 26.43, badem üretiminde deneyim süreleri ise ortalama 9.80 olarak hesaplanmıştır. Badem üretiminde deneyim süreleri birinci grup işletmelerde 7.64, ikinci grup işletmelerde 10.33, üçüncü grup işletmelerde ise 10.35 yıldır. İşletme sahiplerinin 37'si lise (%52.86), 8'i üniversite (11.43), 7'si ön lisans (%10.00), 7'si ilkokul (%10.00), 6'sı ortaokul (%8.57) mezunu olup, 5'i ise okuryazardır (%7.14). İşletme genişlik gurupları ile işletme aile birey sayıları ($p=0.019$) ve badem üretiminde deneyim yılları ($p=0,030$) arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmuştur. Ukav ve ark. (2021) Adıyaman ilinde yaptıkları çalışmada üreticilerin ortalama yaşlarını 47.7 olarak hesaplamış, işletmeleri badem yetiştiren ve yetiştirmeyen olmak üzere ikiye ayırmış ve badem yetiştiren işletmelerde ortalama işletmecilerin yaşını 48.8 ve yetiştirmeyen işletmecilerin ise 46 olarak hesaplamışlardır, işletmecilerde aile büyüklüğü ise ortalama 6.8 kişi olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin tarımsal üretim deneyim süreleri ortalama 16.2 yıldır. Bu süre badem yetiştiren üreticilerde 16.7 yıl iken, yetiştirmeyen üreticilerde 15.5 yıl olarak hesaplanmıştır. İki çalışma kıyaslandığında; işletmecilerin yaşları, aile üyeleri sayıları ve deneyim yılları arasında yakınlık olduğu görülmektedir. Badem üretiminde deneyim süreleri birinci grup işletmelerde 7.64, ikinci grup işletmelerde 10.33, üçüncü grup işletmelerde ise 10.35 yıldır. İşletme sahiplerinin 37'si lise (%52.86), 8'i üniversite (11.43), 7'si ön lisans (%10.00), 7'si ilkokul (%10.00), 6'sı ortaokul (%8.57) mezunu olup, 5'i ise okuryazardır (%7.14).

İşletmelerde dikim alanı büyüklükleri

İncelenen işletmelerde badem alanı büyüklükleri ile işletme grupları arasında yapılan karşılaştırmada birinci grup işletmelerde ortalama arazi büyüklüğü 13.64 dekar, ikinci grup işletmelerde 34.17 dekar ve üçüncü grup işletmelerde ise 108.65 dekar olarak belirlenmiştir. İşletme gruplarının ortalama büyüklüğü ise 51.34 dekar olarak hesaplanmıştır. Badem alanları büyüklüğü ile ilgili olarak yapılan gruplandırma ve işletmelerin genel özellikleri arasında farklılık olup olmadığı Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiş olup, badem parsel sayısı ($p=0,000$), toplam arazi büyüklükleri ($p=0,000$) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

İşletmelerde arazi mülkiyet durumu

İncelenen işletmelerde badem üretimi yapılan arazilerin hepsi mülk araziler olup kiraya tutulan ya da ortaklıkla işlenen arazi bulunmamaktadır. İşletmelerde ortalama sulu badem alanı 37.40 dekar, kuru badem alanı ise 13.94 dekar. Birinci grup işletmelerde sulu badem alanı ortalama 5.64 dekar, ikinci grup işletmelerde 27.56 dekar, üçüncü grup işletmelerde ise 77.35 dekar. Kuru badem alanı birinci grup işletmelerde ortalama 8 dekar, ikinci grup işletmelerde ortalama 6.61 dekar, üçüncü grup işletmelerde ise 31.30 dekar. İşletmelerde badem üretimi dışında nar, ceviz, zeytin, fıstık üretimleri de yapılmaktadır. Ana ürün badem olmakla birlikte bunun yanında belirtilen ürünlerde üretilmektedir. Yazar, 2018 yılında Doğu Akdeniz Bölgesinde yaptığı çalışmada, ortalama badem alanı genişliğini toplam arazi genişliği içerisinde %72.74 olarak belirlemiştir. Bu çalışmada toplama arazi içinde

badem alanının yeri %68.48 olarak bulunmuştur. Toplam arazi büyüklüğü içinde badem dikim alanının genişliği bakımından işletmeler benzerlik göstermektedir.

Adıyaman ilinde bademin değerlendirilmesi

İncelenen işletmelerde toplam 70 işletmede hasat edilen badem miktarı 1 122 300 kg olarak hesaplanmıştır. Bu miktarın toplam 1 099 570 kg'ı kabuklu olarak satışa sunulmakta 10 840 kg'ı aile tüketiminde kullanılmakta, 11 890 kg'ı ise işçilere verilmektedir. Üretilen bademin toplamda %97.97'lik kısmı satılmakta, %0.96'sı aile tüketiminde kullanılmakta, %1.06'si ise işçilere verilmektedir. İşletmelerde üretilen bademin tamamının kabuklu olarak hasat edildiği ve satıldığı görülmektedir. Hasat edilen bademin evde tüketim, işçilere verilen ve satılan olmak üzere üç şekilde değerlendirildiği görülmektedir. Birinci grup işletmelerde üretilen badem, ortalama 3 615 kg olup 25 kg'ı aile tüketimi için ayrılmaktadır. İşçilere verilen miktar birinci grup işletmelerde ortalama 15 kg ve satışa sunulan miktar ise ortalama 3 575 kg'dır. İkinci grup işletmelerde evde tüketim miktar ortalama 120 kg, işçilere verilen miktar 156 kg, satılan miktar ise ortalama 11 061 kg'dır. Üçüncü grup işletmelerde ise aile tüketimi için ayrılan miktar yılda ortalama 307 kg, işçilere verilen miktar 307 kg, satılan badem miktarı ise 32 565 kg'dır. Kabuklu bademin satış fiyatı birinci grup işletmelerde 14.79 TL, ikinci grup işletmelerde 14.81 TL ve üçüncü grup işletmelerde ise 15.20 TL'dir. İşletmeler ortalamasına göre kabuklu bademin ortalama satış fiyatı ise 14.91 TL'dir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Badem üretici satış fiyatı

Table 1. Almond producer sale price

İşletme Grupları	Kabuklu Badem üretim miktarı (kg)	Kabuklu badem satış fiyatı(TL kg ⁻¹)
I	3.615	14.79
II	11.337	14.81
II	33.179	15.20
Ortalama	16.032	14.91

İncelenen işletmelerde badem satışının Ağustos ayında başladığı belirlenmiş olup satışlar Kasım ayına kadar devam etmektedir. İşletmelerin 12'si Ağustos ayında, 37'si Eylül ayında, 9'u Ekim ayında, 12'si ise Kasım ayında badem satışlarını yaptıklarını ifade etmiştir. İşletmelerin hepsinde kabuklu bademler işletme içinde teslim edilmektedir. İncelenen işletmelerde badem alımını tüccarlar, fabrikalar, ihracatçılar, badem işleme tesisleri yapmaktadır. Ürün bedelleri üreticiye peşin olarak ödenmektedir. Bademlerin taşınmasında taşıma materyali olarak tüm işletmelerde çuvallar kullanılmaktadır. İşletmelerin %44.28'i ürünlerini toplayıcı tüccarlara verirken, %22.86'sı fabrikalara satış yapmaktadır. İşletmelerin %12.86'sı ihracatçılara, %20.00'si badem işleme tesislerine satış yapmaktadır. Birinci grup işletmelerin %28.57'si, ikinci grup işletmelerin %41.67'si, üçüncü grup işletmelerin ise %60'ı tüccarlara ürünlerini verdiklerini belirtmiştir. Birinci grup işletmelerin %35.71'i, ikinci grup işletmelerin %25'i, üçüncü grup işletmelerin ise %10'u fabrikalara ürün satmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Badem satış durumu

Table 2. Almond sale care

	İşletme Grupları							
	I		II		III		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Tüccar	4	28.57	15	41.67	12	60.00	31	44.28
Fabrika	5	35.71	9	25.00	2	10.00	16	22.86
İhracatçı	3	21.42	4	11.11	2	10.00	9	12.86
Badem işleme tesisi	2	14.30	8	22.22	4	20.00	14	20.00
Toplam	14	100.00	36	100.00	20	100.00	70	100.00

Badem fiyatı belirleme durumu

İşletme sahiplerine ürün fiyatını nereden öğrendikleri sorulmuştur. İşletme sahiplerinin 47'si yakın çevresinden (%67.14), 11'i toplayıcıdan (%15.71), 12'si ise Kâhta Badem Birliğinden (%17.15) öğrendiklerini ifade etmiştir. Birinci grup işletmelerin 2'si ikinci grup işletmelerin 26'sı üçüncü grup işletmelerin ise 19'u arkadaş ve tanıdıklarından öğrendiklerini, birinci grup işletmelerinin 4'ü ikinci grup işletmelerin 7'si toplayıcılardan öğrendiklerini, birinci grup işletmelerin 8'i ikinci grup işletmelerin 3'ü üçüncü grup işletmelerin ise 1 tanesi Kâhta badem birliğinden pazar fiyatı öğrendiklerini beyan etmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İşletmelerin pazar fiyatını öğrenme durumu

Table 3. Market price learning care of enterprises

Pazar fiyatını nereden öğreniyorsunuz	İşletme Grupları							
	I		II		III		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Arkadaş ve tanıdıklardan	2	14.29	26	72.22	19	95.00	47	67.14
Toplayıcılardan	4	28.57	7	19.45	0	0	11	15.71
Kahta badem birliğinden	8	57.14	3	8.33	1	5.00	12	17.15
Toplam	14	100.00	36	100.00	20	100.00	70	100.00

İncelenen işletmelerde kabuklu bademi satışına nasıl karar verirsiniz sorusuna 51 işletme sahibi önce pazar fiyatını öğrenirim sonra en yüksek fiyatı verene satarım (%72.86), 11 işletme sahibi alıcı ile pazarlık ederim sonra satarım (%15.71), 8 işletme sahibi ise güven duyduğum alıcıya satarım (%11.42) cevabını vermiştir. Birinci grup işletmelerden 3'ü, ikinci grup işletmelerden 30'u ve üçüncü grup işletmelerden 18'i önce pazar fiyatını öğrenirim sonra en yüksek fiyatı verene satarım. Alıcı ile pazarlık ederim diyen birinci grup işletme sayısı 4, ikinci grup işletme sayısı 5 ve üçüncü grup işletme sayısı 2'dir. Güven duyduğum alıcıya satarım diyen birinci grup işletme sayısı 7, ikinci grup işletme sayısı 1'dir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İşletmelerde satış fiyatını belirleme durumu

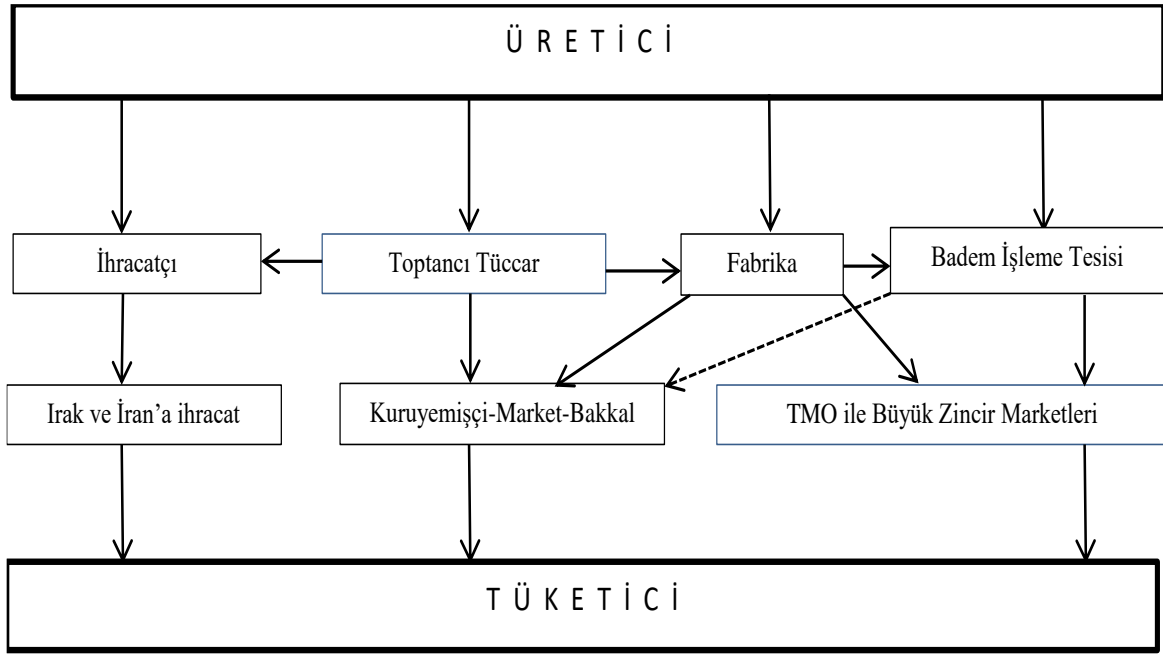
Table 4. The situation of determining the sales price in enterprises

Satış fiyatını belirleme durumu	İşletme Grupları							
	I		II		III		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Pazardaki fiyatı öğrenirim ve en yüksek fiyatı veren alıcıya satarım	3	21.43	30	83.33	18	90.00	51	72.86
Alıcı ile pazarlık ederim	4	28.57	5	13.89	2	10.00	11	15.71
Güven duyduğum kişiye satarım	7	50.00	1	2.78	0	0.00	8	11.43
Toplam	14	100.00	36	100.00	20	100.00	70	100.00

İşletmelere ürün bedellerini nasıl alırsınız sorusu yöneltilmiş olup, işletme sahiplerinin 62'si peşin, 8'i vadeli olarak aldıklarını belirtmiştir. Birinci grup işletmelerden 7, ikinci grup işletmelerden ise 1 işletme vadeli olarak ve 2 ayda ürün bedellerini aldıklarını belirtirken üçüncü grup işletmelerin hepsi peşin olarak aldıklarını söylemişlerdir. İşletme sahiplerinin badem pazarlaması yaparken rekabet yaşıyor musunuz? Sorusuna işletme sahiplerinin 7'si yaşadığını, 63'ü ise yaşanmadığını söylemiştir. Yaşandığını söyleyen işletme sahiplerinin 4'ü birinci grup, 3'ü ikinci grup işletmelerdir. Badem fiyatının belirlenmesinde etkili olan en önemli faktörlerin ise ürün kalitesi (%92.85), ödeme zamanı (%7.14) olduğu işletmecilerce belirtilmiştir. İşletmelere bademde ürün kalitesini belirleyen en önemli unsurların ne olduğu sorusu yöneltilmiştir. 55 işletme sahibi iç randıman kalitesinin (%78.57) çok önemli olduğunu belirtirken, 15 işletme sahibi ise iç randıman kalitesi yanında renk ve ebadının da çok önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Yazar (2018), çalışmasında bademin ürün fiyatı oluşumunda en önemli faktörün ürün kalitesi olduğunu (%72,22), diğer faktörün ise üretim miktarı (%27,78) olduğunu ifade etmiştir. İşletme sahiplerine hasattan sonra bademi satın almak üzere kaç alıcı geldiği ile ilgili bir soru yöneltilmiştir İşletme sahiplerinin 5 tanesi bir-iki alıcı geldiğini (%7.14), 12 tanesi üç-dört alıcı geldiğini (%17.14) ve 53 tanesi (%75.71) ise hasat döneminde ürünlerini satın almak üzere dört ile altı arasında alıcının geldiğini ifade etmişlerdir.

Badem pazarlama kanalları

Adıyaman ilinde üretilen bademler Şekil 1.'de belirtilen çeşitli kanallardan geçerek tüketiciye ulaşır.



Şekil 1. Adiyaman ili badem pazarlama kanalları

Figure 1. Almond marketing channels in Adiyaman province

İhracatçılar, toptancılar, fabrikalar ve badem işleme tesisleri ürünü üreticiden satın alan araçlardır. Badem hasattan sonra belirli saklama koşulları ile uzun süre saklanmaktadır. Adiyaman ilinde üreticiler tarafından üretilen bademler Gaziantep ve Mersin illerinden gelen araçlar tarafından ve Kahta ilçesinde bulunan Tarım Kredi Kooperatifi tarafından alınmaktadır. Üreticiler tarafından kurulan Kâhta Badem Birliği ise üyelerinin bademlerinin pazarlanmasında ve satışında öncülük etmektedir. Hasat sonrasında badem kabuklu olarak veya kırım tesislerinde kabuklarından ayrılarak kabuksuz olarak da satışa sunulmaktadır. Adiyaman ilinde bulunan üreticiler bademi kabuklu olarak satışa sunmayı tercih etmektedirler. Adiyaman ilinde organize sanayi bölgesinde hem kırım kavlama tesisi olarak hem de badem ürünleri (badem şekeri, badem lokumu vb.) üretmek amacıyla tesisler bulunmaktadır. Bu sanayi bölgesinde yapılan görüşmelerde, badem ürünlerinin yurt içi piyasaya pazarlandığı gözlemlenmiştir. Bölgede bulunan yerel kuruyemiş firmaları ise üreticiden aldıkları bademleri hem kabuklu hem de kabuksuz olarak satışa sunmaktadır. Abdul Khaliq ve Boz (2021), Afganistan'ın Samangan ve Balkh şehirlerinde badem pazarlama yapısı ve fırsatlarını inceledikleri çalışmalarında ürünlerin üreticiler tarafından araçlar vasıtasıyla satıldığını bu araçların ise toptancılar, perakendeciler, işleyiciler, ihracatçılar ve diğer araçlardan oluştuğunu ifade etmişlerdir. Yazar (2018) Doğu Akdeniz bölgesinde yapmış olduğu badem üretimi ve pazarlama yapısı konulu çalışmada üreticilerin badem ürünü satışında toplayıcı tüccarların, tüccarların, perakendecilerin etkili olduğunu belirlemiş ve toplayıcı tüccarların etkisinin yüksek olduğunu ifade etmiştir. Araştırmalar ile yapılan çalışma sonuçları kıyaslandığında benzer araçların üreticilerden ürünleri aldığı tespit edilmiştir.

Araçlar

Toprak Mahsulleri Ofisi ülkemizde sert kabuklu meyveler, kuru bakliyatlar ve kuru gıdaları halktan toplamak adına ilk olarak 13 Temmuz 1938 yılında kurulmuştur. Kurum, geçmişten günümüze çiftçinin ve üreticinin elinde bulunan hasat mahsullerini belirli bir fiyat karşılığında alarak üreticiyi desteklemek ve tüketiciye kaliteli ürün sunmayı amaçlamıştır. Ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi sert kabuklu meyve üretiminde çok büyük bir paya sahiptir. Bölgede fıstık, badem ve diğer kabuklu meyvelerin üretimi yapılmaktadır. Üretilen ürünleri, üreticilerin belirli bir kar marjında satmaları gerekmektedir. Bu nedenle üreticiler ürünlerini daha hızlı ve daha yüksek fiyatlardan satmak adına komisyoncular, tüccarlar, kooperatifler gibi ürün alan yerlere başvurumaktadırlar. Komisyoncular belirli bir

ücret karşılığı üreticiden ürünleri alarak işleme tesislerini veya fabrikalara satışını yapan kimselere denmektedir. Tüccarlar ise üreticiden ürünü alarak direk piyasaya sunmaktadır.

Tüccarlar

Badem satışında arz ve talebe göre fiyat belirlenmektedir. Badem üretim miktarı ve bademe olan talep badem fiyatını belirleyen faktörlerdir. Tüccarlar badem fiyatı belirlendikten sonra üreticilere önceden belirledikleri fiyat tekliflerini sunarak badem alımı yaparlar. Üretici ile tüketici arasında etkin bir rol alırlar. Üretilen ürünün fabrikaya, ihracatçılara ve kuruyemiş şirketlerine ulaşmasında tüccarlar etkin bir rol oynar.

Kabuklu badem işleme tesisleri

Araştırma alanında 2 tane işletme bulunmaktadır. Bu tesisler Adıyaman ilinin Kâhta ilçesinde faaliyet göstermektedir. Bunlardan birincisi Kâhta ilçesindeki Organize Sanayi Bölgesinde 2018 yılında faaliyete geçen Kâhta Tarım Kredi Kooperatifi, 5 400 metrekaresi kapalı, 16 000 metrekare alana sahip badem ve fıstık işleme tesisinde günlük 10-15 ton badem, 5-6 ton Antep fıstığı kırımı yapılmaktadır. Burada kırılan bademler ve fıstıklar paketlenerek Tarım Kredi Kooperatifi marketlerindeki yerlerini almaktadır. Ürünün fazla olması ve talep görmesi halinde başka marketlere de gönderilmektedir. Burada 45 işçi çalışmaktadır. Kâhta badem birliği ikinci tesis olarak 2014 yılında 16 kurucu üye ile Kâhta ilçesinde kurulmuştur. 2015 yılı sonunda 102 üyeye, 2019 yılında üye sayısı 180'e ulaşmış ve 37 000 da dikili alana ulaşmıştır. Badem birliğinin kuruluş amacı üreticileri bilinçlendirmek, ekili alan miktarı artırmak ve iş istihdamı oluşturmaktadır. Üyelerine badem pazarlama konusunda rehberlik etmektedir.

Kuruyemişçiler

Adıyaman ilinde badem pazarlaması konusunda kuruyemişçiler önemli yer tutmaktadır. Direk üreticiden veya tüccardan alınan kabuksuz badem kavurulduktan sonra doğrudan perakendecilere oradan da tüketicilere ulaştırılmaktadır.

Fabrikalar

Adıyaman il merkezinde ve Kâhta ilçesi organize sanayi bölgesinde şekerleme ve lokum fabrikaları üreticiden aldıkları bademleri badem şekeri, bademli lokum ve çikolata gibi çeşitli ürünlere dönüştürülmektedir. Fabrikalar üretimini yaptıkları ürünleri market ve bakkallara satışı yaptıklarını beyan etmişlerdir.

İhracatçılar

Mersin, Manisa, İzmir ve Gaziantep ilinden gelen bazı araçlar ile yapılan anketlerde Adıyaman ilinden bademi alımını yaparak ihraç ettiklerini beyan etmişlerdir. İhracatçılar badem alımını direk üreticilerden ya da tüccarlardan almaktadırlar. İhracatın yapıldığı ülkeler sırasıyla İran, Irak, Suudi Arabistan, Rusya, Libya gibi ülkelerdir.

Toptancılar

Adıyaman ilinde Mersin, Gaziantep illerinden gelen toptancılar direk üreticiden veya tüccardan anlaşma yaparak randıman oranı üzerinden bademi arazide veya depolama yapmışsa depodan nakliyesini yaparak ürün almaktadırlar. Toptancıda aldığı bademi ya fabrikalara (çikolata badem fabrikalarına) ya da kuruyemişçiler üzerinden perakendeciler aracılığıyla tüketicilere ulaştırdıklarını ifade etmişlerdir.

Pazarlama organizasyonunun etkinliğinin değerlendirilmesi

Pazarlama hizmetleri

Toplama

Toplama hizmetinin etkin olarak yapılması başlıca dört faktöre bağlıdır. Birincisi tarım işletmelerinin pazarla olan yol bağlantısı, ikincisi pazara olan uzaklık, üçüncüsü işletme başına arz edilen ürün, dördüncüsü ise nakliye kullanılan araçların varlığı ve bulunabilir olmasıdır (Emeksiz, 1994). Araştırma kapsamına alınan yerlerde yol bağlantısı ile ilgili bir soruna rastlanmamıştır. Yolların iyi durumda olduğu görülmektedir. İkincisi pazara olan uzaklıktır. Pazara uzaklık ve ürünün toplanması açısından herhangi bir etkinlik azaltıcı durum bulunmamaktadır. Üçüncüsü işletme başına arz miktarı olup işletmeler ürünlerin büyük bölümünü pazara arz etmektedir. Yani toplanan ürün açısından tüccarı zora sokacak bir durum bulunmamaktadır. Dördüncüsü ise nakliye işlemi olup bu sırada faaliyeti kısıtlayan bir durum bulunmamaktadır. Yazar (2018), çalışmasında badem üreticilerinin, ürünün tamamını üreticinin işletmesinde teslim ettiğini belirlemiştir. Çalışmada toplama hizmeti sırasında etkinliği azaltacak bir durum olmadığını ifade etmiştir.

Adıyaman ilinde Ağustos ayı içerisinde hasat başlamaktadır. Büyük ölçekli üreticiler hasadı makine ile yapmakta, küçük ölçekli bazı işletmeler ise silme yöntemi ile bademi topladıklarını ifade etmişlerdir. Badem üretiminde hasat işlemi sırasında kayıp oranı makine ile toplanırsa kayıp az, sırik ile silme yöntemi ile toplama yapıldığında ise %2 ile %5 oranında ürün kaybı yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Badem üreticileri hasat ile ilgili olarak işçi maliyetlerinin yüksekliğinden yakınmaktadırlar.

Dereceleme ve sınıflandırma

Üretim işlemi tamamlanan bademler büyüklüklerine göre sınıflandırılır. Bademleri büyüklüklerine göre ayırmak için elekten geçirilir. Elekten geçirilen bademler sonra tüm veya işlenmiş bir şekilde satılmaktadır. Badem sınıflandırma işleminde diğer bir konu kırık ve rengi bozuk olan bademler sınıflandırılmamaktadır. Bu bademler farklı amaçlarda değerlendirilmektedir. Badem içleri tuzlayıcılarca badem yağında kavurulur. Kavurulan bademler tuzlanıp baharatlandıktan sonra (isteğe göre çeşitli baharatlar eklendikten sonra) satışı sunulmaktadırlar (Atlı, 2008).

Adıyaman ilinde büyük ölçekli üreticiler bademi derecelendirdiklerini, küçük ölçekli işletmeler ise randıman oranı ile satış yaptıklarını ifade etmişlerdir. İşletme sahiplerine badem satışından önce derecelendirme yapıp yapmadıkları sorulmuştur. 70 işletmeden sadece 2 işletme sahibinin derecelendirme yaptığı belirlenmiştir. İncelenen işletmelerin hepsinde badem sınıflandırılmasının badem randıman oranı ile rengi, büyüklüğüne göre yapılmakta olduğu görülmüştür. Sınıflandırma işlemi tarlada ayrı ayrı kasalarda yapıp çuvallanmaktadır. Bu işlemler sırasında etkinliği azaltan bir unsura rastlanmamıştır.

Taşıma

İncelenen işletmeciler bademin işletmeden taşınmasında traktör ve kamyon kullanıldığını belirtmişlerdir. İşletme sahiplerinin %42.86'sı traktör, %57.14'ü ise kamyon kullanıldığını ifade etmiştir. Birinci grup işletmelerde traktör kullanımı daha yoğunken (%71.43), ikinci grup işletmelerde ikisi de eşit oranda kullanılmaktadır (%50.00). Üçüncü grup işletmelerde ise traktör %42.86, kamyon ise %57.14 oranında kullanılan taşıma aracıdır. İncelenen işletmelerde işletme sahiplerine nakliye aracının kime ait olduğu sorusu yöneltildiğinde 58'i (%82.85) kendilerine ait olmadığını, 12'si (%17.14) ise kendi araçları ile taşıma yaptıklarını belirtmiştir. Birinci grup işletmelerin 5, ikinci grup işletmelerin 6 üçüncü grup işletmelerin ise bir tanesinin kendi aracı ile taşıma yaptığı belirlenmiştir. İşletme sahiplerine pazara uzaklıklarının ortalama ne kadar olduğu sorusu yöneltilmiş olup, birinci grup işletmeler 66.79 km, ikinci grup işletmeler 41.86 km, üçüncü grup işletmeler ise ortalama 32.00 km olduğunu belirtmişlerdir. İşletmeler ortalamasına göre uzaklık mesafesi 44.03 km olarak belirlenmiştir. Badem taşıma konusunda mesafe dışında

etkinliği azaltan bir unsur olmadığını belirtmişlerdir. Abdul Khaliq ve Boz (2021), ürünlerin üretim noktasından tüketim noktasına araçlarla, çekçekle ve diğer taşımacılık yöntemleriyle yapıldığını ifade etmişlerdir.

Depolama

Adıyaman'da badem üreticileri kavlama ve kurutma işlemi tamamlanan sert kabuklu bademleri kabuklu olarak 0-6 ay arasında depolama işlemi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Badem depolarının serin, kuru, havalı ortamlar olması gerektiğini, kasalar ile çuval içerisinde depolama yaptıklarını ifade etmişlerdir. Adıyaman ilinde depolama imkânının oldukça zayıf olduğu gözlenmiş, sadece badem fiyat politikası oluşana kadar depolama yapıldığı görülmüştür. İşletme sahiplerinin 65 tanesi depolama imkânına sahip olmadıklarını, 5 tanesi ise depolama yapmadan sattıklarını ifade etmişlerdir. Bu 5 işletme sahibi her yıl düzenli olarak depolama yaptıklarını belirtmişlerdir. İkinci grup işletmelerden dört işletme, üçüncü grup işletmelerden bir işletme depolama yaptıklarını belirtmiştir. İkinci grup işletmelerden bir tanesi 4 000 kg, iki tanesi 7 500 kg, bir tanesi ise 14 000 kg depolama imkânı olduğunu belirtirken üçüncü grup işletmelerden bir tanesi ise 5 000 kg bademi depoladığını belirtmiştir. İşletme sahiplerine depolama işleminde nelere dikkat edersiniz sorusu yöneltilmiştir. Çuvallama işlemine ve sıcaklığa dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Girdi maliyetlerinin yüksekliğinden dolayı depolama sürecinin fiyat politikasına dayandığını (0-6 Ay) arasında depolama yapıldığı gözlemlenmiştir. Depolama yapan işletmelerde etkinliği azaltıcı bir unsura rastlanmamıştır.

İşleme (Kavlama)

Badem meyvesi hasat edildikten sonra bir dizi işlemle geçerek tüketiciye ulaşmaktadır. Bademde silme işlemi tamamlandıktan sonra yere serili olarak yada çuvalar içinde fazla bekletilmez. Bekletilmesi bademin kurtlanmasına veya içinin koyu renge dönüşmesine sebep olur. Badem meyvesi kavlama adı verilen sert kabuklu meyveyi kabuğundan ayırma işlemine tabi tutulur. Bu sayede bademler yeşil kabuklarından ayrılmaktadır (Atlı, 2008). Adıyaman ilinde Ağustos ayı içerisinde (kavlama olduğundan) hasat başlamaktadır. Badem meyvesi yeşil kabuklarından ayrıldıktan sonra meyvenin nem oranını düşürmek için güneşte kurutulur. Bademler 4-5 gün ince bir şekilde serilir ve sık sık karıştırılarak nem oranının % 65-75 civarına düşmesi sağlanır (Atlı, 2008). İşletme sahiplerine bademi hasat sonrası satmadan önce tarlada herhangi bir işlem yapıp yapmadıkları sorulmuştur. Bademi hasattan sonra güneşte kuruttukları, çer çöp ayıklama işlemi uyguladıkları, daha sonra kasa ve çuvalarla ürünlerin temiz bir şekilde hasadını yaptıklarını ifade etmişlerdir. İşletme sahipleri araçların bu duruma çok dikkat etmediğini belirtmiş ve genelde ürün satışının randıman oranı üzerinden yapıldığını ifade etmişlerdir. İşleme sırasında etkinliği azaltan herhangi bir unsura rastlanmamıştır.

Kırma

Adıyaman ili genelinde badem üretimi yapan üreticiler kavlama ve kurutma işlemi tamamlanan bademi derecelendirme işleminin yapılması için sert kabuğundan ayırmak için kırma işlemi elle veya makineler ile yaptıklarını ifade etmişlerdir. Kabuklu bademler elle veya makinada kırıldıktan sonra içleri çıkarılır. Bu işlem tamamlandıktan sonra bademler sınıflandırılır. Bademler kabuklarından ayrıldıktan sonra kabuklu bademler gibi uzun süre depolama (renk bozulması ve bayatlama olduğundan) yapamadıklarını ifade etmişlerdir.

Paketleme ve ambalajlama

Adıyaman ilinde badem meyvesi kavlama ve kurutma işlemleri tamamlandıktan sonra iki şekilde paketleme yapılmaktadır. Birinci paketleme yöntemi kabuklu olarak çuvalarda paketleme yapılmaktadır. İkincisi iç badem olarak ambalajlarda paketleme yapılmaktadır. İç olarak paketlenen bademler 100, 250, 500 gr'lık olarak paketlenmektedir. Kabuklu olarak paketlenen bademler ise 100 ila 1 000 kg'lık çuvalarda paketlenmektedir. Üreticinin, müşteri profiline veya taleplere göre kabuklu ya da kabuksuz paketleme yapmaya karar vermesi

gerekmektedir. Paketleme işlemi yapılırken metal bir detektör olması gerekmektedir. Ambalajlar metal detektörlerle kontrol edilerek içerisinde çapak, iğne, vb. metal malzemelerin olup olmadığı kontrol edilir. Paketleme sırasında etkinliği azaltacak herhangi bir duruma rastlanılmamıştır.

Pazarın saydamlığı

Pazarın saydamlığı, pazarda bulunanların her türlü pazar bilgisine ulaşabilmeleri anlamına gelmektedir. İncelenen işletmelerde pazarlama organizasyonunun pazarın saydamlığı açısından etkinliğinin yeterli olmadığı ortaya çıkmaktadır. Pazarın saydamlığı ile ilgili ortaya çıkan sorunlar ancak pazar bilgilerinin pazarlama işlemlerine tam katılımı sağlanması ile mümkün olacaktır. İşletme sahiplerinin pazar bilgilerini nereden öğrendikleri sorulmuş olup, işletmelerin %67.14'ü Kahta Badem birliğinden, %15.71'i tüccardan, %17.14'ü ise arkadaş ve tanıdıklardan öğrendiklerini belirtmiştir. Birinci grup işletmelerin %14.29'u ikinci grup işletmelerin %72.22'si, üçüncü grup işletmelerin %95'i Kahta Badem birliğinden pazar bilgilerini almaktadır.

Rekabet

Rekabet olgusunun giderek daha da belirginleştiği piyasalarda, işletmelerin varlıklarını sürdürebilmelerinin esas koşulu, değişim olgusunu zamanında tam olarak anlamaya ve buna uygun stratejiler geliştirmeye bağlıdır. Değişen müşteri yapısının olduğu bir ortamda, işletmeler ciddi anlamda yeniden yapılanmak ve müşterilerine yönelik davranışlarını yeniden gözden geçirmek zorunda kalmıştır (Tekin & Çiçek, 2005). Farklılaşan rekabet anlayışı, üretim üstünlüğü ile başlamış, maliyet, kalite ve hız üstünlüğü ile gelişmiş ve günümüzde hizmet üstünlüğü ile daha belirginleşmiştir. Rekabet, işletme ve tüketicilerin devamlılığının sürmesi açısından gereklidir. Günümüzde küreselleşme ile birlikte hem rekabet yoğunluğu hem de rekabet çeşitliliği artmıştır (Tekin & Çiçek, 2005).

Pazarlama sisteminde rekabet açısından etkinlik değerlendirilmesinde üreticilerin pazar pozisyonları ve pazar güçleri ve toptancı aşamasındaki rekabet durumları oldukça önemlidir. Üreticinin ürün pazarlama aşamasında ne kadar güçlü olduğu pazarlama kanalının çokluğu ile ilgilidir (Emeksiz, 1994). Badem üreticileri kaliteli ürün üretimi ve artırımı için çeşitli tarım kuruluşları ile işbirliği içerisinde hareket ederler. Türkiye'de badem üretimine olan ilgi ve üretilen ürünün fiyat yüksekliği nedeniyle sektöre ilgi artmaktadır. Üreticilerin ürettikleri ürünlerin kalitesi, araçların, kooperatiflerin ve tüccarların fiyat belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Rekabeti oluşturan temel etken de bu araçlar ve üreticiler arasında oluşan fiyatlandırma, pazara sunulan ürün ve pazar koşullarıdır. Araştırma alanında rekabetin oluşması açısından önemli bir ortam bulunmaktadır. Üreticiler ürünü birden fazla aracıya satmaktadır. Araçlar arasında ürünü tedarik etme çabası ve rekabet ortamı doğduğu görülmektedir. Adıyaman ilinde piyasa koşulları ve aracı çeşitliliği fiyatın belirlenmesinde etkili olmaktadır. Eğer üretici istediği fiyatı bulamazsa depolama yöntemine (1-2 Ay) başvurmaktadır. Fiyat istediği düzeye gelmeyince Tarım Kredi Kooperatifine başvurmakta ya da Kahta Badem Birliği üzerinden satışını yapmaktadır. İşletme sahiplerine araçlar arasında rekabet yaşanıp yaşanmadığı sorulmuştur. İşletme sahiplerinin %60'ı rekabet yaşadığını, %40'ı ise rekabet yaşanmadığını belirtmişlerdir. Rekabet sırasında etkinliği azaltacak herhangi bir duruma rastlanılmamıştır.

Pazarlama marjı

Pazarlama marjı tüketici tarafından ürün için ödenen fiyat ve üreticinin ürüne değer biçtiği fiyat arasındaki farktır. Ürünün pazarlanmasında, ürünün el değiştirdiği her aşamada bir marj açığa çıkmaktadır. Bu marjlar çıkmış olduğu aşamanın adını almaktadır (üretici marjı, toptancı marjı, perakendeci marjı). Oluşan marjların toplamına ise toplam pazarlama marjı adı verilmektedir (İnan, 2016). Araştırmada badem pazarlama marjı belirlenmiştir. Kabuklu badem için pazarlama marjı hesabında üretici, tüccar, perakendeci fiyatları dikkate alınmıştır. Üretici fiyatı 12 TL, tüccar fiyatı 18 TL, Perakendeci fiyatı ise 25 TL'dir. Mutlak pazarlama marjı tüccar için 6TL, Perakendeci için 7 TL olup toplam marj ise 13TL'dir. Perakende fiyat içinde üretici payı %48 olarak bulunmuştur. Tüccar nispi marjı %33, perakendeci nispi marjı ise %28 bulunmuştur (Çizelge 5). Araştırma sırasında araçların yaptıkları masraflar

konusunda tam olarak bilgi alınamaması pazarlama marjı konusunda kesin bir bilgi edinmeyi güçleştirmektedir. Yapılan değerlendirmelerde toptancı ve perakendeci marjı ve bu aşamalarda aracılardan uyguladıkları işlemler dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yazar (2018), çalışmasında kabuklu badem perakende fiyatları içerisinde üretici fiyatlarının payını %65 olarak belirlemiş, tüccarların badem satış fiyatını ortalama 15,00 TL/kg⁻¹, perakendecilerin satış fiyatlarını 20,00 TL kg⁻¹, Pazarlama marjını toplam 7,00 TL Kg⁻¹ bulmuştur. Elde edilen araştırma sonuçları ürün fiyatının aracıdan tüketiciye ulaşana kadar önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir.

Çizelge 5. Kabuklu badem pazarlama marjı

Table 5. Inshell almond marketing margin

Aracılar	Ortalama Satış Fiyatı (TL kg ⁻¹)	Mutlak marj (TL kg ⁻¹)	Nispi Marj (%)
Üretici Fiyatı	12		
Tüccar Fiyatı	18	6	33
Perakendeci Fiyatı	25	7	28
Toplam Pazarlama Marjı		13	
Perakende Fiyat İçinde Üretici Fiyatının payı (%)		48	

Kabuksuz bademde pazarlama marjı hesaplanırken üretici, işleme tesisi, tüccar, perakendeci fiyatları dikkate alınarak marjlar hesaplanmıştır. Üretici fiyatı 12 TL, işleme tesisi fiyatı 40 TL, Tüccar fiyatı 60 TL, perakendeci fiyatı ise 100 TL'dir. Toplam marj 88 TL bulunmuştur. Mutlak pazarlama marjı işleme tesisi için 28 TL, Tüccar için 20TL, Perakendeci için ise 40 TL'dir. İşleme tesisi nispi marjı %70, Tüccar nispi marjı %33, perakendeci nispi marjı ise %40'tır. Perakende fiyat içinde üretici payı %12, işleme tesisi payı ise %40'tır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Kabuksuz badem pazarlama marjı

Table 6. Unshelled almond marketing margin

Aracılar	Ortalama Satış Fiyatı (TL kg ⁻¹)	Mutlak marj (TL kg ⁻¹)	Nispi Marj (%)
Üretici Fiyatı	12		
İşleme Tesisi Fiyatı	40	28	70
Tüccar Fiyatı	60	20	33
Perakendeci Fiyatı	100	40	40
Toplam Pazarlama marjı		88	
Perakende Fiyat İçinde Üretici Fiyatının payı (%)		12	
Perakende Fiyat İçinde işleme tesisi payı (%)		40	

İşletmelerin pazarlama aşamasında karşılaştıkları sorunlar

İncelenen işletmelere pazarlama aşamasındaki sorunları birden fazla cevap hakkı tanınarak sorulmuştur. İşletmeciler %28.93 oranında fiyatların düşük olduğunu, %24.87 oranında depolama imkânlarının yetersiz olduğunu, %18.78 oranında taşıma masraflarının yüksek olduğunu, %11.68 oranında aracı sayısının az olduğunu, %10.66 oranında örgütlenme olmadığını, %5.07 oranında işleme tesislerinin az olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 7).

Çizelge 7. İşletmelerin pazarlama aşamasında karşılaştıkları sorunlar

Table 7. Problems faced by businesses in the marketing phase

İşletmelerin Pazarlama Aşamasında Karşılaştıkları Sorunlar	Sayı	%
Badem fiyatlarının düşük olması	57	28.93
Depolama imkânının yetersiz olması	49	24.87
Taşıma masrafları yüksek olması	37	18.78
Aracı azlığı	23	11.68
Örgütlenme yok	21	10.66
İşleme tesisi azlığı	10	5.08
Toplam	197	100.00

Not: İşletmelere birden fazla cevap hakkı tanınmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre işletme sahipleri ürün fiyatını yakın çevrelerinden, toplayıcılardan ve Kâhta Badem Birliğinden öğrenmektedir. İhracatçılar, toptancılar, fabrikalar ve badem işleme tesisleri ürünü üreticiden satın alan araçlardır. Adıyaman ilinde üreticiler tarafından üretilen bademler Gaziantep ve Mersin illerinden gelen araçlar tarafından ve Kahta ilçesinde bulunan Tarım Kredi Kooperatifi tarafından alınmaktadır. İncelenen işletmelerde pazarlama organizasyonunun pazarın saydamlığı açısından etkinliğinin yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır. Üreticiler ürünü birden fazla aracıya satmaktadır. Araçlar arasında ürünü tedarik etme çabası ve rekabet ortamı olduğu görülmektedir. Araştırmada badem pazarlama marjı belirlenmiş, kabuklu badem için pazarlama marjı hesabında üretici, tüccar, perakendeci fiyatları dikkate alınmıştır. Üretici fiyatı 12 TL, tüccar fiyatı 18 TL, Perakendeci fiyatı ise 25 TL'dir. Mutlak pazarlama marjı tüccar için 6TL, Perakendeci için 7 TL olup toplam marj ise 13TL olarak hesaplanmıştır. Perakende fiyat içinde üretici payı %48, tüccar nispi marjı %33, perakendeci nispi marjı ise %28 bulunmuştur. İşletme sahiplerinin pazarlama aşamasındaki en önemli sorunlarının ürün fiyatı düşüklüğü, depolama imkânlarının yetersizliği, taşıma masraflarının yüksekliği, aracı sayısının yetersizliği, örgütlenme azlığı, işleme tesislerinin azlığı olduğu belirlenmiştir.

Adıyaman ilinin turizm kenti olması işlenmiş badem ürünlerine olan talebi arttırmaktadır (badem şekeri, bademli lokum gibi). Bu nedenle işlenmiş badem ürünlerinin il dışında, bölgede, ülkede ve hatta yurt dışında satışını sağlayabilecek şekilde üretimine yön verilmesi gerekmektedir. Bu konuda üreticiler bilgilendirilmeli ve üretim artışı teşvik edilmelidir. Araştırma bölgesinde üreticiler arasında badem pazarlamasına yönelik Tarım Kredi kooperatifi ile Kâhta Badem Birliği örgütlenmiştir. Bu nedenle alıcı karşısında pazarlık gücü zayıf üreticiler istediği fiyatı bulamayınca Tarım Kredi Kooperatife veya Kâhta Badem Birliği üzerinden satış yapmaktadır. Bu konuda üreticiyi yönlendirecek ve sorunlarını giderecek birlik ve örgütler artırılmalıdır. Üreticilerin verimliliği ve pazarlamada rekabet gücünü artırıcı yönde örgütlenmeleri, üretici ve pazarlama kooperatiflerinin kurulması ve desteklenmesi üreticilerin pazarlamada daha aktif rol almalarını sağlayabilecektir. Badem fiyatları önceki yıllara oranla yeterli düzeyde bir artış göstermemiştir. Ancak girdi maliyetlerinin yüksek oluşu çiftçinin beklentilerini karşılamadığında son birkaç yıldır, çiftçilerin badem bahçelerini söküp alternatif ürün arayışına girdiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle badem fiyatlarına vergi muafiyetinin getirilmesi, ithal badem ürünlerinin ülkeye girişinde kısıtlama ve yerli ürünün teşvik edilmesi gerekmektedir.

Badem üretimindeki potansiyel göz önüne alındığında, üretim ve pazarlamadaki risk ve belirsizliklerin azaltılması için badem üreticisi ve ürünü işleyen işletmeler arasında sözleşmeli üretim teşvik edilmelidir. Araştırma yapılan bölgede badem üreticilerinin pazarlama konularında birçok sorunlarının olduğu, özellikle pazarlamada örgütlenme yetersizliği nedeniyle üreticilerin tamamen alıcılara ve komisyonculara bağlı kaldığı görülmüştür. Badem pazarlama konusunda ülke genelinde badem pazarlama örgütlerinin yaygınlaşması, badem meyvesinin kaliteli bir şekilde pazara sunulması ve beklenen kalite değerini görmesinin üreticilere badem üretimi konusunda güven sağlayacağı

aşikârdır. Bu sebeple pazarlama aşamasında ürünlerini değerinde satabilmeleri ve istedikleri geliri elde etmeleri, gelir kaybı yaşamamaları için gerekli desteklerin sağlanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

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 Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan alınmıştır. Toplantı tarihi 07.03.2022, toplantı sayısı 03, karar no: 10, sayfa no: 2/5.

KAYNAKLAR

- Abdul Khaliq, A.J., & Boz, İ. (2021). Marketing structure and opportunities of almonds products in Samangan and Balkh Provinces, Afghanistan. *ISPEC Journal of Social Sciences & Humanities*, 5 (2), 144-164.
- Acar, M., & Gül, M. (2015). Havuç yetiştiriciliğinin teknik yapısı e değişimi: Konya ili örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 43-53.
- Atlı, H.S. (2008). Badem yetiştiriciliğinde tozlanma. Yayınlanmamış Ders Notları, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep.
- Aydoğdu, M.H., & Şahin, Z. (2020). Türkiye badem üretimi: Son dönemlerdeki değişimlerin genel analizi. *Euroasia Journal of Mathematics-Engineering Natural & Medical Sciences*, 8, 63-72.
- Doğantimur, E. (2018). Adana ilinde nar pazarlama yapısı ve geliştirilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 11 s.
- Emeksiz, F. (1994). Adana ilinde yerfıstığı pazarlama organizasyonu ve etkinliğinin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 195-210.
- Işgın, T., & Ak, B.E. (2009). An economic overview of Turkish almond sector. *V International Symposium on Pistachios and Almonds*, 843-853. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.912.127>
- İnan, İ.H. (2006). *Tarım ekonomisi ve işletmeciliği*. ISBN.975: 93281-0-0, Avcı Ofset, İstanbul.
- İnan, İ.H. (2016). *Tarım ekonomisi ve işletmeciliği*. İdeal Kültür Yayıncılık, 1. Baskı, ISBN 978-605-5729-67-7, İstanbul.
- Karabey, C.N. (2021). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Atatürk Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.
- Karaat, Ş., İslamoğlu, M., Çağlar, Ö., & Atay, M. (2021). Adıyaman ili badem bahçelerinde saptanan zararlı türler. *ADYÜTAYAM*, 9 (1) 47-60.
- OGM. (2013). Orman Genel Müdürlüğü, Badem Eylem Planı 2013-2017. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Badem%20Eylem%20Plan%C4%B1.pdf> (Erişim Tarihi: 24.12.2019).
- Şimşek, M., & Gülsoy, E. (2017). Güneydoğu Anadolu Bölgesinin badem (*Prunus amygdalus* L.) potansiyeline genel bir bakış. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (3), 19-29.
- Tekin, M., & Çiçek, E. (2005). İşletmelerde rekabet üstünlüğü sağlamada farklı bir yaklaşım: değer temelli pazarlama. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sayfa:63-68, 25-27 Kasım 2005.

- Tursun, M., Tursun, A., & Kılıç, M. (2022). Adıyaman ilinde badem üretiminin maliyet ve karlılık analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51, 305-315.
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim Veri Tabanı. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 20.10.2020).
- TÜİK. (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim Veri Tabanı. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi: 20.10.2023).
- Ukav, İ., Yazar, F., Seçer, A., & Emeksiz, F. (2021). Adıyaman ilinde üreticilerin badem yetiştiriciliği kararını etkileyen unsurlar. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 700-708.
- Yazar, F. (2018). Doğu Akdeniz bölgesi'nde badem üretimi ve pazarlama yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 85 s.
- Yurdakul, O. (2014). *Tarım ürünleri pazarlaması*. Çukurova Üniversitesi Yayınları 6.Baskı No. 164, Genel Yayın No: 127.

The effects of essential oils from two different *Satureja hortensis* L. genotypes harvested at different times on weed seed germination

Farklı zamanlarda hasat edilen iki farklı *Satureja hortensis* L. genotiplerinden elde edilen uçucu yağların yabancı ot tohumlarının çimlenmesine etkileri

Ayşe YAŞAR¹, Yücel KARAMAN¹, Nihat TURSUN¹

¹Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Malatya, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 02.02.2024 Accepted / Kabul: 01.04.2024</p> <p>Keywords: Summer savory Bio-herbicide Essential oil Cultivated plant Weed</p> <p>Anahtar Kelimeler: Bakla kekiği Biyo-herbisit Uçucu yağ Kültür bitkisi Yabancı ot</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Yücel KARAMAN yucel.karaman@ozal.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>The most important allelopathic effect of essential oils is that they prevent the germination of some plant seeds. In this study, essential oils were obtained from different form periods (beginning of flowering, mid-flowering and end of flowering) of 2 genotypes of <i>S. hortensis</i> plant. Subsequently, different doses of essential oils (0.5, 1, 2, 4, 8 and 16 µl petri-1) were used from weeds such as giant amaranth (<i>Amaranthus palmeri</i> L.), wild oats (<i>Avena fatua</i> L.), purslane (<i>Portulaca oleracea</i> L.), wild mustard (<i>Sinapis arvensis</i> L.) and cress (<i>Lepidium sativum</i> L.), durum wheat (<i>Triticum durum</i> L.) and pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.) seeds from cultivated plants were investigated. According to the results of the study, germination was negatively affected due to the increase in the application doses of essential oils, and the highest effect was determined as 2 µl petri-1 in <i>A. palmeri</i> and <i>oleracea</i> seeds, 4 µl petri-1 in <i>A. fatua</i> seeds and 8 µl petri-1 in <i>S. arvensis</i>. For the effects of essential oil doses, the highest LD₅₀ values for the seeds of <i>A. palmeri</i>, <i>P. oleracea</i>, <i>A. fatua</i> and <i>S. arvensis</i> were found to be 0.159, 0.189, 1.043 and 3.087, respectively, while the highest LD₉₀ values were determined to be 0.547, 0.673, 2.895 and 8.398, respectively. As a result of the study, it was seen that essential oils have a significant bioherbicidal effect on weed seeds and it is thought that this method will make a significant contribution to the alternative control of weeds.</p> <p>ÖZET</p> <p>Uçucu yağların allelopatik etkilerinden en önemlisi bazı bitki tohumlarının çimlenmesini engellemesidir. Bu çalışmada <i>S. hortensis</i> bitkisinin 2 genotipine ait farklı biçim dönemlerinden (çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve çiçeklenme sonu) uçucu yağlar elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağların farklı dozları (0.5, 1, 2, 4, 8 ve 16 µl petri⁻¹) yabancı otlardan dev horozibiği (<i>Amaranthus palmeri</i> L.), yabancı yulaf (<i>Avena fatua</i> L.), semizotu (<i>Portulaca oleracea</i> L.), yabancı hardal (<i>Sinapis arvensis</i> L.) ve kültür bitkilerinden ise tere (<i>Lepidium sativum</i> L.), makarnalık buğday (<i>Triticum durum</i> L.) ve biber (<i>Capsicum annuum</i> L.) tohumlarının çimlenmesine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre: uçucu yağların uygulama dozlarının artışına bağlı olarak çimlenmeler olumsuz yönde etkilenmiş olup <i>A. palmeri</i> ve <i>P. oleracea</i> tohumlarında en yüksek etki 2 µl petri⁻¹, <i>A. fatua</i> tohumlarında 4 µl petri⁻¹ ve <i>S. arvensis</i>'te ise 8 µl petri⁻¹ olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ dozlarının yabancı otlardan <i>A. palmeri</i>, <i>P. oleracea</i>, <i>A. fatua</i> ve <i>S. arvensis</i> tohumları üzerinde en yüksek LD₅₀ değerleri sırasıyla 0.159, 0.189, 1.043 ve 3.087 olarak bulunurken, en yüksek LD₉₀ değerleri ise yine sırasıyla 0.547, 0.673, 2.895 ve 8.398 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda uçucu yağların yabancı ot tohumları üzerinde önemli bir biyoherbisidal etkisinin olduğu görülmüş ve bu yöntemin yabancı otları alternatif mücadelesine önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.</p>
Cite/Atıf	Yaşar, A., Karaman, Y., & Tursun, N. (2024) The effects of essential oils obtained from two different <i>Satureja hortensis</i> genotypes harvested at different times on the germination of weed seeds. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 425-438. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1430629

INTRODUCTION

The cultivation and consumption of plant species, including shrubs, trees, wild herbs, and weeds as food, originated in the early stages of human history. Globally and within our country, wild herbs and weeds have served as significant historical food sources. The utilization and dissemination of renewable plants as food have been crucial considerations for human health (Üstüner, 2022; Üremiş et al., 2023a).

It is estimated that there are approximately 1,000,000 plant species worldwide, with around 500,000 of them described and named thus far. Moreover, approximately 1,000 new plant species are discovered, described, and named each year. Turkey's geographical location at the crossroads of the Mediterranean, Iranian-Turanian, and European-Siberian regions underscores its rich phytogeographical and floristic diversity (Baytop, 1999). As one of the most important centers for phytogeography and floristics, Türkiye is renowned for its vast plant diversity and is classified among the countries with high biodiversity (Üremiş & Uygur, 1999).

While European countries boast around 14,000 plant species, our country is home to approximately 9,900. Notably, about 3,500 of these are endemic, constituting approximately 33% of endemism (Özüdoğru et al., 2011; Tetik et al., 2013; Üremiş et al., 2020). The historical utilization of plant species from early human periods is deeply intertwined with various aspects of social life. Among the myriad reasons for this usage, including nutrition and health, one prominent aspect is their application in medicinal and aromatic contexts. Globally, an estimated 20,000 plant species, including approximately 650-700 in Türkiye, are recognized for their medicinal and aromatic properties. The utilization of plant species in this domain is steadily increasing worldwide (Baytop, 1999).

Plants recognized for their medicinal and aromatic properties serve diverse purposes in contemporary society, including medicine, food, spices, tea, soft drinks, colors, cosmetics, and resins. Ancient civilizations extensively employed these plants for treating diseases, enhancing nutrition, enjoying pleasant scents, and preserving the deceased over many years (Oğan & Cömert, 2022; Üremiş et al., 2023a). Presently, the plant kingdom comprises around 300 families, with one-third of them containing essential oils. Prominent families in this group include Lamiaceae, Pinaceae, Apiaceae, Rutaceae, Myrtaceae, Lauraceae, among others. Herbal extracts and essential oils derived from these plants are known for their antioxidant, antimicrobial, antiseptic, and antibacterial effects. The essential oil content in plants with aromatic and medicinal properties typically ranges from 0.01% to 10% (Yeşilbağ, 2007; Üremiş et al., 2023b).

Certain essential oil groups create a unique surface structure that facilitates the germination of weed seeds or enables plants to grow comfortably while inhibiting unwanted growth. The term 'allelopathy' originates from the Greek words 'allelo' and 'pathy,' signifying the suffering and loss of value of two organisms. Allelopathy is defined as the direct or indirect positive or negative impact on the growth and development of other plants through biochemical substances synthesized by a plant or by substances produced during the biological decomposition of the plant (Rice, 1984; Gholami et al., 2011; Kwiecińska et al., 2011). Allelopathic symptoms from essential oil groups can manifest in various combinations, with the most significant being the inhibition of germination and the reduction of plant growth and development rates (Barney et al., 2005). Chemical substances with allelopathic effects are termed allelochemicals (Telci, 2006) and find applications as fungicides, insecticides, and herbicides. Allelochemicals possessing herbicidal activity are specifically referred to as bio-herbicides (Arıkan & Elibüyük, 2015). *Satureja hortensis* L. (summer savory) typically thrives in impoverished soils. Harvested between June and October, it is dried and employed as a spice in various dishes, earning it the designation of a spice herb (Çetinkaya & Yıldız, 2018). Widely distributed across Anatolia and Bingöl, locals incorporate it into meat dishes and soups (Apuhan & Beyazkaya, 2019). While relatively scarce in the Aegean region, *S. hortensis* naturally flourishes in many cities, belonging to the Lamiaceae family and boasting high essential oil content. Extracts from the plant are recognized for their carminative, diaphoretic, appetite-stimulating, diuretic, stimulant, and potency-enhancing effects (Katar

et al., 2011). Additionally, the species is acknowledged for its antimicrobial properties (Güllüce et al., 2003) and antifungal effects (Bozari et al., 2017).

It is well-established that the use of both herbicides and pesticides can have adverse effects on both human health and the environment. Consequently, researchers are actively exploring the utilization of essential oil categories and plant extracts for plant protection purposes, offering a potential solution to mitigate these issues (Isman, 2000). The primary objective is to broaden the application of products with natural properties in lieu of those with synthetic characteristics. With an escalating awareness of environmental preservation and a growing acknowledgment of the negative impact of pesticides on human health, there is ongoing research on bio-pesticides as a more biodegradable alternative to synthetic pesticides (Dudai et al., 1993; Bayat et al., 1996; Dudai et al., 1999; Salamcı et al., 2007; Uremis et al., 2008; Kordali et al., 2008; Kordali et al., 2009; Uremis et al., 2017; Cunedioğlu & Uremis, 2018; Yasar et al., 2021).

Preliminary studies were conducted to explore the potential use of essential oils extracted from different genotypes of *Satureja hortensis* L. as bio-herbicides. Subsequently, based on the obtained results, it was decided to proceed with this study. In this research, essential oils extracted from two distinct genotypes and three different harvest times of summer savory (*Satureja hortensis* L.) were employed against common agricultural weeds such as giant amaranth (*Amaranthus palmeri* L.), wild oat (*Avena fatua* L.), common purslane (*Portulaca oleracea* L.), wild mustard (*Sinapis arvensis* L.), along with crops including cress (*Lepidium sativum* L.), durum wheat (*Triticum durum* L.), and pepper (*Capsicum annuum* L.). The study aimed to evaluate the effects on seed germination.

MATERIALS and METHODS

The main material for the experiment comprises essential oils extracted from the plant *Satureja hortensis* L. Weed seeds utilized in the experiments, namely *Amaranthus palmeri* (AMAPA), *Portulaca oleracea* (POROL), *Avena fatua* (AVEFA), and *Sinapis arvensis* (SINAR), were sourced from agricultural lands. Seeds of crops, specifically *Lepidium sativum* (LEPSA) from Istanbul Tohumculuk, *Capsicum annuum* (CPSAN) from Mitofarm Tohumculuk, and *Triticum durum* (TRZDU) from the producer, were also included. The European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) database was referenced for the identification of weed and crop seeds (EPPO, 2024).

Cultivation of *Satureja hortensis* L. plants

To obtain the essential oils utilized in the study, seeds from two genotypes of *S. hortensis* (genotype 1 and genotype 2) were initially sown in pots. Upon reaching a length of 10-15 cm, the plants were transplanted into plots established in the experimental area of Turgut Özal University Malatya, Faculty of Agriculture. Throughout the growing period, the plants received care and were irrigated as needed through a drip irrigation system. Harvesting was performed by cutting the plants at the soil surface during three different stages: at the beginning of flowering (10-20% flowering), in the middle of flowering (50-60% flowering), and at the end of flowering (90-100% flowering). Subsequently, the harvested plants were dried in a shaded and well-ventilated area. Figure 1 depicts the *S. hortensis* genotypes cultivated in the field.



Figure 1. Cultivation of *Satureja hortensis* genotypes in the field

Şekil 1. *Satureja hortensis* genotiplerinin tarlada yetiştirilmesi

Obtaining essential oils from *Satureja hortensis* L.

The cultivated *S. hortensis* plants were air-dried in the shade at room temperature (20-25 °C). Once dried, the plants were manually crushed under suitable conditions to facilitate the extraction of essential oil. Subsequently, 100 g of the crushed plant material was weighed and placed in the flask section of the Neo-Clevenger apparatus, and 1 liter of water was added. The Neo-Clevenger device was then set to 200 °C and boiled for 180 minutes. The resulting essential oils were extracted using a micropipette and transferred into glass bottles. These obtained essential oils were stored in a freezer at -18 °C until further use (Önen, 2003; Üremiş et al., 2009).

Setting up germination experiments

The experiments were conducted in the laboratories of the Department of Plant Protection at the Faculty of Agriculture, Malatya Turgut Özal University. Sterilized double-layered filter papers were placed in 1.5 cm high and 9 cm diameter Petri dishes for the study. Prior to the experiment, the seeds intended for use underwent sterilization. In each Petri dish, 25 sterilized seeds were arranged and moistened with 3 ml of distilled water. Given the dormancy of *Sinapis arvensis* seeds, 3 ml of a 2000 ppm gibberellic acid solution was used instead of pure water (Ateş & Üremiş, 2021). Considering the limited solubility of essential oils, 3.5 cm long filter papers were affixed to the inside of the Petri dish lids. Essential oils were then applied onto these papers, the lids were sealed, tightly wrapped with Parafilm, and subsequently placed in a climatic cabinet (Dudai et al., 1993). Various doses of essential oils (0.5, 1, 2, 4, 8, and 16 µl per Petri dish) were applied. As a control, 3 ml of pure water was added to the Petri dishes of the weed seeds employed in the study, *A. palmeri* and *P. oleracea* were stored in a climate chamber at 25 °C, while *S. arvensis* and *A. fatua* were stored in a climate chamber at 15 °C. Among the cultivated plants, *C. annuum* was incubated in a 25°C climate chamber, while *T. aestivum* and *L. sativum* were stored in a 15 °C climate chamber. The Petri dishes were opened at the conclusion of the 14th day, and the seeds inside were tallied. Seeds with radicles measuring at least 0.5 cm were considered germinated (Uygur, 1985).

Statistical analysis

The experiments were arranged following a randomized plot design with 4 replications and 2 replicates. Since there was no statistical difference between the averages of the two trials, the combined average of the two trials was calculated and included in the analysis. The obtained values were subjected to ANOVA using the SPSS program. Differences among the averages derived from the trial results were delineated using Duncan's multiple comparison test ($P \leq 0.05$). In conjunction with this test, curve predictions were generated using the probit analysis technique. LD_{50} and LD_{90} , denoting the minimum dose values causing 50% and 90% seed mortality, were separately calculated

and analyzed for each application. The germination inhibition rate formula was computed using equation 1 (Efil & Üremiş, 2019).

$$\text{Germination Inhibition Rate (\%)} = [(K - U) / K] \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

K: Germination in control (number)

U: Germination (number) in seeds treated with essential oil

RESULTS and DISCUSSIONS

The effect of essential oil on the germination of weed seeds

Harvesting was carried out at 3 different mowing times [1st mowing (first flowering 10-20%), 2nd mowing (mid-flowering 50-60%) and 3rd mowing (last flowering 90-100%)] from 2 different genotypes of the *Satureja hortensis*. The essential oils were extracted separately from dried plants. The effects of essential oil application on germination rates and lethal doses (LD₅₀ and LD₉₀) on seeds were determined in comparison to the control.

When the effect of essential oil on AMAPA seeds on germination was investigated, it was found that the essential oil extracted from *S. hortensis* plant had the least effect (73.8% germination) as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹ in the applications in the 3rd mowing of genotype 2, and the least germination was observed at 2 µl petri⁻¹ and later (100% mortality). When the effect of essential oil on POROL seeds on germination was studied, it was found that the essential oil extracted from *S. hortensis* had the least effect (27.6% germination) in the applications in the 3rd mowing of genotype 2 as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹, and the least germination was observed at 2 µl petri⁻¹ and later (100% mortality). When the effect of essential oil applied to AVEFA seeds on germination was investigated, it was found that the essential oil extracted from *S. hortensis* had the least effect (17.5% germination) when applied in the 3rd mowing of genotype 2 as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹, and the least germination was observed at 8 and 16 µl petri⁻¹ (100% mortality). When investigating the effect of essential oil applied to SINAR seeds on germination, it was found that the essential oil from *S. hortensis* had the least effect when applied in the 3rd mowing of genotype 1 and the 1st mowing of genotype 2 (0% germination) as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹, and the least germination was observed at 16 µl petri⁻¹ (100% mortality). When the effect of essential oil applied to LEPSA seeds on germination was examined, it was found that the essential oil extracted from the *S. hortensis* had the least effect in the applications in the first mowing of genotype 1 (0% germination) as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹, and the least germination was observed at 16 µl petri⁻¹ (100% mortality). When the effect of essential oil applied to CPSAN seeds on germination was examined, it was found that the essential oil obtained from the *S. hortensis* had the least effect in the applications in the first mowing of genotype 2 (33% germination) as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹, and the least germination was observed at 8 µl petri⁻¹ (96% mortality). When the effect of the essential oil applied to the TRZDU seeds on germination was examined, it was found that the essential oil extracted from the *S. hortensis* had the least effect when applied in the 2nd mowing of genotype 1 (0.5% germination) as a result of treatment with 0.5 µl petri⁻¹, and the least germination was observed at 16 µl petri⁻¹ (97% mortality) (Figure 2).

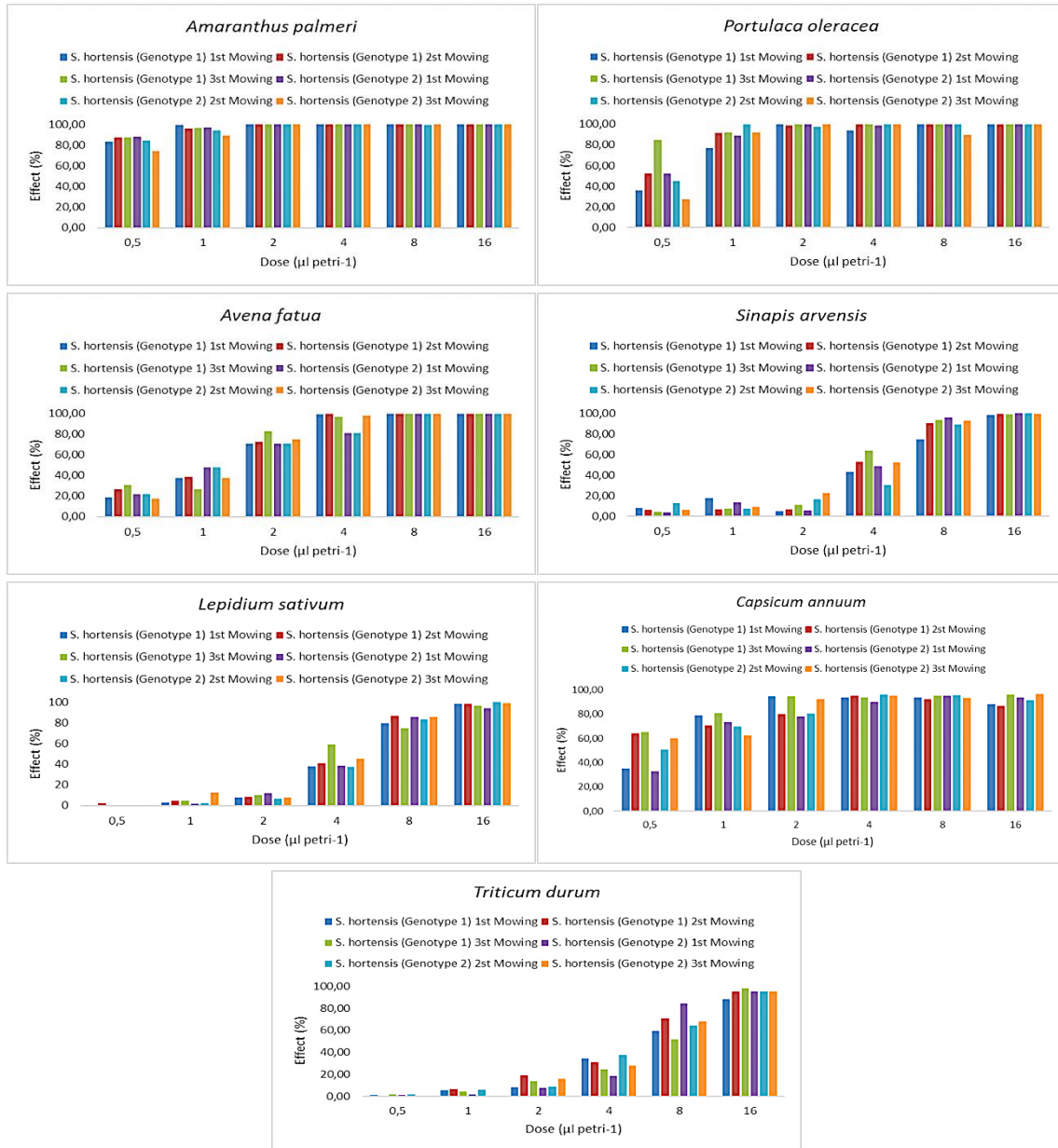


Figure 2. Effect (%) of different doses of essential oil extracted from two different genotypes of *Satureja hortensis* at different times on weed and crop seeds

Şekil 2. *Satureja hortensis*'in iki farklı genotipinin farklı zamanlarda biçiminden elde edilen uçucu yağın farklı dozlarının yabancı ot ve kültür bitkisi tohumlarına etkisi (%)

When comparing the lethal dose of essential oils applied to AMAPA seeds, the most effective LD₅₀ value (0.159 µl petri⁻¹) was obtained in the 2nd mowing of genotype 2, while the most effective LD₉₀ value (0.547 µl petri⁻¹) was obtained in the 1st mowing of genotype 2. When comparing the lethal dose of the essential oils applied to POROL seeds, the most effective LD₅₀ value (0.189 µl petri⁻¹) was obtained in the 3rd mowing of genotype 1, while the most effective LD₉₀ value (0.673 µl petri⁻¹) was obtained in the 3rd mowing of genotype 1. When comparing the lethal dose of essential oils applied to AVEFA seeds, the most effective LD₅₀ value (1.043 µl petri⁻¹) was obtained at the 2nd mowing of genotype 1, while the most effective LD₉₀ value (2.895 µl petri⁻¹) was obtained at the 3rd mowing of genotype 2. In the lethal dose comparison of essential oils applied on SINAR seeds, the most effective LD₅₀ value (3.087 µl petri⁻¹) was obtained from the 2nd mowing of genotype 1, while the most effective LD₉₀ value (8.398 µl petri⁻¹) was obtained from the 3rd mowing of genotype 1. In the lethal dose comparison of essential oils applied on

LEPSA seeds, the most effective LD₅₀ value (3.866 µl petri⁻¹) was obtained from the 3rd mowing of genotype 2, while the most effective LD₉₀ value (9.822 µl petri⁻¹) was obtained from the 2nd mowing of genotype 2. In the lethal dose comparison of essential oils applied on CPSAN seeds, the most effective LD₅₀ value (0.122 µl petri⁻¹) was obtained from the 2nd mowing of genotype 1, while the most effective LD₉₀ value (2.755 µl petri⁻¹) was obtained from the 3rd mowing of genotype 1. When comparing the lethal dose of the essential oils applied to the TRZDU seeds, the most effective LD₅₀ value (4,800 µl petri⁻¹) was obtained in the 2nd mowing of genotype 1, while the most effective LD₉₀ value (12,593 µl petri⁻¹) was obtained in the 1st mowing of genotype 2 (Table 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7).

Table 1. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on AMAPA seeds

Çizelge 1. *Satureja hortensis* uçucu yağının AMAPA tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	0.332	0.576	4	-1.597 (±3.357)	0.001	1.000	-2.567 -5.361X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	0.189	0.587	4	-1.854 (±1.403)	0.218	0.994	-1.883 -2.601X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	0.195	0.579	4	-1.820 (±1.492)	0.158	0.997	-1.925 -2.716X
Genotype 2 (1 st Mowing)	0.198	0.547	4	-1.686 (±1.720)	0.079	0.999	-2.041 -2.900X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	0.159	0.672	4	-2.246 (±0.910)	2.695	0.610	-1.635 -2.044X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	0.314	0.882	4	-2.779 (±1.030)	0.704	0.951	-1.437 -2.861X

Table 2. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on POROL seeds

Çizelge 2. *Satureja hortensis* uçucu yağının POROL tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	0.627	1.240	4	-4.407 (±0.982)	0.729	0.948	-0.877 -4.327X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	0.491	0.939	4	-3.505 (±1.297)	0.095	0.999	-1.406 -4.545X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	0.189	0.673	4	-2.107 (±1.106)	0.674	0.954	-1.682 -2.329X
Genotype 2 (1 st Mowing)	0.482	0.980	4	-3.511 (±1.183)	0.202	0.995	-1.317 -4.153X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	0.515	0.820	4	-3.302 (±1.919)	0.865	0.930	-1.826 -6.336X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	0.617	1.088	4	-4.264 (±1.221)	0.998	0.910	-1.090 -5.205X

Table 3. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on AVEFA seeds

Çizelge 3. *Satureja hortensis* uçucu yağının AVEFA tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	1.141	2.985	4	-6.363 (±0.482)	2.393	0.664	0.175 -3.067X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	1.043	2.965	4	-6.177 (±0.457)	3.808	0.433	0.051 -2.823X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	1.043	2.975	4	-6.259 (±0.450)	7.626	0.106	0.051 -2.815X
Genotype 2 (1 st Mowing)	1.180	3.453	4	-6.544 (±0.420)	2.615	0.624	0.198 -2.748X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	1.145	4.346	4	-6.395 (±0.346)	2.411	0.661	0.130 -2.212X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	1.135	2.895	4	-6.366 (±0.495)	1.294	0.862	0.173 -3.151

Table 4. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on SINAR seedsÇizelge 4. *Satureja hortensis* uçucu yağının SINAR tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	4.018	15.926	4	-6.975 (±0.307)	11.207	0.024	1.294 -2.143X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	3.527	9.856	4	-7.326 (±0.392)	13.751	0.008	1.572 -2.872X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	3.183	8.398	4	-7.261 (±0.419)	7.809	0.099	1.530 -3.042X
Genotype 2 (1 st Mowing)	3.387	9.093	4	-7.242 (±0.413)	13.675	0.008	1.583 -2.988X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	3.645	13.271	4	-7.191 (±0.318)	19.696	0.001	1.283 -2.284X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	3.087	9.247	4	-7.253 (±0.371)	5.281	0.260	1.316 -2.689X

Table 5. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on LEPSA seedsÇizelge 5. *Satureja hortensis* uçucu yağının LEPSA tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	4.646	10.688	4	-6.987 (±0.507)	1.621	0.805	2.362 -3.542X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	4.136	10.457	4	-7.417 (±0.429)	7.553	0.109	1.961 -3.181X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	4.135	11.291	4	-7.359 (±0.399)	2.766	0.598	1.811 -2.937X
Genotype 2 (1 st Mowing)	4.549	10.975	4	-7.117 (±0.471)	1.109	0.893	2.204 -3.351X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	4.500	9.822	4	-6.913 (±0.547)	5.975	0.201	2.470 -3.781X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	3.866	10.484	4	-7.491 (±0.395)	7.704	0.103	1.737 -2.958X

Table 6. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on CPSAN seedsÇizelge 6. *Satureja hortensis* uçucu yağının CPSAN tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	0.367	4.914	4	-3.715 (±0.306)	11.427	0.022	-0.495 -1.137X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	0.122	8.202	4	-2.443 (±0.287)	2.697	0.610	-0.641 -0.701X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	0.146	2.755	4	-2.868 (±0.351)	1.541	0.819	-0.839 -1.005X
Genotype 2 (1 st Mowing)	0.612	4.966	4	-4.333 (±0.325)	3.400	0.493	-0.301 -1.409X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	0.371	4.777	4	-3.649 (±0.316)	3.137	0.535	-0.498 -1.154X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	0.332	3.653	4	-3.592 (±0.342)	2.968	0.563	-0.589 -1.230X

Table 7. LD₅₀ and LD₉₀ dose values of *Satureja hortensis* essential oil on TRZDU seedsÇizelge 7. *Satureja hortensis* uçucu yağının TRZDU tohumları üzerindeki LD₅₀ ve LD₉₀ doz değerleri

Treatments	LD ₅₀	LD ₉₀	Df	Slope (±SE)	χ ²	P	Y
Genotype 1 (1 st Mowing)	5.897	20.464	4	-6.887 (±0.344)	1.681	0.794	1.828 -2.372X
Genotype 1 (2 nd Mowing)	4.800	15.060	4	-7.168 (±0.360)	2.277	0.685	1.758 -2.581X
Genotype 1 (3 rd Mowing)	5.873	19.248	4	-6.902 (±0.360)	7.295	0.121	1.911 -2.486X
Genotype 2 (1 st Mowing)	5.198	12.593	4	-7.163 (±0.466)	20.529	0.000	2.387 -3.335X
Genotype 2 (2 nd Mowing)	5.129	16.427	4	-7.153 (±0.354)	3.24	0.518	1800 - 2.535X
Genotype 2 (3 rd Mowing)	5.366	14.254	4	-6.906 (±0.437)	2.731	0.604	2.204 -3.021X

Plants, like many other living organisms, synthesize various compounds to protect themselves. The compounds they synthesize are transformed into new compounds in their environment (Charles et al., 1991; Üremiş et al., 2023a). The most important compounds synthesized for self-protection and defense are essential oils (Tworkoski, 2002; Soylu et al., 2006; Dragoeva et al., 2014). Essential oils have been reported to kill weeds, microorganisms and nematodes by gas effect and contact method (Marino et al., 2001; Busatta et al., 2007; Karabörklü, 2008; Üremiş et al., 2023b). It is reported that essential oils penetrate into the cell through the cell wall of the plant, arrest some processes within the cell and disrupt the structure of the cell wall, thereby stopping germination and causing death (Dudai et al., 1999; Chang et al., 2001; Marino et al., 2001; Ulte et al., 2002; Üremiş et al., 2023a). Recently, essential oils have been favored as an alternative to commercially available synthetic chemicals because of these properties. Essential oils are known as bio-herbicides, that are derived from plants and do not pose any danger to human health and have no side effects (Arslan & Üremiş, 2015; Pinto, et al., 2006). Due to their specific properties, these essential oils are not only used in the cosmetic, perfume and pharmaceutical industries, but studies are also being conducted to make them alternatives to synthetic compounds (Arslan & Üremiş, 2015; Üremiş et al., 2023b). In this study, essential oils extracted from the biologically active *S. hortensis* were used against weeds. By applying them to the seeds of *A. palmeri*, *P. oleracea*, *A. fatua* and *S. arvensis* as well as to the seeds of the cultivated plants *L. sativum*, *C. annuum* and *T. durum*, important data were obtained on their usability as a bio-herbicide.

Studies have shown that the effect of essential oils increases in parallel with the increase in dose (Mukhopadhyay et al., 1995; Üremiş et al., 2009; Üremiş et al., 2011; Cünedioğlu & Üremiş, 2018; Şahin et al., 2013; Yazlık, 2014) and this situation is similar to our study (in general, the effect is 100% at 8 and 16 µl petri⁻¹). It can be observed that *A. palmeri* and *P. oleracea* are more resistant to the essential oils used in the study than *A. fatua* and *S. arvensis*. Luciana et al. (2003) applied the essential oil extracted from the plant *Satureja montana* to the seeds of *P. oleracea*, *C. album* and *Echinochloa crus-galli* and found that the essential oil had an inhibitory effect on the germination of these weed seeds. These results are similar to the results of our study. Cünedioğlu & Üremiş (2018) reported in their study that the essential oil from the *O. minutiflorum* at the lowest dose of 2 µl petri⁻¹ and the highest dose of 32 µl petri⁻¹ reduced the seeds of the weed *A. retroflexus* by 73.3% and the seeds of *S. arvensis* by 73.3%. They found that the effect was 100%. In our study, the effect of the essential oil extracted from the *S. hortensis* plant was determined at the lowest dose of 0.5 µl petri⁻¹, while the other doses (2, 4, 8 and 16 µl petri⁻¹) showed a 100% effect on the seeds of *A. palmeri*. Barney et al. (2005) state that essential oils extracted from plants prevent seed germination and negatively affect their development. They also report that some essential oils may have a reduced effect on the seeds, which is due to the constituents of the essential oil (Çetintaş et al., 2006). Karaman et al. (2021) found that the effect of applications with a dose of 0.5 µl petri⁻¹ and above was quite high in *A. palmeri* and *A. albus*,

but this effect was achieved in *S. arvensis* and *A. fatua* with a dose of 8 and 16 μl petri⁻¹. Essential oils from *Melissa officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula angustifolia* and *Salvia officinalis* were found to inhibit seed germination and plant development when applied to *Avena sterilis* seeds (Üremiş et al., 2009). Similar results were observed with the essential oil of *Satureja hortensis* on the seeds of *Avena fatua*. In the study, the effect of *S. hortensis* essential oil on the germination of wheat seeds from cultivated plants was observed at the lowest dose of 0.5 μl petri⁻¹ (99.5% germination), while the highest effect was observed at a dose of 16 μl petri⁻¹ (2% germination). Cünedioğlu & Üremiş (2018) reported that among the crops to which *Rosmarinus officinalis* essential oil was applied, wheat seeds had the lowest germination rate at 0.5%. When essential oils of *Origanum vulgare*, *Melissa officinalis*, *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum*, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Thymus vulgaris* and *Majorana hortensis* were applied to seeds of *Lepidium sativum* L., they were found to have a proportional inhibitory effect on germination depending on the doses (Arminante et al., 2006). It is observed that the germination of *S. hortensis* essential oil on *Lepidium sativum* seeds decreases with increasing dose. Karaman et al., (2021) found in their study that *Mentha pulegium* essential oil was applied to the seeds of *Capsicum annuum* and *Triticum aestivum* and that the least effect was observed at a dose of 0.5 μl petri⁻¹, while the greatest effect was recorded at a dose of 16 μl petri⁻¹. In paprika, it increased significantly at a dose of 2 μl petri⁻¹, while this was the case for wheat when 8 and 16 μl petri⁻¹ were applied. In our study, the lowest effect of *S. hortensis* essential oil on pepper seeds was obtained at a dose of 0.5 μl petri⁻¹, while the highest effect was observed at a dose of 16 μl petri⁻¹. According to Karaman et al. (2021), although the effects of the different doses are similar, there are differences between the application doses. The reason for this is that the essential oils used are extracted from different plants. For example, it was found that the essential oils extracted from the plant *Satureja hortensis* significantly suppressed the germination of weed seeds depending on the dose increase. The effect on pepper seeds was found to increase after certain doses. The high effect of the essential oil at lower doses on *A. palmeri*, an invasive weed that is a problem in agricultural areas, indicates that allelopathic studies will come to the fore as an alternative control method. In these cases, the cultivation of *S. hortensis*, a medicinal and aromatic plant, as a by-product or as a rotation crop in areas where peppers are grown, could be an alternative solution for weed control.

In conclusion, it was observed that low doses of *S. hortensis* essential oil used in the study had a significant impact on inhibiting the germination of weed seeds. The 0.5 μl per Petri dish dose of the essential oil, employed in the experiment, displayed a minimal inhibition of *C. annuum* seed germination, a summer crop plant, but significantly inhibited the germination of *A. palmeri* seeds, a summer weed. Simultaneously, the doses of 2 and 4 μl per Petri dish minimally inhibited the germination of *T. durum* seeds, while markedly inhibiting the germination of *A. fatua* seeds, a winter weed problematic in wheat fields. Consequently, it was noted that higher doses of the obtained essential oil were required to hinder the germination of cultivated plant seeds, while lower doses sufficed to achieve this effect on weeds.

As a result, cultivating the *S. hortensis* plant, recognized for its medicinal and aromatic properties and commonly utilized in the pharmaceutical industry, as an intermediate crop or incorporating it into crop rotation in areas designated for pepper and wheat cultivation is proposed as a potential solution. However, considering the uncertainty regarding its performance under field conditions, it is recommended to further research on this subject. While the results obtained under laboratory conditions are promising, it is crucial to explore new studies considering innovative application techniques and various formulation types. This is particularly necessary due to the lack of selectivity associated with essential oils and the challenges in applying them in greenhouse and field conditions. The essential oil derived from *S. hortensis* demonstrates a potential bioherbicidal effect against weeds. The data from this study envision the formulation and utilization of *S. hortensis* essential oil as a natural bioherbicide, aiming to hinder the germination or growth of weeds. These findings are anticipated to provide valuable insights for research endeavors in the coming years.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The authors declare that they have contributed equally 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

- Apuhan, A.K., & Beyazkaya, T. (2019). Bingöl'ün yenilebilir yabancı bitkilerinin gastronomi turizmine etkisi. *Tourism and Recreation*, 1 (1), 31-37. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tourismandrecreation/issue/46565/581393>
- Arıkan, N., & Elibüyük, Ö.İ. (2015). Yabancı otlarla mücadelede allelopatinin kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8 (1), 46-50. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/derleme/issue/35094/389314>
- Arminante, L., De Falco, E., De Feo, V., De Martino, L., Mancini, E., & Quaranta, E. (2006). Allelopathic activity of essential oils from Mediterranean Labiatae. In *I International Symposium on The Labiatae: Advances in Production, Biotechnology and Utilisation*, 723, 347-356. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.723.47>
- Arslan, M., & Üremiş, İ. (2015). Weed control with essential oils in organic farming. *Proceedings of VI International Agricultural Symposium "Agrosym 2015"*, 1194-1200.
- Ateş, E., & Üremiş, İ. (2021). Bazı fiziksel ve kimyasal dormansi kırma yöntemlerinin *Sinapis arvensis* L. (yabancı hardal) tohumlarına karşı etkinliğinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 24 (2), 91-107. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws/issue/67412/982893>
- Barney, N.J., Hay, G.A., & Weston, A.L. (2005). Isolation and characterization of allelopathic volatiles from mugwort (*Artemisa vulgaris* L.). *Journal of Chemical Ecology*, 31, 247-265. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10886-005-1339-8>
- Bayat, A., Üremiş, İ., Ulubilir, A., & Yarpuz, N. (1996). 2000'li yıllara girerken pestisit uygulama yöntemlerindeki gelişmeler. II. *Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu Bildirileri*, 273-283. <https://www.scielo.br/j/bjm/a/4ydfHj4y5hZFrDQnFCHq8n/>
- Baytop, T. (1999). Türkiye'de bitkiler ile tedavi: Geçmişte ve bugün. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, 480 s.
- Bozari, S., Çakmak, B., & Kurt, H. (2017). *Satureja hortensis* bitkisinin uçucu yağlarının *Hordeum vulgare* L. tohumları üzerine genotoksik etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 185-197. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.289453>
- Busatta, C., Massi, A.J., Rodrigues, M.R., Causion, R.L., & Oliviveria, J.V. (2007). Elevation of *Origanum vulgare* essential oil as antimicrobial agents sausage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38 (4), 1-6.
- Chang, S.T., Cheng, S.S., & Wang, S.Y. (2001). Antitermitic activity of essential oils and components from *Taiwania (Taiwania cryptomerioides)*. *Journal of Chemical Ecology*, 27, 717-724. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11446295/>
- Charles, A., Mihaliak, Jonathon, G., & Rodney, C. (1991). Lack of rapid monoterpene turnover in rooted plants: implications for theories of plant chemical defense. *Oecologia*, 87, 373-376. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00634594>
- Cünedioğlu, T., & Üremiş, İ. (2018). Biberiye ve sütçüler kekiği uçucu yağlarının bazı yabancı ot tohumlarının çimlenmelerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 24-32. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkuzfd/issue/37413/414331>
- Çetinkaya, N., & Yıldız, S. (2018). Erzurum'un yenilebilir otları ve yemeklerde kullanım şekillerine yönelik bir araştırma. *Güncel Turizm Araştırma Dergisi*, 2 (Ek Sayı 1), 482-503.

- Çetintaş, R., Tursun, N., Karıcı, A., Almira, M.H., & Seyithanoğlu, M. (2006). The bioherbicidal effects of daphne (*Laurus nobilis* L.) and some of its important components on the germination of some weeds and agronomic crops. *Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*, 6-9 November, Florida-USA, p52.
- Dragoeva, A.P., Koleva, N.P., Nanova, Z.D., & Koseneva, M.Z. (2014). Allelopathy of cold water extract from *Origanum vulgare* spp. *vulgare* L. *Natural of Agricultural Chemistry and Environment*, 3 (4), 144-150. <https://doi.org/10.4236/jacen.2014.34017>
- Dudai, N., Paljakoff, M.A., Mayer, A.M., Putievsky, E., & Lerner, H.R. (1999). Essential oil as allelochemicals and their potential use bioherbicides. *Journal of Chemical Ecology*, 25 (5), 1079-1089. <https://www.researchgate.net/publication/226916494>
- Dudai, N., Poljakoff, M.A., Lerner, H.R., Putievsky, E., Ravid, U., & Katzir, E. (1993). Inhibition of germination and growth by volatiles of *Micromeria fruticosa*. *Acta Horticulturae*, 34, 123-131. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.344.15>
- Efil, F., & Üremiş, İ. (2019). Dağ kekiği (*Origanum syriacum* L.) ve mercanköşk (*Origanum majorana* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların bazı yabancı ot tohumlarının çimlenmesine ve bitki gelişimine etkileri. *Turkish Journal of Weed Science*, 22 (1), 25-35. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/753870>
- EPPO (2024). <https://gd.eppo.int/> (Access Date: 17.01.2024).
- Gholami, B., Faravani, M., & Kashki, M. (2011). Allelopathic effects of aqueous extract from *Artemisia kopetdaghensis* and *Satureja hortensis* on growth and seed germination of weeds. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 1 (9), 283-290. [https://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%201\(9\)283-290,%202011.pdf](https://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%201(9)283-290,%202011.pdf)
- Güllüce, M., Sökmen, M., Deferera, D., Açar, G., Özkan, H., Kartal, N., & Şahin, F. (2003). In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (14), 3958-3965. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12822930/>
- Isman, M.B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19 (8-10), 603-608. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Karabörklü, S. (2008). Çeşitli bitkilerden elde edilen uçucu yağların depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki öldürücü etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 86 s, Kayseri.
- Karaman, Y., Yaşar, A., & Tursun, N. (2021). Bazı yabancı ot ve kültür bitkisi tohumlarının çimlenmesine yarpuz (*Mentha pulegium* L.) uçucu yağının etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (4), 2477-2486. <https://doi.org/10.21597/jist.928282>
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, İ., & Bülbül, A. (2011). Ankara ekolojik koşullarında sater (*Satureja hortensis* L) bitkisinde uçucu yağ ve bileşenlerinin ontogenetik varyabilitesinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 29-36. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/19042/201400>
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakçı, R., Kesdek, M., & Mete, E. (2008). Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acudites* and three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource Technology*, 99 (18), 8788-8795. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.04.048>
- Kordali, S., Çakır, A., Akcin, T.A., Mete, E., Akcin, A., Aydın, T., & Kılıç, H. (2009). Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Industrial Crops and Products*, 29, (2-3), 562-570. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.11.002>

- Kwiecińska, P.E., Kraska, P., & Pałys, E. (2011). The influence of water extracts from *Galium aparine* L. and *Matricaria maritime* subsp. *inodora* (L.) Dostal on germination of winter rye and triticale. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*, 10, 75-85. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-2d5a875a-b145-4ff6-84e7-c3c22169ad37/c/6.pdf>
- Luciana, G.A., Carpanese, G., Cioni, L.P., Morelli, I., Macchia, M., & Flamini, G. (2003). Essential oil from Mediterranean Lamiaceae as germination inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (21), 6158-6164. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf0210728>
- Marino, M., Bersani, C., & Comi, G. (2001). Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *International Journal of Food Microbiology*, 67 (3), 187-195. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00447-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00447-0)
- Mukhopadhyay, S.K., Mondal, D.C., Hossain, A., Dasgupta, M.K., Ghosh, D.C., Gupta, D.D., & Bhattacharya, D. (1995). Possible production of plant herbicides from *Eucalyptus*. *Proceedings of the National Symposium on Sustainable Agriculture in Sub-humid Zone*, Sriniketan, West Bengal, Institute of Agriculture, India, 281-285.
- Oğan, Y., & Cömert, M. (2022). Artvin yöre gastronomisinde tıbbi ve aromatik bitkiler. *Aydın Gastronomy*, 6 (1), 29-38. https://doi.org/10.17932/IAU.GASTRONOMY.2017.016/gastronomy_v06i1003
- Önen, H. (2003). Bazı bitkisel uçucu yağların biyoherbisidal etkileri. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 6 (1), 39-47. <https://www.researchgate.net/publication/275655623>
- Özüdoğru, B., Akaydın, G., Erika, S., & Yesilada, E. (2011). Inferences from an ethnobotanical field expedition in the selected locations of Sivas and Yozgat provinces (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 137, 85-98. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.04.050>
- Pinto, E., Pina-Vaz, C., Salgueria, L., Gonc, M.J., Oliveira, S.C., Cavaleiro, C., & Oliveira, J.M. (2006). Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *Journal of Medical Microbiology*, 55 (10), 1367-1373. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.46443-0>
- Rice, E. (1984). Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press Inc. Orlando FL. Academic Press, 130-188.
- Salamcı, E., Kordali, S., Kotan, R., Cakır, A., & Kaya, Y. (2007). Chemical composition, antimicrobial and herbicidal effects of essential oils isolated from Turkish. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35, 569-581. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2007.03.012>
- Soylu, E.M., Soyulu, S., & Kurt, Ş. (2006). Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161, 119-128. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11046-005-0206-z>
- Şahin, C.B., Arslan, M., & Kırmaz, S. (2013). Bazı yabancı ot tohumlarının çimlenmesi üzerine uçucu yağların herbisidal etkisi. *Tarla Bitkileri Kongresi Bildiriler*, 1026-1030, Konya.
- Telci, İ. (2006). Uçucu yağlar ve allelopati. *Allelopati Çalıştayı "Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı: Dün, Bugün, Yarın" Bildiriler*, 153-159.
- Tetik, F., Civelek, S., & Cakilcioglu, U. (2013). Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 146, 331-346. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.12.054>
- Tworowski, T. (2002). Herbicide effects of essential oils. *Weed Science*, 50, 425-431. <https://www.jstor.org/stable/4046523>
- Ulte, A., Bennik, M.J., & Maezelaar, R. (2002). The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 1561-1568. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.4.1561-1568.2002>
- Uremis, I., Arslan, M., & Uludag, A. (2008). Effect of essential oils on the germination of *Solanum nigrum* and *Physalis angulata*. *Abstracts of 5th World Congress on Allelopathy "Growing Awareness of the Role of Allelopathy in Ecological, Agricultural, and Environmental Processes"*, 47-48.

- Uygur, F.N. (1985). Untersuchungen zu art und bedeutung der verunkrautung in der Çukurova unter besonderer berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) Pers. *PLITS*, 1985/3 (5), Stuttgart, p 169.
- Üremiş, İ., Soylu, S., & Uludağ, A. (2017). The effect of essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. on several weed and crop species. *Abstracts of the 26th Asian-Pacific Weed Science Society Conference*, 311.
- Üremiş, İ., & Uygur, F.N. (1999). Çukurova bölgesindeki önemli bazı yabancı ot tohumlarının minimum optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 2 (1), 1-12.
- Üremiş, İ., Arslan, M., & Sangun, M.K. (2009). Herbicidal potential of essential oils on the germination of some problem weeds. *Asian Journal of Chemistry*, 21 (4) 3199-3210. <https://www.researchgate.net/publication/289068879>
- Üremiş, İ., Arslan, M., & Yıldırım, A.E. (2011). Bitkisel kökenli uçucu yağların bazı yabancı ot tohumlarına karşı herbisidal potansiyellerinin belirlenmesi. *Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 155.
- 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 Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 211-228. <https://doi.org/10.33462/jotaf.645336>
- Üremiş, İ., Soylu, S., Uludağ, A., Asil, H., Kara, M., & Arslan, M. (2023a). Yabancı ot mücadelesinde bitki uçucu yağlarının kullanımı: Türkiye’de yapılan çalışmalara geçmişten geleceğe bakış 1, (Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Gelişmeler, Ed., Atik, A. ve Keskin, A.H.). Platanus Publishing, Ankara, 327-359.
- Üremiş, İ., Soylu, S., Uludağ, A., Asil, H., Kara, M., & Arslan, M. (2023b). Yabancı ot mücadelesinde bitki uçucu yağlarının kullanımı: Türkiye’de yapılan çalışmalara geçmişten geleceğe bakış 2, (Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Gelişmeler, Ed., Atik, A. ve Keskin, A.H.). Platanus Publishing, Ankara, 361-397.
- Üstüner, T. (2022). Kahramanmaraş ilinde gıda olarak tüketilen bitki türlerinin ve kullanım amaçlarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 25 (1), 54-68. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws/issue/71156/1110633>
- Yasar, A., Karaman, Y., Gokbulut, I., Tursun, A.O., Tursun, N., Uremis, I., & Arslan, M. (2021). Chemical composition and herbicidal activities of essential oil from aerial parts of *Origanum* hybrids grown in different global climate scenarios on seed germination of *Amaranthus palmeri*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24 (3), 603-616. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1951848>
- Yazlık, A. (2014). Kanyaş [*Sorghum halepense* (L.) Pers.]’ın Marmara bölgesindeki yaygınlığı, yoğunluğu, biyolojisi ve alternatif mücadele olanaklarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 176 s, Hatay.
- Yeşilbağ, D. (2007). Fitobiyotikler. *Uludağ Üniversitesi Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 26 (1-2), 33-39. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uluvfd/issue/13526/163626>

Bakteriyel leke hastalığına neden olan *Xanthomonas* izolatlarının tür düzeyinde tanısı

Diagnosis of *Xanthomonas* isolates causing bacterial spot disease at the species level

Benian Pınar AKTEPE¹, Raziye ÇETİNKAYA YILDIZ², Yeşim AYSAN³

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadırlı Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Kadırlı, Osmaniye, Türkiye.

²Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye.

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 24.01.2024 Accepted / Kabul: 01.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> <i>Xanthomonas perforans</i> Biber Domates PCR</p> <p>Keywords: <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> <i>Xanthomonas perforans</i> Pepper Tomato PCR</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Benian Pınar AKTEPE benianaktepe@osmaniye.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>Bilimsel amaçlı biyolojik çalışmaların başlangıç noktası olan taksonomi, bir canlının diğer canlılarla akrabalık ilişkilerini ortaya koymaktadır. Taksonomi doğal olarak değişimlik gösterebildiği gibi, yeni teknolojiler, metotlar ve kavramlarla da değişebilir. Diğer canlı türlerinde olduğu gibi bakterilerde de sınıflandırma ve isimlendirmeler gelişen moleküler teknikler ile beraber değişebilmektedir. Sistematüğinde değişiklik olan ve yeni türlere ayrılan bakteriyel etmenlerden biri de domates ve biberde Bakteriyel Leke Hastalığı etmeni <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> (Syn <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>)'dır. Patojen, yeni moleküler tekniklerin ışığında dört türe ayrılmıştır. DNA homolojisine göre yapılan analizlerde <i>Xanthomonas euvesicatoria</i>, <i>Xanthomonas vesicatoria</i>, <i>Xanthomonas perforans</i> ve <i>Xanthomonas gardneri</i> olarak isimlendirmiştir. Bu çalışma kapsamında; Adana, Antalya ve Mersin illerinde açık alan ve örtü altında yetiştirilen domates ve biberlerden, fideliklerden ve biber tohumlarından 2004-2021 yılları arasında izole edilmiş 66 adet <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> izolatu klasik PCR testi kullanılarak yeniden sınıflandırılmıştır. Yapılan Klasik PCR testinde izolatların %91'i (60 izolat) <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> olarak ve %9'u (6 izolat) ise <i>Xanthomonas perforans</i> olarak saptanmıştır. Bu makale <i>Xanthomonas perforans</i>'ın Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Adana ve Mersin illeri) varlığını ortaya koyan ilk çalışma niteliğindedir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The starting point of biological studies for scientific purposes is taxonomy. Taxonomic information reveals the kinship relations of a living thing with other living things. Taxonomy, which can change naturally over time, can also change as a result of new technologies, methods and concepts. As in other living things, classification and nomenclature in bacteria can change with the developing molecular techniques. <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> (Syn <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>), the causal agent of Bacterial Spot Disease of tomato and pepper, is one of the bacterial agents whose systematics have changed and divided into new species. These four species were named as <i>Xanthomonas euvesicatoria</i>, <i>Xanthomonas vesicatoria</i>, <i>Xanthomonas perforans</i> and <i>Xanthomonas gardneri</i> according to DNA homology analysis. In this study, 66 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> isolates isolated from tomatoes and peppers grown in open field and under cover as well as seedlings and pepper seeds in Adana, Antalya and Mersin provinces between 2004 and 2021 were reclassified using classical PCR test. Based on the results, 91% (60 isolates) were identified as <i>Xanthomonas euvesicatoria</i> and 9% (6 isolates) were identified as <i>Xanthomonas perforans</i>. This article is the first research on occurrence of <i>Xanthomonas perforans</i> in the Eastern Mediterranean Region (Adana and Mersin provinces).</p>
Cite/Atıf	Aktepe, B.P., Yıldız Çetinkaya, R., & Aysan, Y. (2024). Bakteriyel leke hastalığına neden olan <i>Xanthomonas</i> izolatlarının tür düzeyinde tanısı. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 439-449. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1424660

GİRİŞ

Domates ve biber bitkilerinde dört farklı *Xanthomonas* türleri tarafından neden olunan Bakteriyel Leke Hastalığı dünya genelinde biber ve domates üretimini tehdit eden ekonomik açıdan önemli bir hastalıktır. Hastalık, özellikle yüksek sıcaklık ve nemin aynı anda meydana geldiği üretim alanlarında önemli bir sorundur. İlk olarak 1921 yılında Güney Afrika'da saptanan bu etmen *Bacterium vesicatorium* olarak isimlendirilmiş, 1939 yılında ise *Xanthomonas vesicatoria* olarak adlandırılmıştır. İlerleyen dönemde, Jones ve ark. (2000)'nin bildirdiğine göre patojen, Dye (1978) tarafından *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* olarak yeniden isimlendirilmiştir. Eski Yuggoslavya'da domates üretim alanlarında 1957 yılında saptanan ve *Pseudomonas gardneri* olarak isimlendirilen etmen, Dye tarafından yapılan biyokimyasal ve morfolojik testler ile *Xanthomonas* cinsi içerisine yerleştirilmiş ve *Xanthomonas gardneri* olarak adlandırılmış ve bu sınıflandırma yapılan DNA-rRNA hibridizasyon testleri ile desteklenmiştir (Jones ve ark., 2004). Stall ve ark. (1994) tarafından yapılan çalışmalarda *X. campestris* pv. *vesicatoria*'nın genetik açıdan farklı özellikler içeren iki gruba ayrıldığı saptanmış ve bu gruplar A ve B olarak isimlendirilmiştir. Araştırmacılar genetik açıdan farklı olan bu grupların biber ve domates bitkilerinde aynı hastalığı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Sahin ve Miller (1998) ise domateslerde üç farklı ırk (T1, T2, ve T3) bulunduğunu, buna karşın biberlerde on bir farklı ırkın (P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10) saptandığını bildirmişlerdir. Ancak 2004 yılında Jones ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*'nın taksonomisi yeniden değişmiş ve etmen *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri* ve *Xanthomonas vesicatoria* olmak üzere dört farklı türe ayrılmıştır (Jones ve ark., 2004; EPPO, 2013; Zhang ve ark., 2021). Bakteriyel leke hastalığına neden olan etmenler arasındaki taksonomik karmaşıklıklar nedeniyle, dört türün sınıflandırması son on yılda birkaç kez değişmiştir. Son yıllarda yapılan moleküler tabanlı çalışmalar ile *Xanthomonas perforans*'ın terminolojisi *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans* olarak yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca son dönemlerde geliştirilen genom dizileme teknolojileri bu etmenin genomik çeşitliliği hakkında yeni bilgileri ortaya koymaktadır (Osdaghi ve ark., 2021; Abrahamian ve ark., 2021). Türe özgü DNA tabanlı teknolojiler (PCR; Real Time PCR; vb.) domates ve biberde Bakteriyel Leke Hastalığına neden *Xanthomonas* türlerinin belirlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Lin ve ark., 2020). Birden çok sayıda heterojen yapıya sahip *Xanthomonas* türünün oluşturduğu karmaşık bir hastalık olan Bakteriyel Leke Hastalığı, örtü altında yetiştirilen domates ve biber bitkilerinin yanı sıra özellikle sıcak ve nemli koşullarda açık alanlarda yetiştirilen domates ve biber bitkilerinde de sorun olmaktadır. Etmen çok şiddetli enfeksiyonlarda, pazarlanabilir meyve veriminde %23-44 arasında değişen oranlarda direkt ürün kaybına neden olurken, yoğun enfeksiyonun görüldüğü bitkilerde ise yaprakların dökülmesi nedeniyle meyveler doğrudan güneş ışığına maruz kalmakta ve güneş yanığı gibi ikincil kayıplar da gözlenmektedir (Şahin ve ark., 2013). Etmen Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonunun (EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organization) karantina etmenleri listesi A2'de yer almaktadır. Ülkemizde ise Bitki Karantinası Yönetmeliği Ek 2B "Türkiye'de sınırlı olarak bulunan karantinaya tabii organizmalar" listesinde bulunmaktadır (Anonim, 2024).

Bu çalışmada 2004-2021 yılları arasında Adana, Mersin ve Antalya illerinde tarla ve fidelikte yetiştirilen domates ve biber bitkilerinden, örtü altında yetiştirilen domates bitkilerinden ve biber tohumlarından izole edilmiş ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan 66 adet *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* izolatu klasik PCR testi kullanılarak yeniden sınıflandırılmıştır. Türkiye'nin farklı illerindeki tarla, örtü altı, ve fideliklerde hasta domates ve biber bitkileri ile biber tohumlarından izole edilmiş olan 66 adet izolatu tür düzeyinde, yeni taksonomik sınıflandırmaya uygun teşhisleri ortaya konmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Xanthomonas izolatları

Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan tarla, sera ve fideliklerde yetişen domates bitkileri ile tarla ve fideliklerde yetişen biber bitkilerinden ve biber tohumlarından izole edilen *Xanthomonas* spp. izolatları çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Karşılaştırma kültürü olarak Erciyes Üniversitesi'nden Doç. Dr. Sümer HORUZ tarafından *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanan SH-4-1 kodlu bölge izolatı (Horuz, 2019) ve Florida Üniversitesinden Dr. J.B. JONES'un kültür koleksiyonundan Zir. Yük. Müh. Serhat KARA tarafından temin edilen GEV kodlu *Xanthomonas perforans* izolatı kullanılmıştır. Ayrıca RST65/RST69; Bs-XeF/Bs-XeR ve Bs-XpF/Bs-XpR primer çiftleri, çeşitli kimyasallar ile laboratuvar araç ve gereçleri de çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

Çalışmada kullanılan izolatlara ait bilgiler

Çalışmada tarla, sera ve fideliklerde yetişen domates bitkileri ile tarla ve fideliklerde yetişen biber bitkilerinden ve biber tohumlarından 2004-2021 yılları arasında izole edilen 66 izolatın 59 adeti Adana, 5 adeti Mersin, 2 adeti Antalya illerinden elde edilmiştir. Bu izolatlara ek olarak, iki izolat daha karşılaştırma kültürü olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Türkiye'nin farklı illerinden izole edilen 66 adet *Xanthomonas* izolatınının 36 adeti domatesten ve 30 adeti biberden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan izolatların bir tanesi örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan üretim alanından, 5 adeti biber tohumundan, 10 adeti sofralık üretim yapılan tarladan ve 50 adeti de ticari sebze fide üretimi yapılan fideliklerden izole edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan *Xanthomonas* izolatlarına ait bilgiler

Table 1. Information on the *Xanthomonas* isolates used in the study

	Kod	Konukçu	Üretim Alanı	İl	İzolasyon Yılı
1	YA-603	Biber	Tarla	Adana	2004
2	YA-604	Biber	Tarla	Adana	2004
3	YA-605	Biber	Tarla	Adana	2004
4	YA-606	Biber	Tarla	Adana	2004
5	YA-608	Biber	Tarla	Adana	2004
6	YA-611	Domates	Fidelik	Adana	2012
7	YA-612	Domates	Fidelik	Adana	2012
8	YA-614	Biber	Fidelik	Adana	2013
9	YA-616	Domates	Fidelik	Adana	2013
10	YA-617	Domates	Fidelik	Adana	2013
11	YA-618	Domates	Fidelik	Adana	2013
12	Ya-619	Biber	Fidelik	Adana	2013
13	YA-620	Domates	Fidelik	Adana	2013
14	YA-621	Biber	Tarla	Adana	2013
15	YA-623	Biber	Tarla	Adana	2013
16	YA-624	Domates	Fidelik	Antalya	2013
17	YA-625	Domates	Fidelik	Antalya	2013
18	YA-626	Domates	Tarla	Adana	2014
19	YA-627	Domates	Tarla	Mersin	2016
20	YA-628	Domates	Sera	Mersin	2016
21	YA-629	Domates	Fidelik	Adana	2016
22	YA-633	Biber	Tarla	Adana	2016
23	YA-839	Biber	Fidelik	Adana	2018

Çizelge 1 (devamı). Çalışmada kullanılan Xanthomonas izolatlarına ait bilgiler

Table 1 (continued). Information on the Xanthomonas isolates used in the study

24	YA-840	Biber	Fidelik	Adana	2018
25	YA-842	Biber	Fidelik	Adana	2018
26	YA-843	Biber	Fidelik	Adana	2018
27	YA-844	Biber	Fidelik	Adana	2018
28	YA-845	Biber	Fidelik	Adana	2018
29	YA-846	Biber	Fidelik	Adana	2018
30	YA-855	Biber	Fidelik	Adana	2018
31	YA-856	Biber	Fidelik	Adana	2018
32	YA-858	Biber	Fidelik	Adana	2018
33	YA-859	Biber	Fidelik	Adana	2018
34	YA-860	Biber	Fidelik	Adana	2018
35	YA-861	Biber	Fidelik	Adana	2018
36	YA-862	Biber	Tohum	Adana	2018
37	YA-863	Biber	Tohum	Adana	2018
38	YA-864	Biber	Tohum	Adana	2018
39	YA-865	Biber	Tohum	Adana	2018
40	YA-866	Biber	Tohum	Adana	2018
41	YA-874	Domates	Fidelik	Mersin	2018
42	YA-876	Domates	Fidelik	Mersin	2018
43	YA-877	Domates	Fidelik	Mersin	2018
44	YA-1052	Domates	Fidelik	Adana	2021
45	YA-1053	Domates	Fidelik	Adana	2021
46	YA-1054	Domates	Fidelik	Adana	2021
47	YA-1055	Domates	Fidelik	Adana	2021
48	YA-1056	Domates	Fidelik	Adana	2021
49	YA-1057	Domates	Fidelik	Adana	2021
50	YA-1058	Domates	Fidelik	Adana	2021
51	YA-1059	Domates	Fidelik	Adana	2021
52	YA-1060	Domates	Fidelik	Adana	2021
53	YA-1061	Domates	Fidelik	Adana	2021
54	YA-1062	Domates	Fidelik	Adana	2021
55	YA-1063	Domates	Fidelik	Adana	2021
56	YA-1064	Domates	Fidelik	Adana	2021
57	YA-1066	Domates	Fidelik	Adana	2021
58	YA-1067	Domates	Fidelik	Adana	2021
59	YA-1068	Domates	Fidelik	Adana	2021
60	YA-1069	Domates	Fidelik	Adana	2021
61	YA-1070	Domates	Fidelik	Adana	2021
62	YA-1071	Domates	Fidelik	Adana	2021
63	YA-1072	Domates	Fidelik	Adana	2021
64	YA-1074	Domates	Fidelik	Adana	2021
65	YA-1076	Biber	Fidelik	Adana	2021
66	YA-1078	Biber	Fidelik	Adana	2021
67	SH-4-1	Erciyes Üniversitesi Doç. Dr. S. HORUZ Kültür Koleksiyonu			
68	GEV	Florida Üniversitesi Dr. J.B. JONES Kültür Koleksiyonu			

Xanthomonas izolatlarının genomik DNA izolasyonu

DNA izolasyonu için Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan ve -20°C'de Eppendorf tüplerde muhafaza edilen Xanthomonas izolatları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan

izolatlar +4°C'de 9.000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu süre sonunda tüplerde oluşan süpernatant uzaklaştırılmış ve elde edilen pellet DNA izolasyonunda kullanılmıştır. Referans kültürler de dahil olmak üzere *Xanthomonas* türlerine ait toplam 68 izolatın DNA izolasyonu, DNA pröfikasyon kiti (Katalog numarası: K0721, Roche marka) kullanılarak üretici firma protokolüne uygun olarak yapılmıştır. Elde edilen nükleik asitlerin saflık ve miktar tayini 100 ng/µl yoğunluğa ayarlanmıştır. Elde edilen 68 izolata ait genomik DNA'lar klasik PCR çalışmasında kullanılmak üzere -20°C'de muhafaza edilmiştir.

***Xanthomonas* izolatlarının moleküler tanısı**

Xanthomonas izolatlarının moleküler tanısı iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, izolatların *Xanthomonas* cinsine dahil olup olmadıkları moleküler olarak ortaya konulmuş, ikinci aşamada ise *Xanthomonas* cinsi içerisinde yer alan izolatların türleri belirlenmiştir.

***Xanthomonas* izolatların cins düzeyinde moleküler tanısı**

Sera, tarla ve fideliklerde domates bitkilerinde elde edilen izolatlar ile tarla ve fideliklerdeki biber bitkilerinden ve biber tohumlarından izole edilen izolatların *Xanthomonas* cinsine ait olup olmadıklarını belirlemek için klasik PCR testi yapılmıştır. Çalışmada *Xanthomonas* cinsi içerisinde yer alan türlerin patojenisitesinden sorumlu hrpB7-s bölgesinden elde edilen RST65 ve RST69 primerleri kullanılmıştır (Obradovic ve ark., 2004). PCR çoğaltmalarında 8.5 µl nuclease free su, 12.5 µl PCR Master Mix (Promega, M7502), 1.0 µl RST65, 1.0 µl RST69 (10 pmol/ µl) ve 2.0 µl genomik DNA olmak üzere toplam 25.0 µl içerik kullanılmıştır. Çalışmada Thermocycler cihazı, PCR döngüleri 95°C'de 5.0 dakika, 95°C'de 60.0 saniye, 55°C'de 30.0 saniye, 72°C'de 45.0 saniye (29 döngü) ve son aşamada 72°C'de 5.0 dakika olacak şekilde programlanmıştır. Çalışmada kullanılan RST65 ve RST69 primerlerinin baz dizimleri ve beklenen bant büyüklüğü Çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2. PCR çalışmalarında kullanılan RST65 ve RST69 primerlerinin baz dizimleri ve beklenen bant büyüklüğü

Table 2. Base sequences and expected band size of RST65 and RST69 primers used in the PCR studies

Primer	Baz dizimleri	Bant Büyüklüğü (bp)
RST65	5 GTCGTCGTTACGGCAAGGTGGTCG 3	420
RST69	5 TCGCCCAGCGTCATCAGGCCATC-3	

***Xanthomonas* spp. izolatlarının tür düzeyinde tanısı**

Xanthomonas cinsi içerisinde yer aldığı moleküler olarak teyit edilen izolatların türünü belirlemek için yapılan klasik PCR çalışmasında *Xanthomonas euvesicatoria*'ya spesifik Bs-XeF ve Bs-XeR primer çifti ile *Xanthomonas perforans*'a spesifik Bs-XpF ve Bs-XpR primer çifti kullanılmıştır (Koenraadt ve ark., 2009). PCR analizlerinde içerik 8.5 µl nuclease free su, 12.5 µl PCR Master Mix (Promega, M7502), 1.0 µl primer 1, 1.0 µl primer2 (10 pmol/ µl) ve 2.0 µl genomik DNA olmak üzere toplam 25.0 µl olacak şekilde ayarlanmıştır. PCR çalışmasında Thermocycler cihazıyla PCR döngüsü 94°C'de 2 dakika 1 döngü, 95°C'de 30 saniye, 67°C'de 30 saniye, 72°C'de 30 saniye (40 döngü) ve son döngüde 72°C'de 5 dakika olarak programlanmıştır. Bs-XeF ve Bs-XeR primer çifti ile Bs-XpF ve Bs-XpR primerlerinin baz dizimleri ve beklenen bant büyüklükleri Çizelge 3'de yer almaktadır.

Elde edilen PCR ürünlerinin görüntülenmesi

PCR ürünlerinin görüntülenmesinde yapılan agaroz jel elektroforezi için 1X TAE tamponu kullanılarak %2'lik agaroz jel hazırlanmıştır. Ardından, 50°C'ye soğutulmuş agaroz jel'e %5 oranında Syber Safe eklenerek 30 dakika oda sıcaklığında jelin donması beklenmiştir. Jel tankı içerisine jeli örtünceye kadar 0.5X TBE buffer konulmuştur. Ardından agaroz jel çukurlarına 10 µl PCR ürünü ile 2 µl loading buffer karışımı bir mikropipet kullanılarak yüklenmiştir. Moleküler ağırlık işaretleyici (Marker) (Katalog numarası: SM0241, ThermoFisher firması) olarak 100 bp DNA ladder

Çizelge 3. PCR çalışmasında kullanılan primer çiftlerine ait baz dizimleri ve beklenen bant büyüklükleri

Table 3. Base sequences and expected band sizes of the primer pairs used in the PCR study

Primer	Baz dizimleri	Bant büyüklüğü (bp)
Bs-XeF	5'-CAT GAA GAA CTC GGC GTA TCG-3'	173
Bs-XeR	5'-GTC GGA CAT AGT GGA CAC ATA C3'	
Bs-XpF	5'- GTC GTG TTG ATG GAG CGT TC -3'	197
Bs-XpR	5'- GTG CGA GTC AAT TAT CAG AAT GTG G 3'	

kullanılmıştır. PCR ürünleri 80V elektrik akımında 2 saat yürütüldükten sonra transliminatörde ultraviyole ışıkta bantlar incelenerek kaydedilmiştir (Sambrook ve ark., 1989).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Xanthomonas izolatlarının genomik DNA izolasyonu

2004-2021 yılları arasında Adana, Antalya ve Mersin illerindeki fidelik, tarla ve seralarda yaprak lekesi belirtisi gösteren domates ve biber bitkilerinden ve biber tohumlarından izole edilmiş olan 66 adet *Xanthomonas* izolatının ve karşılaştırma kültürü olarak temin edilen iki izolatın genomik DNA'ları izole edilmiştir. Elde edilen nükleik asitlerin saflık ve miktar tayini spektrofotometre kullanılarak 100 ng/μl yoğunluğa ayarlanmıştır.

Xanthomonas izolatların cins düzeyinde tanısı

Elde edilen izolatların *Xanthomonas* cinsine ait olup olmadığını belirlemek için yapılan PCR çalışmasında 66 bölge izolatı 420 bp büyüklükte bant oluşturmuş ve moleküler olarak *Xanthomonas* spp. olarak tanılanmıştır.

Xanthomonas izolatların tür düzeyinde tanısı

Xanthomonas cinsine ait olduğu moleküler olarak teyit edilen 66 adet izolatın tür düzeyinde tanılanması için BSXeF ve BSXeR primer çifti kullanılarak yapılan PCR testinde 60 adet izolat 173 bp büyüklükte bant oluşturmuş ve moleküler olarak *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanmıştır. *Xanthomonas euvesicatoria*'ya özgü BSXeF ve BSXeR primer çifti kullanılarak yapılan PCR testinde tanılanamayan altı adet izolat ise Bs-XpF ve Bs-XpR primerlerinin kullanıldığı klasik PCR çalışmasında 197 bp büyüklükte bant oluşturmuş ve moleküler olarak *Xanthomonas perforans* olarak tanılanmıştır. Çizelge 4'de çalışmada kullanılan *Xanthomonas* cinsine ait izolatların türleri yer almaktadır. *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanan 60 izolatın 30 adedi domatesten, 30 adedi ise biberden farklı yıllarda izole edilmiştir. Bu izolatların 45 adedi fidelikten, 9 adedi tarladan, 5 adedi tohumdan, 1 adedi ise örtüaltından izole edilmiştir. *Xanthomonas perforans* olarak tanılanan 6 domates izolatının 5 adedi fidelikten, 1 adedi ise tarladan elde edilmiştir (Çizelge 4). *Xanthomonas* türlerinin kesin olarak ayırt edilmesinde biyokimyasal testler, nişasta hidrolizi, pektolitik aktivite ve karbon kaynaklarından yararlanma kilit rol almaktadır (Jones ve ark., 2004).

Çalışmada kullanılan 66 izolatın tamamının nişastayı hidrolize ettiği önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Mirik, 2005; Horuz, 2019). Areas ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada 59 adet *Xanthomonas* izolatının nişastayı hidrolize etmediğini ve patatesta pektolitik aktivite oluşturmadığını ancak yapılan moleküler testlerde izolatların 173 bp'lik bant oluşturarak *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılandığını bildirmişlerdir. Jones ve ark. (2004) yaptığı çalışmada *Xanthomonas perforans* izolatlarının nişastayı çok yüksek oranda, *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının ise nişastayı düşük oranda hidrolize ettiğini ve pektolitik aktivite oluşturduğunu, *Xanthomonas gardneri* izolatlarının ise nişastayı hidrolize etmediğini bildirmişlerdir. Horuz (2019) ise, 2016 ve 2017 yıllarında Türkiye'nin Kayseri ilindeki biber üretim alanlarından elde ettiği 12 izolatı BS-XeF/BSXeR primerleriyle yapılan PCR sonuçlarına göre *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılamıştır. Bir diğer çalışmada Ontario'da domates arazilerindeki hasta yaprak ve meyvelerden izole edilen 98 izolatın 35'inin *Xanthomonas gardneri*, 26'sinin da *Xanthomonas perforans* olduğu

belirlenmiş ve bölgenin hakim türleri ortaya konulmuştur. Ayrıca araştırmacılar *Xanthomonas vesicatoria* ve *Xanthomonas euvesicatoria*'nın daha az yaygınlık gösterdiğini bildirmişlerdir (Abbasi ve ark., 2015). Bu mevcut çalışmada ise, kullanılan *Xanthomonas* izolatlarının 60 adeti *Xanthomonas euvesicatoria*, altı tanesi de *Xanthomonas perforans* olarak saptanmış ve buna bağlı olarak *Xanthomonas euvesicatoria* bölgemizde en yaygın tür olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. *Xanthomonas* izolatlarının tür düzeyinde tanısı

Table 4. Diagnosis of *Xanthomonas* isolates at species level

No	Kod	Konukçu	Üretim Alanı	Tür
1	YA-603	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
2	YA-604	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
3	YA-605	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
4	YA-606	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
5	YA-608	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
6	YA-611	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
7	YA-612	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
8	YA-614	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
9	YA-616	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
10	YA-617	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
11	YA-618	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas perforans</i>
12	Ya-619	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
13	YA-620	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
14	YA-621	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
15	YA-623	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
16	YA-624	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
17	YA-625	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
18	YA-626	Domates	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
19	YA-627	Domates	Tarla	<i>Xanthomonas perforans</i>
20	YA-628	Domates	Sera	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
21	YA-629	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
22	YA-633	Biber	Tarla	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
23	YA-839	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
24	YA-840	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
25	YA-842	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
26	YA-843	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
27	YA-844	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
28	YA-845	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
29	YA-846	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
30	YA-855	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
31	YA-856	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
32	YA-858	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
33	YA-859	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
34	YA-860	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
35	YA-861	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
36	YA-862	Biber	Tohum	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
37	YA-863	Biber	Tohum	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
38	YA-864	Biber	Tohum	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
39	YA-865	Biber	Tohum	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
40	YA-866	Biber	Tohum	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
41	YA-874	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas perforans</i>

Çizelge 4 (devamı). *Xanthomonas* izolatlarının tür düzeyinde tanısı

Table 4 (continued). *Diagnosis of Xanthomonas isolates at species level*

42	YA-876	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas perforans</i>
43	YA-877	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas perforans</i>
44	YA-1052	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
45	YA-1053	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
46	YA-1054	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
47	YA-1055	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
48	YA-1056	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
49	YA-1057	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
50	YA-1058	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
51	YA-1059	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
52	YA-1060	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
53	YA-1061	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
54	YA-1062	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
55	YA-1063	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
56	YA-1064	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
57	YA-1066	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
58	YA-1067	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
59	YA-1068	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
60	YA-1069	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
61	YA-1070	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
62	YA-1071	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
63	YA-1072	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas perforans</i>
64	YA-1074	Domates	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
65	YA-1076	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>
66	YA-1078	Biber	Fidelik	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>

Biber ve domates bitkilerinden elde edilen *Xanthomonas* izolatlarının %9.1'ini (6 izolat) *Xanthomonas perforans*, %90.9'unu (60 izolat) ise *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının oluşturduğu tespit edilmiştir. Elde edilen tüm izolatların üretim alanlarına göre dağılımı incelendiğinde domates fideliklerinden izole edilen *Xanthomonas perforans* izolatlarının %7.57 (5 izolat), tarlada yetiştirilen domates bitkilerinden izole edilenlerin ise %1.51 (1 izolat) oranında olduğu belirlenmiştir. *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanımlanan biber izolatlarının %25.76'sının (17 izolat) fideliklerden, %12.12'sinin (8 izolat) tarlada yetiştirilen biber bitkilerinden ve %7.57'sinin (5 izolat) ise tohumlardan elde edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanımlanan domates izolatlarının %42.42'sinin (28 izolat) fideliklerden, %1.51'inin (1 izolat) seralardan, %1.51'inin (1 izolat) ise tarlada yetiştirilen domates bitkilerinden elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Biber ve domates bitkilerinden elde edilen *Xanthomonas* izolatlarının farklı üretim alanlarına göre dağılımı
 Table 5. The distribution of *Xanthomonas* isolates obtained from pepper and tomato plants according to different production areas

Üretim Alanı	Biber		Domates		Toplam
	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>	<i>Xanthomonas perforans</i>	<i>Xanthomonas euvesicatoria</i>	<i>Xanthomonas perforans</i>	
Fidelik	17	0	28	5	50
Sera	0	0	1	0	1
Tarla	8	0	1	1	10
Tohum	5	0	0	0	5
Toplam	30	0	30	6	66

Farklı illerden izole edilen *Xanthomonas* izolatlarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde; 2004 ve 2012 yıllarında elde edilen izolatların %100'ü (sırasıyla 5 ve 2 izolat) *Xanthomonas euvesicatoria* olarak saptanmıştır. 2013 yılında elde edilen 10 izolatın %90'ı *Xanthomonas euvesicatoria*, %10'u ise *Xanthomonas perforans* olarak tespit edilmiştir. 2014 yılında ise; elde edilen bir izolat *Xanthomonas euvesicatoria* olarak tanılanmıştır. 2016 yılında elde edilen izolatların %75'i *Xanthomonas euvesicatoria*, %25'i ise *Xanthomonas perforans* olarak saptanmıştır. 2018 yılında toplam 21 izolat elde edilmiş olup %85.71'i *Xanthomonas euvesicatoria*, 14.13'ü ise *Xanthomonas perforans* olarak tanılanmıştır. 2021 yılında toplam 23 izolat elde edilmiş bu izolatların %95.62'si *Xanthomonas euvesicatoria*, %4.34'ü *Xanthomonas perforans* olarak belirlenmiştir.

Xanthomonas perforans izolatlarının illere göre dağılımı incelendiğinde; Adana ilinden 2 izolat, Mersin ilinden ise 4 izolat elde edildiği saptanmıştır. *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının illere göre dağılımı incelendiğinde 57 izolatın Adana ilinden, ikişer izolatın ise Antalya ve Mersin illerinden izole edildiği belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı illerden izole edilen *Xanthomonas* izolatlarının yıllara göre dağılımı

Table 6. Distribution of *Xanthomonas* isolates isolated from different provinces by years

Yıl	Adana		Antalya		Mersin		Toplam
	<i>X.euvesicatoria</i>	<i>X.perforans</i>	<i>X. euvesicatoria</i>	<i>X. perforans</i>	<i>X. euvesicatoria</i>	<i>X.perforans</i>	
2004	5	0	0	0	0	0	5
2012	2	0	0	0	0	0	2
2013	7	1	2	0	0	0	10
2014	1	0	0	0	0	0	1
2016	2	0	0	0	1	1	4
2018	18	0	0	0	0	3	21
2021	22	1	0	0	0	0	23
Toplam	57	2	2	0	1	4	66
	59		2		5		

Sonuç olarak, domates ve biberde Bakteriyel Leke Hastalığına neden olan *Xanthomonas* türleri bitkinin yeşil aksamı, tohumu ve meyvesi ile taşınabilme/yayılabilme özelliğine sahip olması nedeniyle bitkilerde hastalık oluşturan önemli bakteriyel bitki patojenleri arasında yer almaktadır. *Xanthomonas* türleri hem ülkemizin hemde EPPO (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü)'nun karantina listesinde yer almaktadır (Anonim 2024; EPPO, 2021). Dört farklı tür tarafından oluşturulan domates ve biberde Bakteriyel Leke Hastalığına hangi türün neden olduğunun bilinmesi, farklı türlerin yeni alanlara bulaşmasını önlemek için önemlidir. Özellikle bakteriyel leke etmenlerinin tür düzeyinde tanısının yapılması hem ithal hem de ihraç edilen üretim materyallerinde önem arz etmektedir. Yapılan moleküler tanı çalışmaları sonucunda tespit edilen *Xanthomonas euvesicatoria* izolatlarının, hem domates hem de biber bitkilerinde hastalık oluşturmaları bu türde konukçu çeşidi düzeyinde özelleşme olmadığını göstermektedir. Bu çalışmada Adana, Antalya ve Mersin illerindeki fidelik, tarla ve seralarda yaprak lekesi belirtisi gösteren domates ve biber bitkilerinden ve biber tohumlarından izole edilen *Xanthomonas* türlerinin *Xanthomonas euvesicatoria* ve

Xanthomonas perforans olduğu saptanmıştır. Ayrıca *Xanthomonas euvesicatoria*'nın Adana ve Antalya illerindeki domates ve biber üretim alanlarında *Xanthomonas perforans*'tan daha yaygın olduğu, Mersin ilinde ise *Xanthomonas perforans*'ın daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Bu makale *Xanthomonas perforans*'ın Doğu Akdeniz Bölgesinde (Adana ve Mersin illeri) varlığını ortaya koyan ilk çalışma niteliğindedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullandığımız SH-4-1 kodlu *Xanthomonas euvesicatoria* izolatını bize sağlayan Doç. Dr. Sümer HORUZ'a derin teşekkürlerimizi sunarız.

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

- Abbasi, P.A., Khabbaz, S.E., Weselowski, B., & Zhang, L. (2015). Occurance of copper-resistant strains and a shift in *Xanthomonas* spp. causing tomato bacterial spot in Ontario. *Canadian Journal of Microbiology*, 61 (10), 753-761. <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/cjm-2015-0228>
- Abrahamian, P., Klein-Gordon, L.M., Jones, J.B., & Vallad, G.E. (2021). Epidemiology, diversity, and management of bacterial spot of tomato caused by *Xanthomonas perforans*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 6143-6158. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11459-9>
- Anonim (Jan, 2024). *Bitki karantinası yönetmeliği*. [www.http.mevzuat.gov.tr](http://www.mevzuat.gov.tr)
- Areas, M.S., Gonçalves, R.M., Soman, J.M., Sakate, R.K., Gioria, R., da Silva Júnior, T.A., & Maringoni, A.C. (2015). Prevalence of *Xanthomonas euvesicatoria* on pepper in Brazil. *Journal of Phytopathology*, 163 (11-12), 1050-1054. <https://doi.org/10.1111/jph.12349>
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). (2013). Diagnostics, PM 7/110 (1) *Xanthomonas* spp. (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas vesicatoria*) causing bacterial spot of tomato and sweet pepper. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 43 (1), 7-20.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). (Aug, 2021). A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests- version 2021-09 – https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list
- Horuz, S. (2019). Identification of *Xanthomonas* spp. disease agent/s and the effect of chemical seed treatments to control bacterial spot of pepper. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (9), 6786-6792.
- Jones, J.B., Bouzar, H., Stall, R.E., Almira, E.C., Roberts, P.D., Bowen, B.W., Sudberry, J., Strickler P.M., & Chun J. (2000). Systematic analysis of Xanthomonads (*Xanthomonas* spp.) associated with pepper and tomato lesions. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 50, 1211-1219. <https://doi.org/10.1099/00207713-50-3-1211>
- Jones, J.B., Lacy, G.H., Bouzar, H., Stall, R.E., & Schaad, N.W. (2004). Reclassification of the Xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. *Systematic and Applied Microbiology*, 27 (6), 755-762. <https://doi.org/10.1078/0723202042369884>

- Koenraad, H., van Betteray, B., Germain, R., Hiddink, G., Jones, J.B., Oosterhof, J., Rijlaarsdam, A., Roorda, P., & Woudt, B. (2009). Development of specific primers for the molecular detection of bacterial spot of pepper and tomato. Proceedings of the 2nd International Symposium on Tomato Diseases (Eds H. Saygili, F Sahin & Y Aysan), *Acta Horticulturae*, 808, 99-102.
- Lin, Y.R., Lee, S., Lu, C.H., & Chu, C.C. (2020). Genetic and phenotypic characterization of *Xanthomonas axonopodis* pv. *maculifoliogardeniae* causing bacterial leaf spot of Ixora in Taiwan. *Journal Phytopathology*, 168, 478-489. <https://doi.org/10.1111/jph.12912>
- Mirik, M. (2005). Biberde bakteriyel leke etmeni *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*'nın tanılanması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 178 s.
- Obradovic, A., Jones, J.B., Momol, M.T., Balogh, B., & Olson, S.M. (2004). Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. *Plant Disease*, 88 (7), 736-740. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.7.736>
- Osdaghi, E., Jones, J.B., Sharma, A., Goss, E.M., Abrahamian, P., Newberry, E.A., Potnis, N., Carvalho, R., Choudhary, M., Paret, M.L., Timilsina, S., & Vallad, G.E. (2021). A centenary for bacterial spot of tomato and pepper. *Molecular Plant Pathology*, 22 (12), 1500. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8578828/>
- Sambrook, J.E., Fritsch, F., & Maniatis, T. (1989). *Molecular Cloning. A Laboratory Manual Appendixes*, (2nd Edition p. 6.4- 6.20). Cold Spring Harbor Laboratory Press, USA.
- Şahin, F., & Miller, S.A. (1998). Resistance in *Capsicum pubescens* to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. *Plant Disease*, 82, 794-799. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.7.794>
- Şahin, F., Mirik, M., & Aysan, Y. (2013). Bitki bakteri hastalıkları. H. Saygılı, F. Şahin, Y. Aysan (Eds.). Biber ve Domates Bakteriyel Yaprak Lekesi Hastalığı Bacterial Leaf Spot of Pepper and Tomato, *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*, (2. Baskı, s. 183-187). Meta Basım Matbaacılık.
- Zhang, X., Li, N., Liu, X., Wang, J., Zhang, Y., Liu, D., Wang, Y., Cao, H., Zhao, B., & Yang, W. (2021) Tomato protein Rx4 mediates the hypersensitive response to *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans* race T3. *The Plant Journal*, 105, 1630-1644. <https://doi.org/10.1111/tpj.15138>

Psammotettix striatus (L.) (Hemiptera: Cicadellidae)'un ergin parazitoitleri: Türkiye için yeni bir Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) kaydı

Adult parasitoids of *Psammotettix striatus* (Hemiptera: Cicadellidae): A new record for Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) in Türkiye

Emine KAPLAN YAVUZ¹, Hasan TUNAZ¹, Çetin MUTLU²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 12.02.2024 Accepted / Kabul: 15.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Mısır Sürvey Faydalı böcek Zararlı Şanlıurfa</p> <p>Keywords: Maize Survey Beneficial insect Pest Şanlıurfa</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Çetin MUTLU cetinmutlu21@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/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Bu çalışma, Şanlıurfa ilinde mısır, pamuk ve sebze alanlarında zararlı yaprakpirelerinin ergin parazitoitleri ile parazitlenme oranlarının belirlenmesi amacıyla 2022 yılında yapılmıştır. Örneklemeler için pamuk, mısır ve sebze (domates, biber) alanlarından bitkilerin vejetatif döneminden başlayarak periyodik olmayan aralıklarla böcek toplama aleti (D-Vac) ile yaprakpinesi türleri toplanmıştır. Toplanan yaprakpinesi türleri içinden ergin parazitoitleri tarafından parazitlenmiş ve abdomenin lateral kısmında siyah kese oluşmuş bulunanlar cam tüplere aktarılmıştır. Larva çıkışları sağlandıktan sonra, larvalar kültür kaplarına alınarak laboratuvar ortamında parazitoit türler belirlenmiştir. Parazitlenme oranları, çalışma yapılan her bir üründen toplanan parazitlenmiş ergin/nimflerin sayısının toplam yaprakpinesi sayısına oranlanması ile belirlenmiştir. Çalışmada, mısır, pamuk ve sebze alanlarındaki yaprakpinesi türlerinden sadece <i>Psammotettix striatus</i> (L.) türünün ergin parazitoiti olarak iki tür belirlenmiş ve bunların <i>Gonatopus lunatus</i> Klug, 1810 (Hym.: Dryinidae) ve <i>Gonatopus abdulnouri</i> Olmi (Hym.: Dryinidae) olduğu kaydedilmiştir. <i>Gonatopus abdulnouri</i>'nin Türkiye Dryinidae familyası için ilk kayıt olduğu bu çalışma ile belirlenmiştir. <i>G. abdulnouri</i>'nin <i>P. striatus</i>'u parazitlenme oranları oldukça düşük oranda gerçekleşmiş ve bu oranların biber, domates, mısır ve pamukta sırasıyla %0.3, 0,4, 0,6, 0.9 olduğu kaydedilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted to determine the parasitism rates of harmful leafhoppers with adult parasitoids in corn, cotton, and vegetable fields in Şanlıurfa province in 2022. Samples were collected from cotton, corn, and vegetable (tomato, pepper) fields using an insect vacuum device (D-Vac) at various locations in the fields at irregular intervals, starting from the vegetative stage of the plants. Among the collected leafhopper species, those that were parasitized by adult parasitoids and had black sacs formed in the lateral part of the abdomen were transferred to glass tubes. After larval emergence, larvae were transferred to culture containers, and parasitoid species were determined in laboratory conditions. Parasitization rates were determined by comparing the number of parasitized adults/nymphs collected from each crop to the total number of leafhoppers. In the study, only two species of adult parasitoids were identified for the leafhopper species in corn, cotton, and vegetable fields, which were <i>Gonatopus lunatus</i> Klug, 1810 (Hymenoptera: Dryinidae) and <i>Gonatopus abdulnouri</i> Olmi (Hymenoptera: Dryinidae), with <i>Psammotettix striatus</i> (L.) as the host. <i>G. abdulnouri</i> is the first record for the Dryinidae family in Turkey. The parasitization rates of <i>G. abdulnouri</i> on <i>P. striatus</i> were found to be quite low, with rates recorded as 0.3%, 0.4%, 0.6%, and 0.9% in pepper, tomato, corn, and cotton, respectively.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Kaplan Yavuz, E., Tunaz, H., & Mutlu, Ç. (2024). <i>Psammotettix striatus</i> (L.) (Hemiptera: Cicadellidae)'un ergin parazitoitleri: Türkiye için yeni bir Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) kaydı. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 450-458. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1435671</p>

GİRİŞ

Ülkemizde mısır, pamuk ve sebze üretim alanlarında entomolojik sorunlardan biri Cicadellidae (Hemiptera) familyasına bağlı türlerdir (Mutlu & Sertkaya, 2015a; Kılıç & Sertkaya, 2019; Akmeşe & Sertkaya, 2021). Son yıllarda özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi yoğun olarak ikinci ürün mısır ekilişi yapılan alanlarında yaprakpireleri önemli bir sorun olmaya başlamıştır (Mutlu & Sertkaya, 2015b, Atmaca ve ark., 2022). Mısır yaprakpinesi *Psammotetix striatus* (L.) (Hemiptera: Cicadellidae) Türkiye’de mısır alanlarında üretim dönemi boyunca bulunan ve zarara neden olan önemli yaprakpinesi türlerinden biridir (Mutlu ve ark., 2008a; 2008b; Mutlu & Sertkaya, 2015b). Zararlı mısır bitkisinden başka başta buğday olmak üzere, yonca, darı, şekerpancarı, mercimek, nohut, turunçgiller; domates, biber ve patlıcanda beslenerek zarar yapmaktadır (Ribaut, 1952; Şimşek, 1982; Başpınar & Uygun, 1991; Mutlu ve ark., 2024).

Zararının kültür bitkilerinde meydana getirdiği emgi zararının yanında asıl zararının, buğdayda Kışlık Buğdayın Rus Mozaik Virüsü (Russian Mosaic Virus of Winter Wheat – *WWRMV*) olmak üzere Buğday Mavi Cüceleşme (Wheat Blue Dwarf-*WBD*), *Candidatus Phytoplasma asteris*, *C. P. solani*, *C. P. prunorum* gibi bazı fitoplazma hastalıklarının vektörü olduğu ve taşıdığı bu hastalık etmenleri nedeniyle buğday, yonca, darı, şekerpancarı ve sebzelerde önemli ürün kayıplarına neden olduğu kaydedilmiştir (Vacke, 1961; An ve ark., 1991; Albanese ve ark., 1997; Sabaté ve ark., 2003; Weintraub & Beanland, 2006; Zhang ve ark., 2010; Yuan & Wei, 2022).

Yaprak pirelerinin doğal düşman kompleksi üzerine birçok araştırma yapılmış ancak yaprak pirelerinin nimf ve erginlerinin çok hareketli olmalarından dolayı predatör böceklerin bu zararlıların kontrolünde yeterli etkiyi göstermedikleri bildirilmiştir (Başpınar ve ark., 1994; Helyer & Talbaghi, 1994). Ancak yaprakpirelerinin yumurta, nimf ve ergin parazitöitlerinin bu zararlıları ekonomik zarar eşiğinin altında tutabileceği ve %100 varan oranlarda parazitlenmenin olduğu bildirilmiştir (Lindberg, 1950, Yiğit & Erkılıç, 1987; Başpınar ve ark., 1994, Mutlu & Sertkaya, 2015b). Bundan dolayı parazitöitler, potansiyel biyolojik mücadele etmeni oldukları için yaprak pirelerinin doğal düşmanları arasında en fazla araştırma yapılan grup olmuştur (Dobel & Denno, 1993; Triapitsyn ve ark., 2021; Virla ve ark., 2023). Hymenoptera takımı içerisinde yer alan Dryinidae familyası türleri özellikle Cicadellidae (Hem.) ve Membracidae (Hem.) familyalarına ait türlere özelleşmiş parazitöitler olarak bilinmekte (Guglielmino & Olmi, 1997; 2006) ve bazı türleri geçmişte başarılı bir şekilde biyolojik mücadele etmeni olarak kullanılmıştır (Olmi, 2000).

Tüm dünyada yayılış gösteren Dryinidae familyası bağlı parazitöit türlerin (Guglielmino & Olmi, 1997) Türkiye faunası üzerinde yeterli bir çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda sadece Başpınar ve ark. (1994), şekerpancarı bitkisinde zararlı yaprakpinesi *Circulifer haematoceps* (Mulsant & Rey)’in ergin parazitöiti olarak *Gonatopus lunatus* Klug belirlemiş ve zararlı üzerinde etkinliği ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu nedenle ülkemizde şekerpancarı dışında farklı kültür bitkilerinde zararlı yaprakpinesi türlerini parazitleyen Dryinidae familyası türleri ve bunların yaprakpireleri üzerinde biyolojik mücadele amaçlı kullanımıyla ilgili çalışmalar bulunmamaktadır.

Bu çalışma ana -ikinci ürün mısır, pamuk ve sebze alanlarında zararlı yaprakpirelerinin ergin parazitöit türleri ile parazitlenme oranlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma sonuçları Türkiye Dryinidae familyasına önemli katkılar sunmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

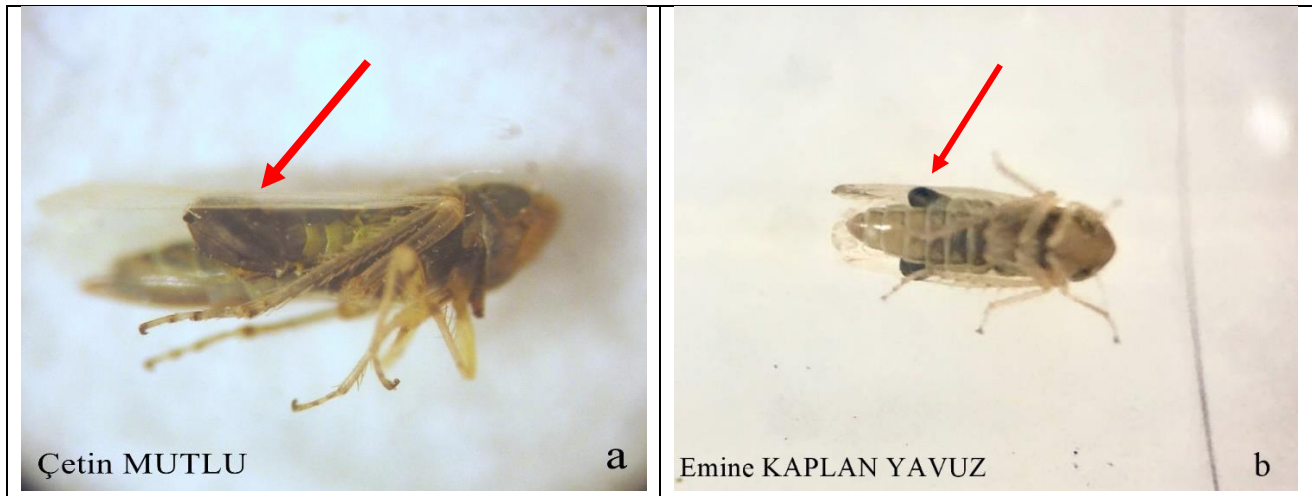
Çalışmanın ana materyalini yaprakpinesi türleri, ergin parazitöit türleri, D-Vac., emgi tüpü, şeffaf plastik ve cam tüpler (1.5 cm çap, 15 cm uzunluk), böcek ayıklama kabini (80×100×40 cm ebat), mısır yaprakları (yaprakpirelerinin beslenmesi amacıyla) oluşturmuştur.

Yöntem

Yaprakpiresi türlerinin ergin parazitotleri ile parazitlenme oranlarının belirlenmesi

Yaprakpiresi türlerinin ergin parazitotit türleri ve parazitlenme oranlarının belirlenmesi çalışmaları 2021 yılında Şanlıurfa ilinde pamuk, mısır ve sebze (domates, biber) alanlarında yapılmıştır. Bu alanlardan bitkiler çıkış yaptıktan sonra periyodik olmayan aralıklarla böcek toplama aleti tarlanın farklı yerlerinden en az 6 dakika süreyle D-Vac ile yaprakpiresi türleri toplanmıştır.

Toplanan yaprakpiresi türleri üst kısmı tülle kapatılan plastik şeffaf kültür kaplarına konularak laboratuvara getirilmiş ve böceklerin ışığa yönelip kaçmaması amacıyla tasarlanan böcek ayıklama kabinine salımı yapılmıştır. Böcek ayıklama kabininde toplanan yaprakpiresi türleri gözle kontrol edilerek ergin parazitotitleri tarafından parazitlenmiş ve abdomenin lateral kısmında kese oluşmuş bulunan (Şekil 2) yaprakpiresi türleri emgi tüpü yardımıyla alınarak ayrı ayrı cam tüplere aktarılmıştır.



Şekil 1. *Gonatopus abdournouri* tarafından parazitlenmiş ve abdomende tek kese (a) ve çift kese (b) oluşmuş *Psammotettix striatus* ergini

Figure 1. *Psammotettix striatus* adult parasitized by *Gonatopus abdournouri* and with a single dark sac (a) and double sac (b) formed in the abdomen

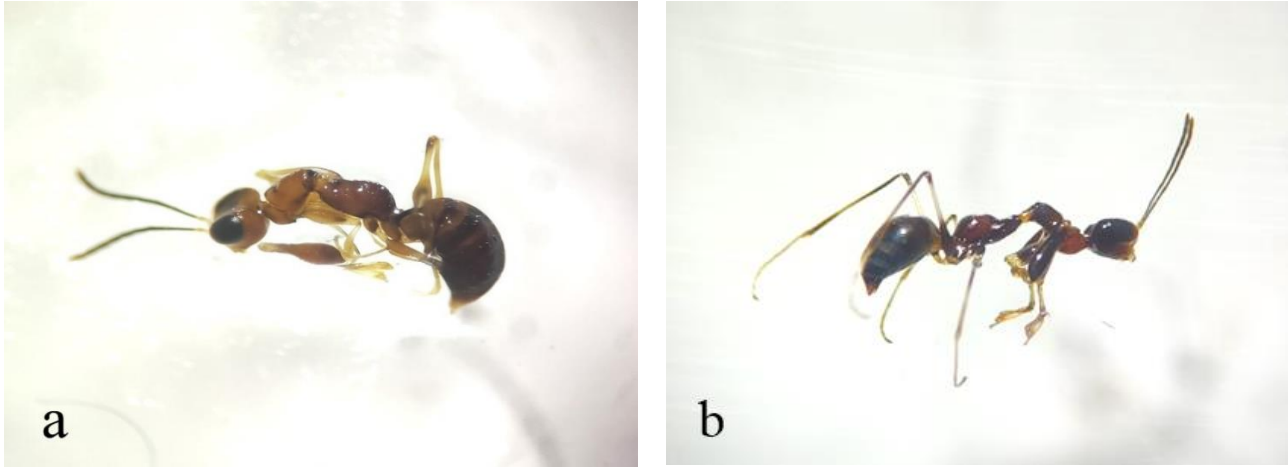
Örnek alınan bitki türüne göre cam tüpler içerisine girebilecek büyüklükte kesilen yaprak parçası suyla hafif nemlendirilerek böceklerin beslenmesi için bırakılmıştır. Tüp içerisindeki yaprak parçaları, günlük veya 2 günde bir yenileri ile değiştirilmiştir. Kültür tüpleri günlük olarak kontrol edilmiş ve parazitlenmiş kese yapısı içinden çıkan larvalar pupa olması için tabanına kurutma kâğıdı bırakılmış küçük kültür kaplarına bırakılarak laboratuvar koşullarında ergin çıkışları sağlanmıştır.

Ergin parazitotit türlerin yaprakpiresi türlerini parazitlenme oranları örnekleme yapılan mısır ve pamuğa göre D-vac.'la toplanan toplam yaprakpiresi birey sayısı ile parazitlenmiş birey sayısının oranlanması belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaprakpiresi türlerinin ergin parazitotleri ile parazitlenme oranları

Örnekleme yapılan alanlardan sadece mısır ve pamuk alanlarında bulunan zararlı yaprakpiresi *Psammotettix striatus* (L.) türünün ergin parazitotit olarak iki tür belirlenmiştir. Bu türlerin *Gonatopus lunatus* Klug, 1810 (Hym.: Dryinidae) ve *Gonatopus abdournouri* Olmi (Hym.: Dryinidae) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Tür teşhisleri Prof. Dr. Massimo Olmi (Accademia Nazionale Italiana di Entomologica, İtalya) tarafından yapılmıştır. *Gonatopus abdournouri* Türkiye Dryinidae familyası için ilk kayıt niteliindedir.



Şekil 2. *Gonatopus abdunnouri* ergini (♀) (a), *Gonatopus lunatus* ergini (♀) (b)
 Figure 2. *Gonatopus abdunnouri* adult (♀) (a), *Gonatopus lunatus* adult (♀) (b)

Gonatopus lunatus Klug, 1810 (Hym.: Dryinidae)

Parazitletiği Konukçuları: Cicadellidae familyası türleri (Guglielmino & Olmi, 1997; Guglielmino & Olmi, 2006; Guglielmino ve ark., 2013). Azores Adaları: *Euscelidius variegatus* (Kirschbaum), İngiltere: *Doratura stylata* (Boheman), Finlandiya: *Arthaldeus pascuellus* (Fallén) (Lindberg, 1950); *Macrosteles* sp. (Freytag, 1985), Fransa: *Adarrus taurus* (Ribaut) (Abdul-Nour, 1976); *Psammotettix alienus* (Dahlbom), Almanya: *Enantiocephalus cornutus* (H.-S.), *Errastunus* sp., *Euscelis incisus* (Kirschbaum), *Psammotettix alienus* (Dahlbom) (= *Psammotettix striatus* (L.)), Yunanistan: *Adarrus multinotatus* (Boheman), *Artianus manderstjernii* (Kirschbaum), Macaristan: *Doratura homophyla* (Flor), *Doratura stylata* (Boheman), *Jassargus* sp., *Psammotettix alienus* (Dahlbom), *Psammotettix cephalotes* (H.-S.), *Psammotettix provincialis* (Ribaut), İtalya: *Adarrus exornatus* Ribaut, *Opsius heydeni* (Lethierry) (= *Opsius lethierryi* Wagner), *P. alienus* (= *P. striatus*), *Maiestas schmidtgeni* (Wagner) (= *Recilia schmidtgeni* (Wagner)), *Paramesus obtusifrons* (Stål); *Scaphoideus titanus* Ball (Alma & Arzone, 1994), Lübnan: *Psammotettix* sp., Rusya: *P. alienus*) (Ponomarenko, 1978), Türkiye: *Circulifer haematoceps* (Mulsant & Rey), *P. alienus*, *Psammotettix* sp. (Baspınar ve ark., 1994).

İncelenen Konukçu Materyal: *Psammotettix striatus* (L.) (Hemiptera: Cicadellidae), Şanlıurfa (Merkez: 37.159502, 38.942170), pamuk, 1 (♀)

Genel Dağılışı: Türkiye (Başpınar ve ark., 1994; Guglielmino & Olmi, 1997), İtalya (Olmi, 1989), Lübnan, Almanya, Fransa (Olmi, 1984; Waloff & Jervis, 1987; Guglielmino & Olmi, 1997), Finlandiya (Lindberg, 1950; Olmi, 1984; Freytag, 1985; Waloff & Jervis, 1987), Macaristan, Birleşik Krallık (Guglielmino & Olmi, 2006), Yunanistan (Olmi, 1989), Azores adaları (Guglielmino & Olmi, 1997), Rusya (Ponomarenko, 1978).

Gonatopus abdunnouri Olmi (Hym.: Dryinidae)

Türkiye'deki Dağılışı: Şanlıurfa

Parazitletiği Konukçuları: *Psammotettix striatus* (L.).

İncelenen Materyal: Üç adet (♀) *G. abdunnouri* ergini mısır bitkisinde konukçu yaprakpiresi *P. striatus* üzerinden elde edilmiştir (Şekil4), Şanlıurfa (Merkez: 37.160862 K- 38.956017 G, 37.160057 K- 38.913325 G, 37.939960 K- 40.248987 G).

Genel Dağılışı: Lübnan, Afganistan (Olmi, 1987)

Ülkemizde Cicadellidae familyasına bağlı böceklerin yumurta parazitlerine yönelik çalışmalar mevcut olmakla beraber (Mutlu & Sertkaya, 2015), ergin parazitlerine yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada mısır ve pamuk alanlarından zararlı yaprakpiresi *P. striatus*'un ergin parazitoiti olarak Dryinidae familyasından iki

tür belirlenmiştir. Bu türlerden *G. lunatus*'un Cicadellidae familyasına bağlı birçok türü parazitlediği yapılan çalışmalarda belirlenmiş ve genel olarak biyolojisi üzerinde temel veriler elde edilmiştir (Başpınar ve ark., 1994; Ponomarenko, 1978; Olmi, 1984; Olmi, 1989; Waloff & Jervis, 1987; Guglielmino & Olmi, 1997; Guglielmino & Olmi, 2006). Bu cinse ait veriler Türkiye'de ilk olarak Antalya ve Balıkesir illerinde bazı cicadellid türlerden (*Exitianus capicola* (Stal), *Recilia schmidtgeni* (Wagner) ve *P. striatus* türlerinden elde edilmiş (Olmi, 1989), daha sonra Ereğli (Konya)'de önemli bir vektör tür olan *C. haematoceps* üzerinden elde edilmiştir (Başpınar ve ark., 1994). Bu çalışmada *G. lunatus*'un Şanlıurfa ilinde pamukta varlığı belirlenerek *P. striatus*'un ergin parazitoiti olduğu kaydedilmiştir.

Çalışmada belirlenen bir diğer tür olan *G. abdulnouri* ise ülkemiz Dryinidae familyası için ilk kayıt niteliğindedir. Bu tür ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı olmakla beraber türün varlığı ilk defa Lübnan'da kaydedilmiştir (Olmi, 1987). Ayrıca *G. abdulnouri* biyolojisi ile ilgili herhangi bir kayıt bulunmamakla beraber (Olmi, 1987), ülkemizde ilk kayıt olarak belirlenmesi ise Dryinidae faunası için önemli bir veri niteliğindedir.

Çizelge 1. *Gonatopus abdulnouri*'nin farklı ürünlerdeki yaprakpiresi *Psammotettix striatus* üzerindeki parazitlenme oranları

Table 1. The parasitization rates of *Gonatopus abdulnouri* on *Psammotettix striatus* in different field crops

Örnekleme yapılan bitki	Örnekleme tarihi	Toplanan yaprakpiresi türlerinin toplamı	Parazitli <i>Psammotettix striatus</i> sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Biber	7.07.2021	1110	3	0.3
Biber	30.08.2021	1102	1	0.1
Biber	1.09.2021	1005	5	0.5
			Ortalama	0.3
Domates	20.07.2021	950	7	0.7
Domates	17.08.2021	900	5	0.6
			Ortalama	0.4
Mısır	5.07.2021	901	5	0.6
Mısır	12.07.2021	1500	16	1.1
Mısır	14.07.2021	997	12	1.2
Mısır	25.07.2021	1106	4	0.4
Mısır	2.08.2021	1407	0	0.0
Mısır	11.08.2021	1008	2	0.2
Mısır	22.08.2021	920	4	0.4
Mısır	3.09.2021	1118	3	0.3
Mısır	4.09.2021	917	2	0.2
Mısır	10.09.2021	525	4	0.8
Mısır	16.09.2021	152	3	2.0
			Ortalama	0.6
Pamuk	15.06.2021	181	6	3.3
Pamuk	21.06.2021	203	5	2.5
Pamuk	24.06.2021	506	3	0.6
Pamuk	29.06.2021	1100	5	0.5
Pamuk	1.07.2021	1012	0	0.0
Pamuk	26.07.2021	800	3	0.4
Pamuk	6.08.2021	1217	5	0.4
Pamuk	15.08.2021	950	7	0.7

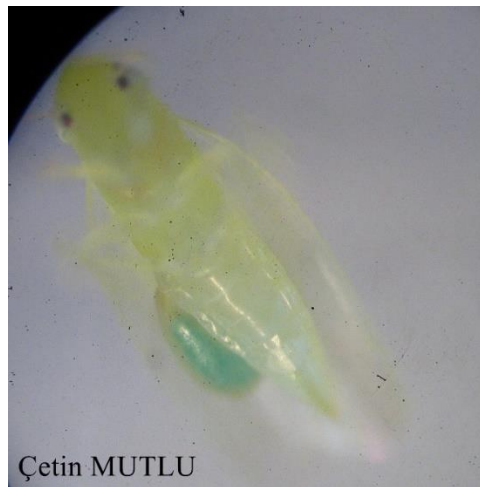
Çizelge 1 (devamı). *Gonatopus abdulnouri*'nin farklı ürünlerdeki yaprakpiresi *Psammotettix striatus* üzerindeki parazitlenme oranları

Table 1 (continued). The parasitization rates of *Gonatopus abdulnouri* on *Psammotettix striatus* in different field crops

Pamuk	24.08.2021	1000	8	0.8
Pamuk	29.08.2021	916	3	0.3
Pamuk	31.08.2021	921	4	0.4
Pamuk	6.09.2021	800	1	0.1
Pamuk	8.09.2021	700	3	0.4
Pamuk	13.09.2021	250	5	2.0
Ortalama				0.9

Farklı tarla bitkilerinde yapılan çalışmada *Gonatopus abdulnouri*'nin *P. striatus*'u parazitlenme oranları oldukça düşük oranda (%0.3- 0.9) gerçekleşmiştir. En yüksek parazitlenme oranları (%3.3 ve %2.5) pamuk bitkisinde gerçekleşmiş ve bunun sonucunda bu örnekleme alanlarında mısır bitkisine göre daha az sayıda yaprakpiresi türü toplanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca pamuk alanlarında başta *Trips tabaci* (L.) olmak üzere fide döneminden başlayarak hasada kadar farklı emici böceklerle karşı kimyasallar kullanılmaktadır. Bu durumun pamuk alanlarında mısır bitkisine göre daha az yaprakpiresi popülasyonu oluşmasına ve dolayısıyla daha yüksek oranda bir parazitlenme oranının elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Şanlıurfa ilinde mısır ekim alanlarında en yaygın ve yoğun yaprakpiresi türlerinin sırasıyla *Zyginidia sohrab* Zachvatkin, *Asymmetrasca decedens* (Paoli), *Empoasca decipiens* (Paoli) ve *P. striatus*'un en yaygın ve yoğun türler olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Mutlu ve ark., 2008a; 2008b; Atmaca ve ark., 2021). Bu çalışmada mısır alanlarından toplanan yaprakpiresi türlerinin yukarıda verilen dört yaprakpiresi türünden oluştuğu, ancak bunlardan sadece *P. striatus*'un parazitoit *G. abdulnouri* tarafından parazitlendiği belirlenmiştir (Şekil 1a). Parazitlenmiş ergin veya nimflerde genellikle abdomenin lateral kısmında bir adet siyah kese şeklinde içinde larvanın bulunduğu bir yapının bulunduğu, ancak nadiren de olsa bir bireyde iki adet kese oluştuğu görülmüştür (Şekil 1b). Üretim dönemi boyunca yapılan örnekleme alanlarında mısırdaki en fazla yaygın ve yoğun olan diğer bir yaprakpiresi türü olan *Z. sohrab* üzerinde, D-vac. ile binlerce ergin birey toplanmasına rağmen parazitlenmiş birey görülmemiştir. Çalışmaya konu *E. decipiens* ve *A. decedens*'in parazitlenmiş erginleri elde edilerek larva çıkışları sağlanmış ancak çıkan larvalara besin ve ortam sağlanmasına rağmen pupa dönemine geçemedikleri için herhangi bir parazitoit tür elde edilememiştir.



Şekil 3. Ergin parazitoiti tarafından parazitlenmiş *Empoasca decipiens*/ *Asymmetrasca decedens* ergini
Figure 3. *Empoasca decipiens*/ *Asymmetrasca decedens* adult parasitized by the adult parasitoid

Örnekleme yapılan kültür bitkilerinde *P. striatus*'un parazitlenme oranları örnekleme yapılan alanlardaki toplam yaprakpiresi türleri ele alındığında oldukça düşük oranda gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlara benzer şekilde Drynidae familyasının parazitlenme oranları ile ilgili yapılan çalışmalarda parazitlenme oranlarının %20'den daha az olduğu bildirilmiştir (Waloff, 1980). Amerika'da yapılan bir çalışmada *Gonatopus ashmeadi* (Forbes)'nin *Endria inimica* (Say), *Exitianus exitiosus* (Uhler), *Graminella nigrifrons* (Forbes), *Graminella sonora* (Ball), *Planicephalus flavocostatus* (Van Duzee), *Polyamia obtecta* (Osborn & Ball), *Polyamia weedi* (Van Duzee) ve *Psammotettix lividellus* (Zetterstedt) üzerinde parazitlenme oranlarının nimfler için %5'ten, erginler için %3.6 dan küçük olduğu bildirilmiştir (Buntin, 1989). Ancak bu çalışmada *P. striatus* türü elde edilen diğer yaprakpiresi türleri içinde daha düşük yoğunlukta olduğundan, *P. striatus*'un kendi içinde parazitlenme oranının daha yüksek oranda olacağı düşünülmektedir. Nitekim, 1991 yılında *G. lunatus*'un şekerpancarı üzerinde zararlı yaprakpiresi *C. haematoceps*'i %70 oranında parazitlediği ancak 1992 yılında ise bilinmeyen bir nedenle hiç parazitlenmenin olmadığı bildirilerek Drynidlerin biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılabilmesi için detaylı çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir (Başpınar ve ark., 1994).

Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'de yaprakpirelerinin ergin parazitoidleri üzerine yapılan temel çalışmalardan biridir. Çalışmada belirlenen *G. abdunnouri* Türkiye Drynidae familyası için yeni tür kaydı olduğundan bu konudaki literatüre önemli katkılar vereceği düşünülmektedir. Bu çalışmada belirlenen iki ergin parazitoid türün mısır ve pamukta biyo-ekolojilerine ve parazitlediği diğer yaprakpiresi türleri ve parazitlenme oranlarına yönelik detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın doktora 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

- Akmeşe, V., & Sertkaya, E. (2021). Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki mısır alanlarında Cicadellidae (Hemiptera) türlerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26, 497-505. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.942002>
- Albanese, G., D'Urso, V., Granata, G., & Collodoro, S. (1997). Individuazione di un fitoplasma in esemplari di *Psammotettix striatus* catturati in vigneti. *Informatore Fitopatologico*, 74, 57-60.
- Atmaca, A., Mamay, M., & Mutlu, Ç. (2021). Population dynamics and parasitism rate of leafhopper species (Hemiptera: Cicadellidae) in maize (*Zea mays* L.) crop. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12, 448-457. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.12.2.0609>
- Baspınar, H., Kersting, U., & Uygun, N. (1994). Primary observations on *Gonatopus lunatus* Klug (Hym., Dryinidae), a parasitoid of leafhoppers. *Turkish Journal of Entomology*, 18, 1-6.
- Başpınar, H., & Uygun, N. (1991). Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgil bahçelerindeki Cicadellidae türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar II. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15, 157-172.

- Buntin, G.D. (1989). Dryinid (Hymenoptera: Dryinidae) parasites of leafhoppers and planthoppers (Homoptera) in forage-type bermudagrass. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 62, 602-606.
- Derong, A., Ningsheng, W., Qinfeng, Z., & Rong, Z. (1991). The first report on wheat mycoplasma-like organism blue dwarf disease. *Acta Phytopathologica Sinica*, 21, 263-266.
- Dobel, H., & Denno, Y.R. (1993). Predator-planthopper interactions, in: "*Planthoppers, their ecology and management*", (Denno, R. & T. Perfect: editors) (s. 325-399). Chapman & Hall, New York.
- Guglielmino, A., & Olmi, M. (2007). A host-parasite catalog of world Dryinidae (Hymenoptera: Chrysidoidea): second supplement. *Bollettino di Zoologia agraria e Bachicoltura*, 39, 121-129.
- Guglielmino, A., & Olmi, M. (1997). A host-parasite catalog of world Dryinidae (Hymenoptera: Chrysidoidea). *Contributions on Entomology, International*, 2, 165-298.
- Guglielmino, A., & Olmi, M. (2006). A host-parasite catalog of world Dryinidae: First supplement (Hymenoptera: Chrysidoidea). *Zootaxa*, 1139, 35-62.
- Guglielmino, A., Olmi, M., & Bückle, C. (2013). An updated host-parasite catalogue of world Dryinidae (Hymenoptera: Chrysidoidea). *Zootaxa*, 3740 (1), 1-113.
- Kılıç, M., & Sertkaya, E. (2019). Hatay ilinde yetiştirilen Solanaceae familyasına ait sebzelede zararlı Cicadellidae, Cixiidae ve Delphacidae (Hemiptera) türleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24, 217-231.
- Lindberg, H. (1950). Notes on the biology of dryinids. *Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Biologicae*, 10, 1-19.
- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1987). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey, XXV. Family Cicadellidae: Deltocephalinae: Paralimnini (Part I). *Turkish Journal of Entomology*, 11, 151-162.
- Mutlu, Ç., & Sertkaya, E. (2015a). Diyarbakır ilinde mısırdaki zararlı *Zyginidia sohrab* Zachvatkin (Hemiptera: Cicadellidae)'ın biyoeolojisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55, 15-30.
- Mutlu, Ç., & Sertkaya, E. (2015b). Yumurta parazitoiti *Anagrus atomus* (Hymenoptera: Mymaridae)'un mısırdaki zararlı önemli yaprakpiresi türlerini parazitlenme oranları. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 6, 25-40.
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008a). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında Cicadellidae (Homoptera) familyasına bağlı önemli türlerin populasyon değişimleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32, 21-32.
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008b). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında bulunan Cicadellidae (Homoptera) türleri ve yayılış alanları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32, 281-301.
- Olmi, M. (1984). A revision of the Dryinidae (Hymenoptera). *Memoirs of the American Entomological Society*, 37, 1-12.
- Olmi, M. (1987). Descrizione di nuove specie di Dryinidae (Hymenoptera, Chrysidoidea). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*, 19, 31-70.
- Olmi, M. (1989). Ricerche sui Dryinidae limitanti lo sviluppo di Auchenorrhynchi in ecosistemi mediterranei: ospiti, parassitoidi e percentuali di parassitizzazione (Hymenoptera, Chrysidoidea). *Frustula Entomologica*, 9, 223-232.
- Olmi, M. (2000). Bio-ecologia degli Imenotteri Dryinidi e loro impiego in programmi di lotta biologica. In Lucchi A (Ed.) *La Metcalfa negli ecosistemi italiani* (s. 93-117), ARSIA. Florence, Italy.
- Özbek, H., Alaoğlu, Ö., & Güçlü, Ş. (1987). Erzurum ve çevresinde patateslerde Homoptera türleri. *Türkiye I. Entomoloji Kongresi*, İzmir, 219-228.
- Ponomarenko, N.G. (1978). Dryinidae. G.S. Medvedev (Ed.), *Key to the Insects of the European parts of USSR*, 3 (2) (s. 16-27), Leningrad.
- Ribaut, H. (1952). Homopterès Auchénorhynques. II (Jassidae). *Faune de France*, 57, 1-474.
- Sabaté, J., Lavina, A., & Batlle, A. (2003). Potential vectors of grapevine Bois noir phytoplasma in Spain and evaluation of their transmission capacity. *14th Meeting of ICVG*, 12-17 September, Locorotondo, 113 p.

- Şimşek, Z. (1982). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Mısır ve Darılarda Zararlı Olan Böcek Türleri, Tanınmaları, Yayılış Alanları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayını No: 6, 86 s.
- Tezcan, S., Zeybekoğlu, Ü., & Beyaz, G. (2003). Manisa ilinde yetiştirilen kültür kekiği (*Origanum* spp.) (Lamiaceae)'nde bulunan Auchenorrhyncha (Homoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27, 141-148.
- Triapitsyn, S.V., Shih, H.T., Huang, S.H., & Tseng, M.J. (2021). Identification of egg parasitoids of rice leafhoppers and planthoppers (Hemiptera: Cicadellidae and Delphacidae) of economic importance in Taiwan, part 1: Mymaridae (Hymenoptera). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 24, 77-90. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2020.11.002>.
- Vacke, J. (1961). Wheat dwarf virus disease. *Biologia Plantarum* 3, 228-233.
- Virla, E.G., Albarracín, E.B.L., Díaz, C., Van Nieuwenhove, G.A., Fernández, F.D., Aráoz, M.V.C., & Pecci, M.P.G. (2023). Bottom-up effect of nitrogen fertilization on the density of the corn leafhopper and its impact on both disease incidence and natural parasitism. *Journal of Pest Science*, 96 (1), 93-104. <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01500-9>.
- Waloff, N., & Jervis, M.A. (1987). Communities of parasitoids associated with leafhoppers and planthoppers in Europe. *Advances in Ecological Research*, 17, 281-402.
- Waloff, N. (1980). Studies on grassland leafhoppers (Auchenorrhyncha, Homoptera) and their natural enemies. *Advances in Ecological Research*, 11, 81-215.
- Weintraub, P.G., & Beanland, L. (2006). Insect vectors of phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*, 51, 91-111.
- Yazıcı, A.B., Mutlu, Ç., & Zeybekoğlu, Ü. (2023). Determination of leafhopper (Hem.: Cicadellidae) species and population dynamics of important species in second crop maize in Şirnak Province, Türkiye. *Harran Journal of Agricultural and Food Sciences*, 27, 372-386. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1307776>
- Yiğit, A., & Erkılıç, L. (1987). Güney Anadolu bağlarında zararlı bağ üvezi, *Arboridia adanae* Dlab. (Homoptera: Cicadellidae'nin yumurta parazitleri ve etkileri üzerinde araştırmalar. *Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, (13-16 Ekim 1987, İzmir), Türkiye, 35-42.
- Yuan, F., & Wei, C. (2022). Gene expression profiles in Malpighian tubules of the vector leafhopper *Psammotettix striatus* (L.) revealed regional functional diversity and heterogeneity. *BMC Genomics*, 23, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08300-6>
- Zhang, X., Zhou, G., & Wang, X. (2010). Detection of wheat dwarf virus (WDV) in wheat and vector leafhopper (*Psammotettix alienus* Dahlb.) by real-time PCR. *Journal of Virological Methods*, 169, 416-419.

Şeftali güvesi [*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin Şanlıurfa ili badem bahçelerindeki popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi

Determination of population development and infestation rate of peach twig borer [*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)] in almond orchards of Şanlıurfa

Mehmet MAMAY¹, Süleyman DEMİR², Ceyhan SÖNMEZ²

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Haliliye, Şanlıurfa, Türkiye.

²Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Haliliye, Şanlıurfa, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 27.02.2024 Accepted / Kabul: 16.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Anarsia lineatella</i> Badem Popülasyon Bulaşıklık oranı Feromon</p> <p>Keywords: <i>Anarsia lineatella</i> Almond Population Infestation rate Pheromone</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Mehmet MAMAY mehmetmamay@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/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>This study determined the population developments and infestation rate of peach twig borer [<i>Anarsia lineatella</i> Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)] in almond orchards planted in Haliliye, Eyyübiye and Karaköprü districts of Şanlıurfa province. Sexually attractive pheromone traps were employed to monitor population developments. The first adult flight of the pest was recorded in the last week of April forming four peaks throughout the season. The last flight was recorded during the second week of November. The pest remained active for 8 months. The highest number of adults was caught in Haliliye (294.3 adults traps⁻¹), in Eyyübiye (246.6 adults traps⁻¹), and in Karaköprü (192.6 adults traps⁻¹) districts. The pest adults were caught by traps at rates of 0.28%, 26.60%, 9.48%, 11.47%, 18.62%, 21.86%, 11.56% and 0.14% from April to November, respectively. The most pests were caught in May. Fruit infestation rate caused by the pest in Haliliye, Eyyübiye and Karaköprü was 31.21%, 21.33% and 8.96%, while shoot infestation rate was 3,00%, 8.40% and 1,00%, respectively. It is concluded that <i>A. lineatella</i> caused serious damages to almond shoots and fruits in Şanlıurfa province. Almond producers generally do not employ precautionary measures against the pest. Therefore, it is recommended that almond producers must be educated regarding biology, damage and control of the pest.</p>
Cite/Atf	Mamay, M., Demir, S., & Sönmez, C. (2024). Şeftali güvesi [<i>Anarsia lineatella</i> Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin Şanlıurfa ili badem bahçelerindeki popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 459-473. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1443590

GİRİŞ

Türkiye, sahip olduğu ekolojik koşullardan dolayı birçok meyve türünde olduğu gibi bademin [(*Prunus dulcis* Mill. (Rosales: Rosaceae)] de anavatanı ve doğal yayılma alanlarından birisidir (Özbek, 1971). Dünya üzerinde ilk badem kültürü Türkiye, İran, Filistin ve Suriye’de başlamış olup buralardan Avrupa, Kuzey Afrika ve Kuzey Amerika’ya götürülmüştür (Kester ve ark., 1991). Yapısında 130 çeşit polifenol bulunan bademin tüketiminin tip-2 diyabeti, dismetabolik sendromu ve oksidatif stresi azalttığı, yapısında var olan L-kartininin ve riboflavin maddelerinin beyindeki nörolojik faaliyetlerde yarar sağlayarak bilişsel zayıflığı engellediği kabul edilmektedir (Rao, 2012). Doğal badem popülasyonu bakımından Türkiye oldukça zengin bir konumdadır (Özbek, 1978). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan önemli yerli ve yabancı badem çeşitleri içerisinde Akbadem, Bertina, Cristomorto, Drake, Ferraduel, Ferragnes, Ferrastar, Gülcan 1, Hacı Alibey, Laurene, Makako, Nonpareil, Primorski, Texas, Tuono, Yaltinski, Picantili ve Genco bulunmaktadır (Denizhan ve ark., 2020; Alaz & Bayazıt, 2022).

Dünya badem üretiminde Türkiye 190.000 ton üretim ile ABD, İspanya, İran, Fas’tan sonra beşinci sırada yer almaktadır (FAO, 2024). Ülkemizde en fazla badem üretimi Mersin, Adıyaman, Muğla, Antalya ve Manisa illerinde yapılmaktadır. Şanlıurfa’da badem yetiştiriciliği gün geçtikçe artmaktadır. Şanlıurfa’da antepfıstığı ve nardan sonra en fazla ağaç sayısına sahip meyve türü badem olup 6.000 ton üretim gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2023).

Bademde yetiştiricilik ve pazarlama gibi problemlerin yanı sıra, üretimin farklı aşamalarında verim ve kaliteyi düşüren birçok zararlı söz konusudur (Bolu ve ark., 2006; Bolu & Özgen, 2007; Bolu & Özgen, 2010). Özellikle kaliteyi düşürerek badem üreticilerinin önemli gelir kaybına uğramasına sebep olan şeftali güvesi, [(*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)] bu zararlılar içerisinde önemli bir yere sahiptir (Fernandez, 1973; Maçan, 1986; Zalom ve ark., 1992; Rotim ve ark., 2011; Mamay ve ark., 2014; Karaat ve ark., 2021). Zararlı sert çekirdekli meyvelerden şeftali, kayısı, nektarin, erik, kiraz ve bademde önemli zararlar meydana getirirken elma ve hurma da konukçuları arasında bulunmaktadır (Kisakürek, 1976; Ponomarenko, 1990; Barnet ve ark., 1993; Bolu & Çınar, 2005; Mamay ve ark., 2014).

Zararlıların larvaları meyve ağaçlarının, sürgün ve meyve tomurcukları ile çiçek organlarında beslenmekte sürgünlerin uç kısmından girerek burada beslenerek galeri açmaları sürgünlerin uç kısımlarının kurumalarına sebep olmaktadır. Bu durum ağaçların taç şeklinin bozulmasına sebep olmaktadır. Şeftali güvesinin esas zararı badem meyvelerinde iç ve dış kabuk arasında beslenerek kalite kaybına sebep olmasıdır. El veya kâğıt bademi denilen çeşitlerde ise meyve içerisinde de zarar yapabilmektedir (Lazarov ve ark., 1971; Ivanova, 1995; Mamay ve ark., 2014; Roshandel, 2020). *Anarsia lineatella* ile ilgili farklı ülkelerde ve farklı konukçularda birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar arasında zararlının popülasyonu (Hazır & Ulusoy, 2009; Mamay ve ark., 2014; Hanedan, 2016), yayılışı ve konukçuları (Maçan, 1986; Bolu & Çınar, 2005; Karaat ve ark., 2021), biyokolojisi (Damos, 2013; Aboutalebian ve ark., 2017), döl sayısı ve gün.derece modellemesi (Brunner & Rice, 1984; Kovancı & Kılınçer, 1984; Reding & Alston, 2001; Öztürk, 2003; Mamay ve ark., 2014), bulaşıklık ve zarar oranı (Viggiani, 1989; Roshandel, 2020; Mamay ve ark., 2014) ve mücadelesi (Öztürk ve ark., 2010; Kutinkova ve ark., 2012; Özpınar & Uçar, 2018; Kutinkova ve ark., 2019)’ne yönelik araştırmalar yer almaktadır. Bu çalışmaların ortak sonuçlarına göre zararlının farklı lokasyon ve konukçularda 3-4 döl verebildiği, esas zararının sert çekirdekli meyve ağaçlarının sürgün uçlarında ve meyvelerinde olduğu, kışı korunaklı yerlerde genelde 1. veya 2. larva döneminde geçirdiği anlaşılmaktadır.

Sert çekirdekli meyve bahçelerinde *A. lineatella* ile ilgili yukarıda açıklandığı üzere birçok çalışma yapılmasına rağmen gerek dünyada gerekse ülkemizde badem bahçelerinde yapılan çalışmalar çok sınırlı kalmıştır. Son yıllarda Şanlıurfa’daki badem plantasyonlarında meydana gelen artışlardan dolayı zararlı ile ilgili şikayetler alınmaya başlanmış ve bu durum yapılan arazi surveyleri ile teyit edilmiştir. Bununla beraber Şanlıurfa ilinde badem bahçelerinde şeftali güvesinin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranı hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden bu durumu ortaya koyan çalışmalara ihtiyaç duyulmuştur.

Bu çalışma, Şanlıurfa’nın Haliliye, Eyyübiye, ve Karaköprü ilçelerinde badem alanlarında şeftali güvesinin popülasyon

gelişimi ile badem ağaçlarının meyve ve sürgünlerindeki bulaşıklık oranının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında, zararlının önemli popülasyon dinamiklerinden olan; ilk ergin uçuşu, popülasyon dalgalanması, popülasyonun yoğun olduğu dönemler, son ergin uçuşu, doğal şartlarda tahmini döl sayısı gibi parametreler belirlenerek üreticilere zararlının mücadelesine yönelik yol gösterici bilgiler sunulmaya çalışılmıştır. Böylece badem üreticisi zararlıya karşı uygun zamanda zirai mücadele faaliyetlerini sürdürebilecek ve gereksiz ilaçlamaların önüne geçilerek yoğun pestisit kullanımı azaltılmış olacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini; Şanlıurfa ilindeki badem bahçeleri, şeftali güvesi ve delta tipi eşeyssel çekici feromon tuzakları (E5 Decenyl acetate 5.0 mg and E5 Decenol 1.0 mg; Trece® incorporated Pherocon® CAP) oluşturmaktadır. Çalışma, Şanlıurfa'nın Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerine bağlı birer badem bahçesinde yürütülmüştür. Çalışmaların yürütüldüğü bahçelere ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmaların yürütüldüğü badem bahçeleri ve özellikleri

Table 1. Characteristics of the almond orchards where the studies were carried out

İlçe	Köy	Çeşit	Yaş (Yıl)	Alan (da)	Ağaç Sayısı (adet)	Koordinatlar	Rakım (m)
Haliliye	İncirli	Ferragnes Ferraduel	12	25	1000	37° 09' 10"K 39° 02' 05"D	472
Eyyübiye	Günbalı	Ferragnes Ferraduel	15	80	3200	37° 05' 19"K 38° 58' 55"D	426
Karaköprü	Dağeteği	Ferragnes Ferraduel	30	20	600	37° 09' 47"K 38° 51' 01"D	491

Anarsia lineatella'nın popülasyon gelişiminin belirlenmesi

Çalışma, 2019 yılında Şanlıurfa ilinin Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerine bağlı birer badem bahçesinde yürütülmüştür. Bu kapsamda her bahçeye üçer adet delta tipi eşeyssel çekici feromon tuzağı yerden 1.5-2 m yüksekliğinde ve ağaçların güney yönüne asılmıştır (Şekil 1). Tuzaklar, ilk ergin yakalanıncaya kadar haftada iki kez, ilk ergin yakalandıktan sonra haftalık olarak takip edilmiştir. Feromon kapsülleri 4-5 haftada bir değiştirilmiştir. Tuzaklardaki yapışkan plakalar ise yapışkanın özelliğini kaybetmesine göre uygun görülen zamanlarda yenileri ile değiştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerdeki feromon tuzaklarında yakalanan ergin birey sayıları haftalık olarak kaydedilerek grafiklere işlenmiş böylece zararlının popülasyon eğrileri elde edilmiştir. Her bir tuzak bir tekerrür kabul edilerek veriler üç tuzağın ortalaması alınarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde zararlının önemli popülasyon dinamiklerinden olan; ilk ergin uçuşu, popülasyon dalgalanması, popülasyonun yoğun olduğu dönemler, son ergin uçuşu ve doğal şartlarda tahmini döl sayısı gibi parametreler belirlenmiştir.



Şekil 1. *Anarsia lineatella*'nin popülasyon takibinde kullanılan delta tipi eşeyssel çekici feromon tuzakları
Figure 1. Delta type sexual attractive pheromone traps used to determine the population of *Anarsia lineatella*

***Anarsia lineatella*'nin badem bahçelerindeki bulaşıklık oranının belirlenmesi**

Sürgünlerdeki bulaşıklık oranının belirlenmesi

Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerde şeftali güvesinin badem ağaçlarının sürgünlerindeki bulaşıklık oranını belirlemek için, tüm bahçeyi temsil edecek şekilde her bahçe için on ağaç seçilmiştir. Seçilen ağaçların bir noktasından başlamak ve tekrar aynı noktaya varmak üzere ağaçların etrafından gezilerek sürgünler kontrol edilmiştir. Kontrollerde her ağaç için en az üç-beş dakika süre ile ağaç tacının alt ve üst kısımları ile iç ve dış kısımlarındaki sürgünler kontrol edilmiştir. Ağaç başına toplam 50'şer sürgün olmak üzere her bahçede 10'ar ağaçta 500 sürgün badem zararı açısından dikkatli bir şekilde kontrol edilmiştir. Bu şekilde her bahçede bulaşık sürgün oranı belirlenmiştir. Bulaşık sürgün oranı belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır (Mamay ve ark., 2014).

$$\text{Bulaşık Sürgün Oranı (\%)} = \frac{\text{Bulaşık Sürgün Sayısı}}{\text{Kontrol Edilen Toplam Sürgün Sayısı}} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

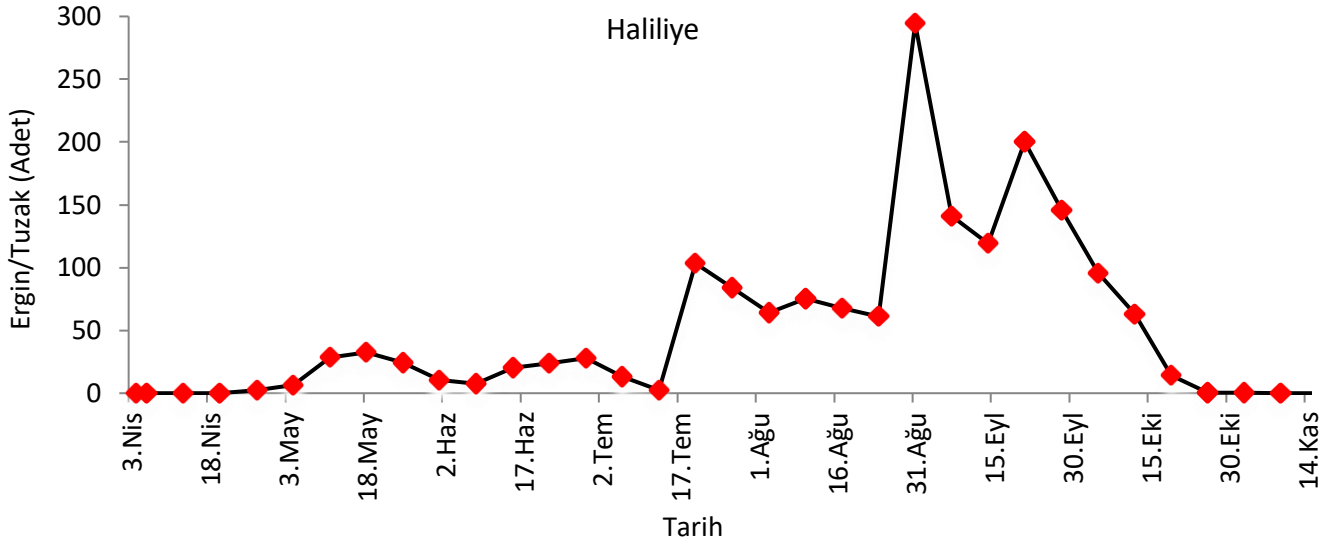
Meyvelerdeki bulaşıklık oranının belirlenmesi

Şeftali güvesinin badem meyvelerindeki bulaşıklık oranını belirlemek için, hasattan hemen önce her bahçeden bahçeyi temsil edecek şekilde bahçenin farklı noktalarında rastgele seçilen ağaçlardan toplam 500 meyve alınmıştır. Kontrol edilen meyvelerden bulaşık ve sağlam olanlar ayrı ayrı kaydedildikten sonra meyvelerdeki bulaşıklık oranı % olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Mamay ve ark., 2014).

$$\text{Bulaşık Meyve Oranı (\%)} = \frac{\text{Bulaşık Meyve Sayısı}}{\text{Kontrol Edilen Toplam Meyve Sayısı}} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

BULGULAR ve TARTIŞMA***Anarsia lineatella*'nın popülasyon gelişimi**

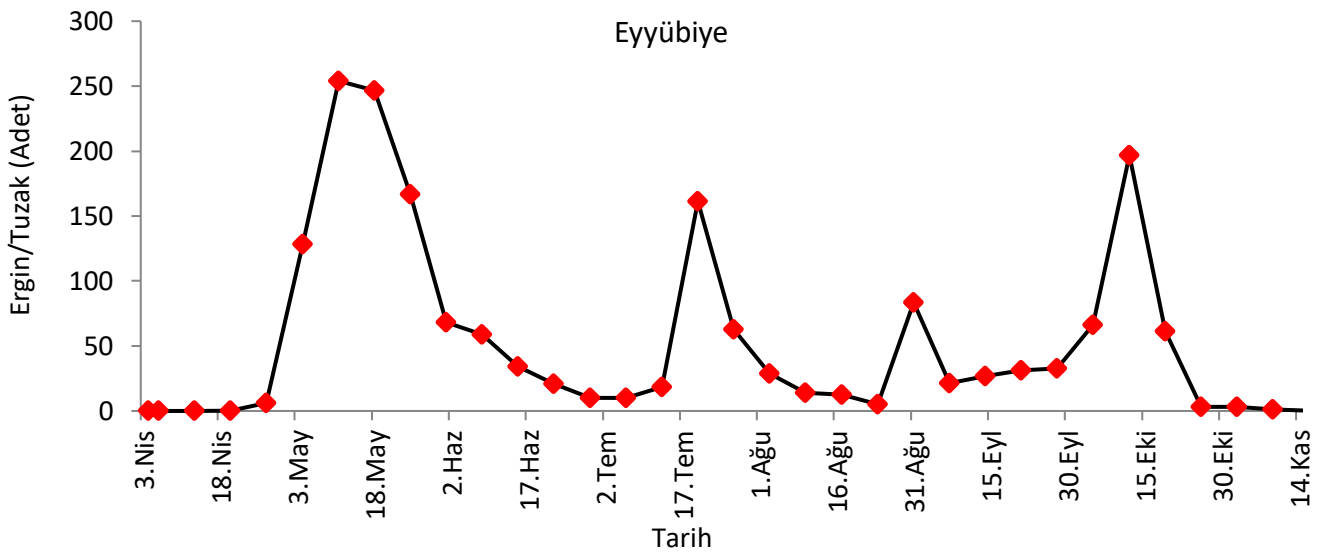
Şanlıurfa ili Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerindeki badem bahçelerinde *A. lineatella*'nın 2019 yılındaki popülasyon gelişimi sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Haliliye ilçesindeki badem bahçesinde *Anarsia lineatella*'nın popülasyon gelişimi (2019)

Figure 2. Population development of *Anarsia lineatella* in the almond orchard in Haliliye district (2019)

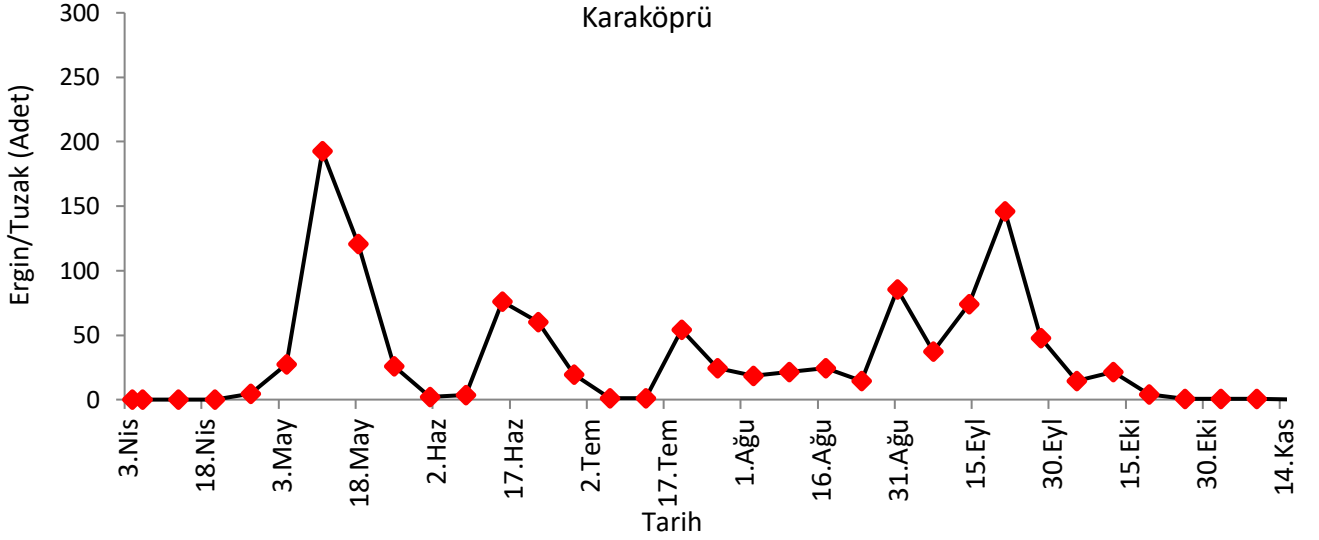
Haliliye ilçesindeki badem bahçesinde *A. lineatella*'nın ilk ergin uçuşunun 27 Nisan tarihinde başladığı ve zararlının biri belirsiz üçü belirgin 4 tepe noktası oluşturduğu belirlenmiştir. Zararlının oluşturduğu tepe noktaları 18 Mayıs, 20 Temmuz, 31 Ağustos ve 21 Eylül tarihlerinde sırasıyla 32.6, 103.3, 294.3 ve 200 ergin tuzak¹ ile gerçekleşmiştir. Son ergin uçuşunun Kasım ayının ilk haftasında olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre zararlının doğada 8 ay aktif olarak uçtuğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Eyyübiye ilçesindeki badem bahçesinde *Anarsia lineatella*'nın popülasyon gelişimi (2019)

Figure 3. Population development of *Anarsia lineatella* in the almond orchard in Eyyübiye district (2019)

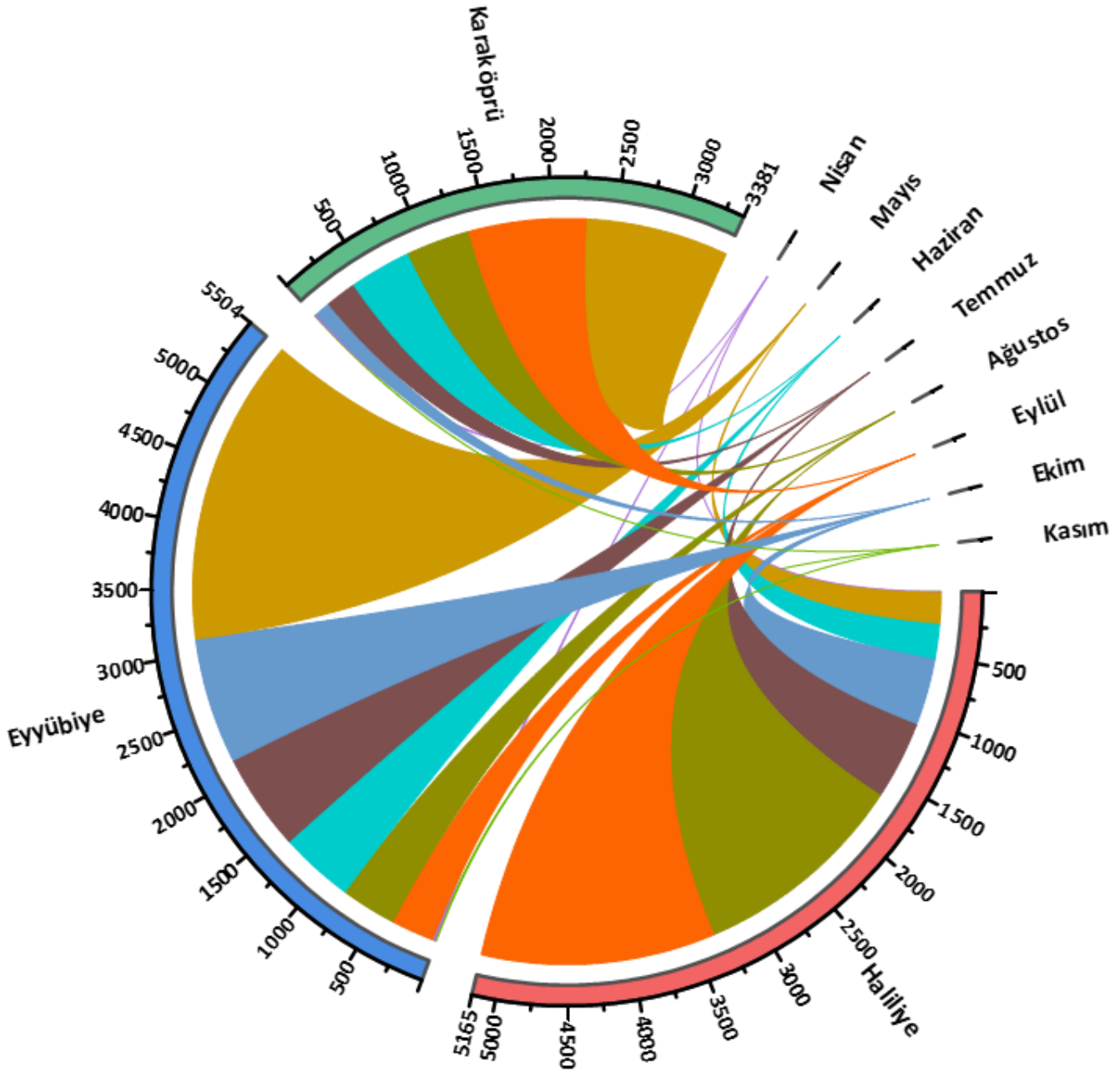
Eyyübiye ilçesindeki badem bahçesinde *A. lineatella*'nın ilk ergin uçuşu Haliliye ilçesi'nden bir hafta önce olmak üzere 20 Nisan tarihinde başlamıştır. İlk ergin uçuşundan sonra zararlının popülasyonu hızlı bir şekilde yükselişe geçerek badem yetiştirme mevsimi sonuna kadar dalgalı bir seyir izlemiş ve toplamda 4 tepe noktası oluşturmuştur. Zararlının oluşturduğu tepe noktaları 11 Mayıs, 20 Temmuz, 31 Ağustos ve 12 Ekim tarihlerinde sırasıyla 246.6, 161.3, 83.6 ve 196.6 ergin tuzak⁻¹ ile gerçekleşmiştir. Son ergin uçuşunun Kasım ayının ikinci haftasında olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre zararlının doğada 8 ay aktif olarak uçtuğu belirlenmiştir.



Şekil 4. Karaköprü ilçesindeki badem bahçesinde *Anarsia lineatella*'nın popülasyon gelişimi (2019)
Figure 4. Population development of *Anarsia lineatella* in the almond orchard in Karaköprü district (2019)

Karaköprü ilçesindeki badem bahçesinde *A. lineatella*'nın ilk ergin uçuşu Haliliye ilçesi ile aynı güne tekabül ederek 27 Nisan tarihinde gerçekleşmiştir. Tuzaklarda ilk ergin yakalandıktan sonra zararlının popülasyonu yükselişe geçerek sezon sonuna kadar dalgalı bir seyir izlemiş ve toplamda 5 tepe noktası oluşturmuştur. Zararlının oluşturduğu tepe noktaları 11 Mayıs, 15 Haziran, 20 Temmuz, 31 Ağustos ve 21 Eylül tarihlerinde sırasıyla 192.6, 76, 54, 85.3 ve 146.3 ergin tuzak⁻¹ yakalanması ile gerçekleşmiştir. Son ergin uçuşunun Kasım ayının ikinci haftasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre zararlının doğada Nisan-Kasım ayları arasında yaklaşık 8 ay aktif olarak uçtuğu belirlenmiştir.

Şanlıurfa'nın Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerinde badem bahçelerinde yürütülen bu çalışma sonucunda kurulan üçer adet feromon tuzaklarına yakalanan toplam şeftali güvesi ergin sayısı Şekil 5'teki kord diyagramda verilmiştir.



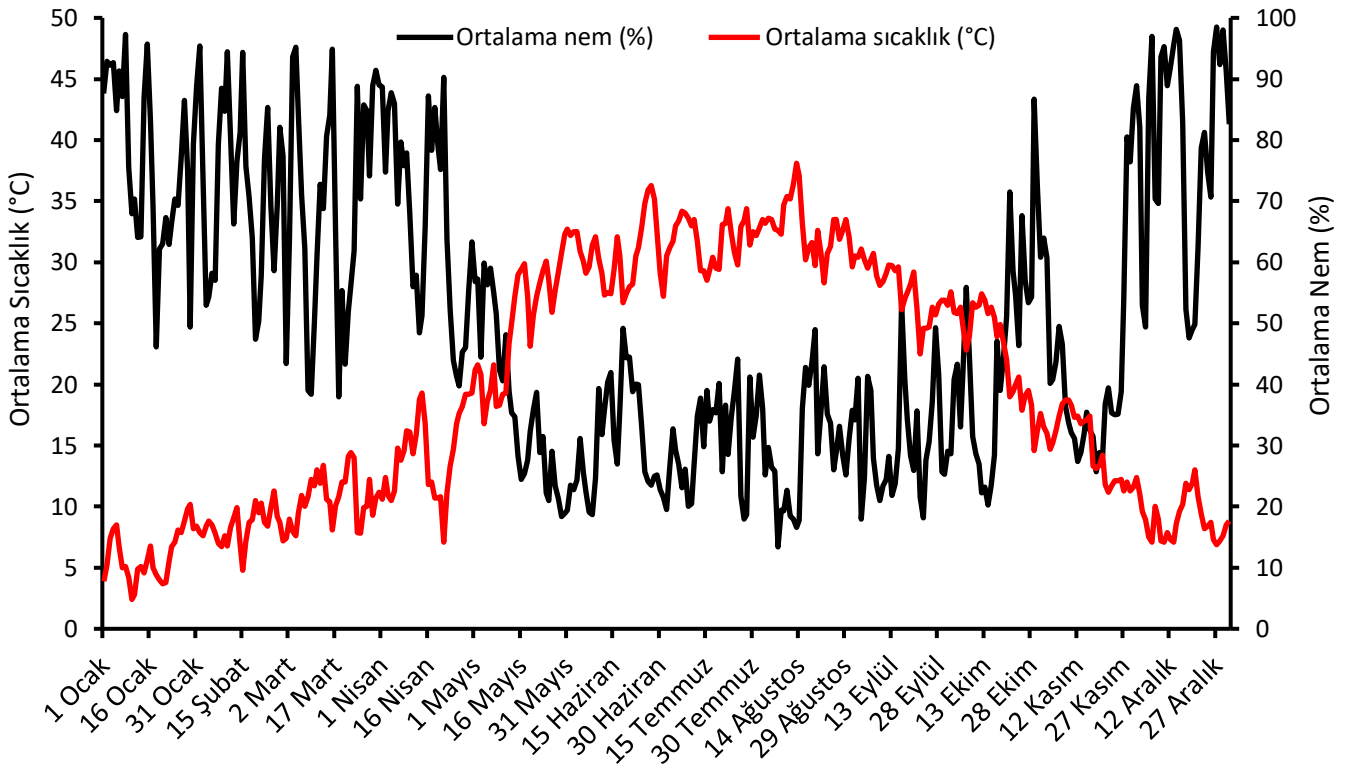
Şekil 5. Şanlıurfa İli (Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü) badem bahçelerinde *Anarsia lineatella*'nın toplam ergin sayıları (2019)

Figure 5. Total number of *Anarsia lineatella* adults caught in almond orchards of Şanlıurfa in 2019

Şekil 5 incelendiğinde Haliliye ilçesindeki badem bahçesinde yürütülen bu çalışmada eşeyssel çekici feromon tuzakları tarafından mevsim boyunca toplam 5165 ergin tuzak⁻¹, Eyyübiye ilçesinde 5504 ergin tuzak⁻¹ ve Karaköprü ilçesinde ise 3381 ergin tuzak⁻¹ şeftali güvesi ergini yakalanmıştır. Feromon tuzakları tarafından Haliliye ilçesinde en çok şeftali güvesi ergini 1819 ergin tuzak⁻¹ ve %35 oran ile eylül ayında, Eyyübiye ilçesinde 2388 ergin tuzak⁻¹ ve %43 oran ile Mayıs ayında Karaköprü ilçesinde ise 1102 ergin tuzak⁻¹ ve %32.59 oran ile Mayıs ayında yakalanmıştır. Bu verilere göre *A. lineatella* ergini Haliliye ilçesinde en fazla ağustos ayında yakalanırken, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerinde en fazla Mayıs ayında yakalanmıştır.

Şanlıurfa İli Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınan 2019 yılı iklim verilerine göre günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Şanlıurfa ili iklim verileri incelendiğinde nem ve sıcaklık değerleri arasında ters bir

ilişki olduğu görülmüştür. Yani sıcaklık değeri düştükçe oransal nem oranı artmış ya da sıcaklık değeri arttıkça oransal nem oranında düşüş görülmüştür (Şekil 6).

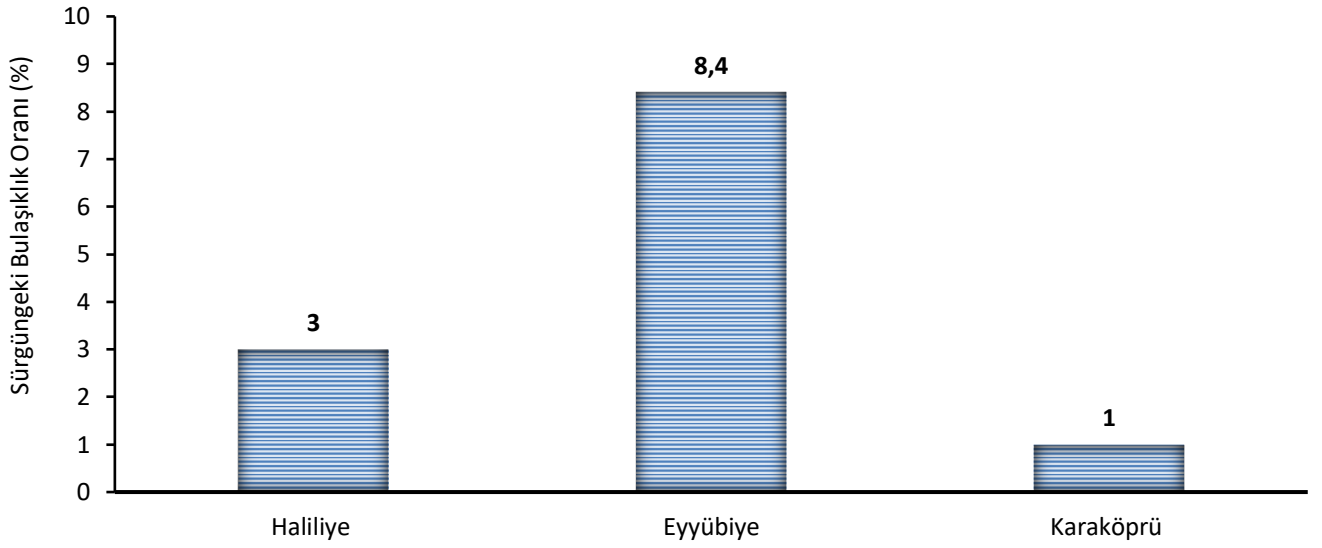


Şekil 6. Şanlıurfa ilinin (Merkez) 2019 yılındaki günlük ortalama sıcaklık ve nem değerleri
Figure 6. Daily average temperature and humidity values of Şanlıurfa (Central) in 2019

İklim verileri ile zararlının popülasyon gelişimi birlikte değerlendirildiğinde *A. lineatella*'nın ilk ergin uçuşunun nisan ayının son haftasında görüldüğü sırada ortalama sıcaklığın 18.2°C ve oransal nem oranının ise %84.8 olarak ölçüldüğü, son ergin uçuşunun kasım ayının ikinci haftasında görüldüğü anda belirlenen ortalama sıcaklık değerinin 17.4°C, ortalama oransal nemin ise %32.5 olduğu kaydedilmiştir. Çalışmada *A. lineatella* ergininin feromon tuzaklarına en fazla yakalandığı tarihler olan 18 Mayıs (246.6 ergin tuzak⁻¹), 31 Ağustos (294.3 ergin tuzak⁻¹), 21 Eylül (200 ergin tuzak⁻¹) ve 12 Ekim (196.6 ergin tuzak⁻¹) günlerinde kaydedilen ortalama sıcaklık ve nem değerlerinin sırasıyla 27.2°C-%27.6, 29.6°C-%35.8, 26.2°C-%35.7 ve 27.4°C-%22.2 olduğu kaydedilmiştir.

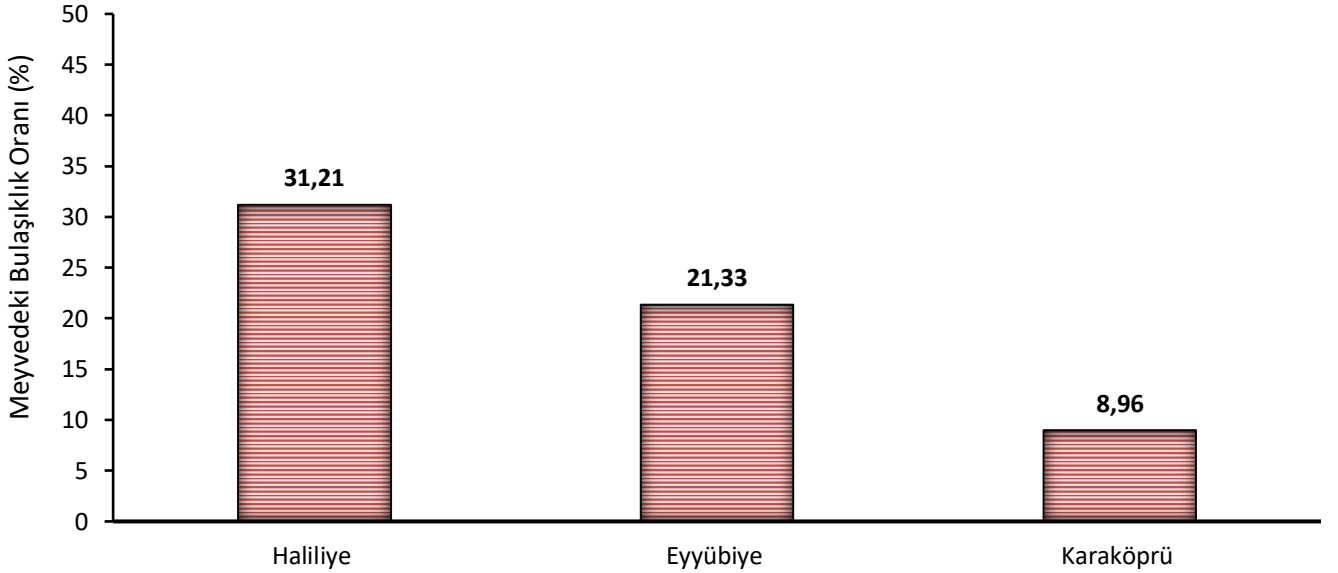
***Anarsia lineatella*'nın badem bahçelerindeki bulaşıklık oranları**

Şanlıurfa'nın Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerinde badem bahçelerinde *A. lineatella*'nın 2019 yılına ait badem sürgünlerindeki bulaşıklık oranı Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Şanlıurfa ilinde *Anarsia lineatella*'nin badem sürgünlerinde 2019 yılına ait bulaşıklık oranı
Figure 7. Shoot infestation rate of *Anarsia lineatella* in almond orchards in Şanlıurfa province in 2019

Şekil 7. incelendiğinde çalışmaların yürütüldüğü Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerindeki badem bahçelerinde *A. lineatella*'nin sürgünlerdeki bulaşıklık oranı sırasıyla %3, %8.4 ve %1 olarak belirlenmiştir. Eyyübiye ilçesindeki badem bahçelerinde sürgün bulaşıklığının diğer ilçelere göre yüksek çıkmasının sebebinin taze sürgün veriminin iyi olduğu ilkbahar döneminde zararlı popülasyonunun daha yoğun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Eyyübiye ilçesinde en fazla *A. lineatella* ergini mayıs ayında yakalanmıştır (Şekil 5). Zararlının badem meyvelerindeki bulaşıklık oranı ise Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Şanlıurfa ilinde *Anarsia lineatella*'nin badem meyvelerinde 2019 yılına ait bulaşıklık oranı
Figure 8. Fruit infestation rate of *Anarsia lineatella* in almond orchards in Şanlıurfa province in 2019

Çalışmaların yürütüldüğü Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerindeki badem bahçelerinde *A. lineatella*'nin meyvedeki bulaşıklık oranının sırasıyla %31.21, %21.33 ve %8.96 olduğu belirlenmiştir (Şekil 8). Çalışmada zararlının

badem meyvesinin dış kabuğu ile iç kabuğu arasında beslendiği, nadiren bademin çekirdeğine zarar verdiği görülmüştür. Bu beslenme karakteri ise özellikle bademin kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. *Anarsia lineatella*'nin badem meyvelerinde dış ve iç kabuk arasındaki zarar şekli
Figure 9. Damage symptoms of *Anarsia lineatella* between the outer and inner shells of almond fruits

Şanlıurfa ilinin Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerindeki badem bahçelerinde şeftali güvesinin popülasyon gelişimi ile ilgili elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde Şanlıurfa koşullarında zararlının ilk ergin uçuşunun Nisan ayının son on gününde başladığı belirlenmiştir. Price ve Summers (1961), California'daki badem bahçelerinde yürüttükleri çalışmada, *A. lineatella*'nin ilk ergin uçuşunun Nisan ortasında başladığını bildirmişlerdir. Özpınar ve Uçar (2018), Çanakkale şeftali bahçelerinde *A. lineatella*'nin ilk ergin uçuşunun 16 Nisan'da görüldüğünü belirtmişlerdir. Benzer şekilde Seferoğlu (2016), Mersin ilinin Anamur ilçesinde erkenci kayısı bahçelerinde şeftali güvesinin ilk ergin uçuşunun 14 Nisanda gerçekleştiğini bildirmiştir. Aynı şekilde Pashakolaei ve Barari (2016), İran'ın Mazenderan ilinde zararlının ilk ergin çıkışını Nisan ortasında eşeyssel çekici feromon tuzakları ile belirlediklerini bildirmişlerdir. Hatay'ın Antakya, Kırıkhan ve Samandağ ilçelerindeki üç farklı kayısı bahçesinde yürütülen bir çalışmada *A. lineatella* erginlerinin ilk olarak Nisan ayının ikinci yarısı başlarında (19 Nisan) cinsel çekici tuzaklarda yakalandığı belirlenmiştir (Hanedan, 2016). Bununla beraber, Mamay ve ark. (2014)'nin Şanlıurfa ilinde şeftali, kayısı ve nektarin bahçelerinde yürüttükleri çalışma sonucunda zararlının ilk erginlerinin bu çalışma sonuçlarına göre yaklaşık bir hafta gecikmeli olarak Mayıs ayı başlarında görüldüğü bildirilmiştir. Söz konusu iki çalışmanın aynı ilde yürütülmesine rağmen zararlının çıkış zamanlarındaki farklılığın meyve türlerinin ve o yılın ekolojik koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, Gençsoylu ve ark. (2006), Aydın ilinde farklı şeftali çeşitleri üzerinde yürütülen çalışma sonucunda ilk ergin çıkışının 16 Mayıs'ta olduğunu belirtmeleri bu çalışma ile farklılık göstermektedir. Yine, Öztürk (2003), Mersin iline bağlı Erdemli ve Mut ilçelerindeki kayısı bahçelerinde şeftali güvesi erginlerinin ilk olarak Nisan ayı başlarında (01-10 Nisan) cinsel çekici tuzaklarda yakalandığını belirtmiştir. Öztürk (2003) çalışmasında zararlının ilk ergin uçuşunun erken gerçekleşmesinin Mersin ilinde kışların daha sıcak geçmesi ve dolayısıyla daha erken gelen ilkbahar gibi ekolojik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Sarai (1966), Kanada'nın Britanya Kolumbiyası bölgesinde şeftali güvesinin biyolojisine yönelik yapılan bu çalışma sonucunda ergin çıkışının Haziran ayının ilk haftasına denk geldiğini bildirmeleri yapılan çalışma ile farklılık göstermektedir. Bu farklılığın da çalışmanın yürütüldüğü ülkenin ekolojik koşullarına bağlı olarak zararlı biyolojisinde meydana gelen farklılıklardan oluştuğu sanılmaktadır.

Çalışmanın yürütüldüğü üç lokasyondan alınan sonuçlara göre ilk ergin uçuşundan sonra şeftali güvesinin popülasyonu artarak mevsim sonuna kadar dalgalı bir seyir izlemiş ve popülasyon eğrisinde 4-5 tepe noktası oluşmuştur. Bu çalışmayı destekleyici olarak, Mamay ve ark. (2014), Şanlıurfa ilinde şeftali, kayısı ve nektarin bahçelerinde yürüttükleri çalışma sonucunda zararlının popülasyonunun her iki yıl boyunca 4 kez tepe noktası yaptığını, teorik olarak 4 döl verebileceğini bildirmişlerdir. Yine İran'ın Mazenderan ilinde yürütülen bir çalışma sonucunda *A. lineatella*'nın yılda 3-5 döl verdikleri bildirilmiştir (Pashakolaei ve Barari, 2016). Benzer şekilde, Özpınar ve Uçar (2018) Çanakkale ilinde şeftali bahçelerinde zararlının 18 Mayıs, 16 Haziran, 15 Temmuz ve 22 Ağustos olmak üzere 4 tepe noktası oluşturduğunu belirlemişlerdir. Aynı şekilde, Hanedan (2016) Hatay'ın üç farklı kayısı bahçesinde yürüttüğü çalışma sonucunda zararlı erginlerinin Nisan-Mayıs, Haziran ve Temmuz-Ağustos aylarında olmak üzere üç önemli uçuş periyodu gösterdiğini bildirmiştir. Yine, zararlının ABD'nin Kaliforniya eyaletinde sert çekirdekli meyve bahçelerinde 4 döl verdiğinin bildirilmesi bu çalışmayı desteklemektedir (Anonymous, 1985). Bunun aksine, Seferoğlu (2016) Mersin ilinin Anamur ilçesinde erkenci kayısı bahçelerinde yürütmüş olduğu çalışmanın sonucunda şeftali güvesinin yılda 1 döl verdiğini belirtmeleri bu çalışma ile farklılık göstermektedir. Bu farklılık, zararlının olgunlaşan ve hasat edilen erkenci kayısı bahçesinden başka konukçalara geçişine bağlanabilir. Yine, Ergüden ve ark. (1999), Ege bölgesinde şeftali bahçelerinde şeftali güvesinin yılda 2 döl verdiğini belirtmişlerdir. Birinci dölünü mayıs-haziran aylarında 2. dölünü ise temmuz ayında oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda görülen farklılıklardan dolayı zararlının ergin popülasyon gelişimi üzerinde sıcaklık ve nem gibi abiyotik faktörlerin rol oynayabileceği düşünülmektedir. Etkili sıcaklık toplamının düşük kaldığı lokasyonlarda ve zararlının daha fazla tercih ettiği konukçuların bulunmaması zararlının döl sayısını olumsuz etkileyebilmektedir. Farklı lokasyonlarda yürütülen çalışmalardan farklı sonuçların alınması bu durumdan kaynaklanabilmektedir.

Zararlının popülasyon dalgalanmasında tuzak başına haftalık en fazla ergin yakalanması Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerindeki badem bahçelerinde sırasıyla 294.3 (31 Ağustos), 246.6 (18 Mayıs) ve 192.6 (11 Mayıs) ergin tuzak¹ ile gerçekleşmiştir. *Anarsia lineatella*'nın şeftali bahçelerinde haftalık eşeyssel çekici tuzaklardaki yakalanmasının 20 ergin tuzak¹ olmasının ekonomik zarar eşiği (EZE) olduğu düşünüldüğünde badem bahçelerindeki popülasyonun oldukça yoğun olduğu belirlenmiştir (ZMTT, 2008). Seferoğlu (2016), Mersin ilinin Anamur ilçesinde erkenci kayısı bahçelerinde feromon tuzaklarına en çok şeftali güvesi ergininin iki yıl üst üste %67.4 ve %68.2 oranıyla mayıs ayında yakalandığını bildirmiştir. Gençsoylu ve ark. (2006) ise yakalanmış olan ergin sayısının 196 adet ile en yüksek olduğu tarihin 7 Ağustos olduğunu bildirmişlerdir. Zararlının popülasyonunun değişik bölgelerde ve konukçalarda farklı dönemlerde yükselmesi veya düşmesi ekolojik faktörlerle yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü ılıman geçen kış aylarında zararlının kışlama başarısının yüksek oluşunun erken dönemde popülasyon yüksekliğine sebep olurken aksi durumun zararlının Nisan ve Mayıs aylarındaki popülasyonunun düşüklüğüne sebep olacağını düşünmek böcek ekolojisi gereği akılcı bir yaklaşım olacaktır. İkinci durum ise zamanla daha geç dönemde popülasyonun yükseleceğine işaret etmesi olasıdır.

Bu çalışmadan elde edilen diğer bir önemli veriye göre Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerinde badem bahçelerinde şeftali güvesinin Nisan ayının son haftasından Kasım ayının ortalarına kadar yaklaşık 8 ay doğada aktif olarak uçtuğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaya paralel olarak Öztürk (2003) yaptığı çalışma sonucunda, şeftali güvesi erginlerinin nisan ayı başlarından son ergin uçuşunun gerçekleştiği Kasım ayının ikinci yarısına kadar doğada yaklaşık 8 ay süreyle aktivitesinin devam ettiğini bildirmiştir. Gençsoylu ve ark. (2006) ise *A. lineatella* erginlerinin doğada en az 7 ay boyunca uçtuğunu bildirmiştir. Genel olarak *A. lineatella*'nın farklı bölgelerde ve farklı konukçular üzerinde doğada 6-8 ay uçtuğu bildirilmektedir (Mamay ve ark., 2014).

Zararlının badem bahçelerindeki sürgün ve meyve bulaşıklığı irdelendiğinde, Haliliye, Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerindeki badem bahçelerinde *A. lineatella*'nın meyvedeki bulaşıklık oranının sırasıyla %31.21, %21.33 ve %8.96 iken sürgünlerdeki bulaşıklık oranının ise sırasıyla %3, %8.4 ve %1 olarak belirlendiği anlaşılmaktadır (Şekil 7-8). Bu verilere göre zararlının meyvelerdeki bulaşıklığının göz ardı edilemeyecek kadar yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Anarsia lineatella'nın şeftali bahçelerinde sürgünlerdeki bulaşıklık oranının %5 ve üzerinde olması ekonomik zarar eşiği olarak kabul edildiği düşünüldüğünde Eyyübiye ilçesindeki badem bahçesinde zararlının sürgünlerde EZE üzerinde bulaşıklık oluşturduğu anlaşılmaktadır (ZMTT, 2008). Nitekim bu çalışmayı destekleyici olarak Rotim ve ark. (2011) zararlının badem bahçelerinde sürgün zararlısı olarak ortaya çıktığını bu nedenle bahçelerin ve özellikle fidanlıkların zararlı açısından takibinin zorunlu olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, gerek üreticilerle yapılan görüşmeler gerekse pazar izlenimlerimiz neticesinde bademde kalite düşüklüğüne sebep olan zararlıdan dolayı ürünün düşük fiyattan pazar bulmasına ve üreticinin olumsuz şekilde doğrudan etkilenmesine sebep olduğu anlaşılmıştır. Mamay ve ark. (2014), *A. lineatella*'nın sürgünlerdeki zarar oranının şeftali, nektarin ve kayısı bahçelerinde 2010 yılında sırasıyla %38, %18 ve %16 ve 2011 yılında ise %30, %22 ve %14 olarak belirlendiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar zararlının şeftali, nektarin ve kayısı bahçelerinde meyvelerdeki bulaşıklık oranının 2010 yılında sırasıyla %29, %6 ve %6 iken 2011 yılında ise %14, %8 ve %5 olduğunu bildirmişlerdir. Bu verilerle aynı bölgede yürütülen çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre zararlının kayısı, şeftali ve nektarin bahçelerinde sürgünlerdeki bulaşıklık oranının bademe göre daha yüksek çıktığı ancak Haliliye ve Eyyübiye ilçelerindeki meyve bulaşıklığının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bulgaristan'da şeftali, nektarin ve kayısı bahçelerinde yapılan bir çalışmada zararlının larvalarının sürgünlerde zarar oluşturduğu, mücadelesinde çiftleşmeyi engelleme tekniğinin kullanılması durumunda sürgünlerdeki zarar oranının %0'a kadar düşürülebildiği bildirilmiştir (Kutinkova ve ark., 2016). Aynı çalışmada araştırmacılar, *A. lineatella*'nın çiftleşmeyi engelleme feromon tuzaklarının kullanıldığı alanlarda meyvelerdeki zarar oranının %1'e kadar düşürülebileceği bildirilmiştir. İran'ın Mazenderan ilinde Pashakolaei ve Barari (2016) tarafından şeftali bahçelerinde yapılan bir çalışma sonucunda *A. lineatella*'nın erken olgunlaşan çeşitlerde bulaşıklık oranının sıfıra yakın olduğu, orta ve geç olgunlaşan çeşitlerde ise bu oranların çalışmamızdan daha düşük olarak sırasıyla %4.2 ve %5.5 olduğu rapor edilmiştir. Özpinar ve Uçar (2018), Çanakkale İli'nde şeftali bahçelerinde *A. lineatella*'nın bulaşık meyve oranının çiftleşmeyi engelleme tekniği (ÇET) uygulanan parselde % 2.2, ÇET + insektisit parsellerinde % 2.0 ve sadece insektisit uygulanan parselde ise % 3.6 olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışmadan elde edilen popülasyon ve bulaşıklık verileri birlikte değerlendirildiğinde, *A. lineatella*'nın badem bahçelerinin sürgün ve meyvelerinde önemli zararlar oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bahçeler ferragnes ve ferraduel badem çeşitleri ile tesis edilmiş olup zararlının bu iki çeşit arasındaki tercihi arazi çalışmalarında gözlemlenmemiştir. Zararlının bu iki sanayi çeşidi üzerindeki zarar durumunun belirlenebilmesi için laboratuvar koşullarında tercihi ve tercihsiz testlerin yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Badem üreticilerinin şeftali ve kayısı üreticilerinin aksine genel olarak zararlıyı tanımamaları ve buna yönelik önlem almamaları zararlının mücadelesinde önemli bir handikap olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle badem üreticilerinin eğitim ve yayım çalışmaları ile zararlının biyolojisi, zararı ve mücadelesi konusunda bilgilendirilmeleri önemle önerilmektedir. Zararlının mücadelesinde bulaşık sürgünlerin ve çıkan taze yan sürgünlerin periyodik olarak kesilmesi ve hasat sonrası kurtlanarak yere dökülen veya ağaçlarda asılı kalan meyvelerin toplanarak imha edilmesi de önem arz etmektedir. Zararlı, badem meyvelerinde diğer sert çekirdekli meyvelerdeki zararının aksine daha çok kalite düşüklüğüne sebep olduğundan diğer meyvelerdeki ekonomik zarar eşiğinin bademe uyarlanmasının doğru olmayacağı bu nedenle badem bahçelerinde ekonomik zarar eşiği çalışmalarının yapılması mutlak bir gereklilik olarak düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: HÜBAP-19277).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

MM, çalışmayı kurgulayarak denemeyi kurmuş, SD ve CS arazi çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Bütün 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

- Aboutalebian, A., Toorani, A.H., Abbasipour, H., & Hassanzadeh, N. (2017). Seasonal fluctuations of the peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller in Ben County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. *2nd Iranian International Congress of Entomology*, 146.
- Alaz, M., & Bayazit, S. (2022). Bazı badem çeşitlerinin gaziantep ili ekolojisindeki fenolojik ve morfolojik özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11 (2), 36-44.
- Anonymous (1985). Integrated Pest Management for Almonds. University of California Statewide Integrated Pest Management Project Division of Agriculture and Natural Resources Publication, 3308, 64-69 p.
- Barnett, W., Edstrom, J., Coviello, R., & Zalom, F. (1993). Insect pathogen "Bt" controls peach twig borer on fruits and almonds. *California Agriculture*, 47 (5), 4-6.
- Bolu, H., & Çınar, M. (2005). Elazığ, Diyarbakır ve Mardin illeri badem ağaçlarında zararlı olan Lepidoptera türleri, doğal düşmanları ve önemlileri üzerinde gözlemler. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 63-67.
- Bolu, H., & Özgen, İ. (2007). Badem içkurdunun (*Eurytoma amygdali* Enderlein) (Hymenoptera: Eurytomidae) yayılış alanları, bulaşma oranları ve parazitoidleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (3-4), 59-65.
- Bolu, H., & Özgen, İ. (2010). Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında zararlı *Agrilus roscidus* Kiesenwetter, 1857 (Coleoptera: Buprestidae)'un ergin popülasyon değişiminin belirlenmesi. *Plant Protection Bulletin*, 50 (1), 1-11.
- Bolu, H., Özgen, İ., & Fent, M. (2006). Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında bulunan Pentatomidae (Heteroptera) türleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16 (1), 25-28.
- Brunner, J.F., & Rice, R.E. (1984). Peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), development in Washington and California. *Environmental-Entomology*, 13 (2), 607-610.
- Damos, P. (2013). Demography and randomized life table statistics for peach twig borer *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, 106 (2), 675-682.
- Denizhan, H., İkinci, A., Açar, İ., & Karaat, F. (2020). Bazı badem çeşitlerinin adaptasyon performansları üzerine yürütülen çalışmaların karşılaştırılması. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10 (4), 2283-2293.
- Ergüden, T.M., Demir, T., & Zümreoğlu, A. (1999). Ege Bölgesi'nde Şeftali Bahçelerinde Entegre Mücadele Araştırma, Uygulama ve Eğitim Projesi (Sonuç Raporu). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bornova Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü, İzmir.
- FAO (2024). *FAO Tarımsal Ürün İstatistikleri*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 26.02.2024).
- Fernandez, M.S. (1973). Observations on *Anarsia lineatella* Zell. Estacion de Avisos Agrícolas, Saragossa, Spain. *Boletin-Informativo-de-Plagas. Review of Applied Entomology*, 62 (103), 91-93.

- Gençsoylu, İ., Akşit, T., Ozer, G., Cacamer A., & Başpınar, N. (2006). Population dynamics and damage on shoots and fruits caused by of *Grapholita molesta* Busck (Lep.: Tortricidae), *Anarsia lineatella* Zell. (Lep.: Gelechiidae) and *Ceratitidis capitata* Wied. (Dip.: Tephritidae) in some peach varieties. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5 (3), 487-491.
- Hanedan, T. (2016). Hatay ili kayısı bahçelerinde şeftali filiz güvesi, *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin yayılışı, popülasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, , 60 s, Hatay.
- Hazır, A., & Ulusoy, M.R. (2009). Adana ve Mersin illeri şeftali ve nektarin bahçelerinde şeftali güvesi [*Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin popülasyon değişimi. *Bitki Koruma Bülteni*, 49 (2), 45-54.
- Ivanova, L. (1995). Studies on the biology and the ecological peculiarities of *Anarsia lineatella* Zell. in the region of Silistra. *Acta Horticulturae*, 384, 601-605.
- Karaat, Ş., İslamoğlu, M., Çağlar, Ö., & Atay, M. (2021). Adıyaman ili badem bahçelerinde saptanan zararlı türler. *Adyutayam*, 9 (1), 47-60.
- Kester, D.E., Gradziel, T.M., & Grasselly, C. (1991). Almonds (Prunus). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*, 290, 701-760.
- Kısakürek, Ö.R. (1976). Güney Anadolu Bölgesinde Taş Çekirdekli Meyve Ağaçlarında Zarar Yapan Şeftali Filizgüvesi (*Anarsia Lineatella* Zell.)'nin Biyokolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. T. C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları, Araştırma Eserleri Serisi, No: 43.
- Kovancı, B., & Kılınçer, N. (1984). Bursa ili'nde Şeftali güvesi (*Anarsia lineatella* Zell.) erginlerinin yakalanmasında cinsel çekici feromonun (Atralin) kullanılma olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3, 1-6.
- Kutinkova, H., Dzhuvinov, V., & Samietz, J. (2012). Control of peach twig borer and oriental fruit moth by mating disruption in an apricot orchard. In 32 edited by Avagyan, A. 15th International Symposium on Apricot Breeding and Culture. *Acta Horticulturae*, 966, 169-174.
- Kutinkova, H., Dzhuvinov, V., Stefanova, D., Radoslav, A., Palagacheva, N., & Lingren, B. (2019). Control of oriental fruit moth, *Cydia molesta* Busck and peach twig borer *Anarsia lineatella* Zell. using reduced rate of pheromone dispensers. *Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production and Integrated Protection of Fruit Crops IOBC-WPRS Bulletin*, 146, 47-54.
- Kutinkova, H., Gandev, S., Dzhuvinov, V., & Lingren B. (2016). Control of oriental fruit moth *Cydia molesta* and peach twig borer, *Anarsia lineatella* by using pheromone dispensers in Bulgaria. *Journal of Biopesticides*, 9 (2), 220-227.
- Lazarov, A., Ivanov, S., Veselinov, D., & Stoeva, R. (1971). Studies on the biology and ecology of the peach budworm (*Anarsia lineatella* Zell.). *Gradinarska i Lozarska Nauka*, 8 (2), 39-54.
- Maçan, G. (1986). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bademlerde Zarar Yapan Böcek Türleri, Önemlilerinin Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde Araştırmalar, Tarım ve Orman Bakanlığı Araştırma Eserleri, 5, 82 s.
- Mamay, M., Yanık, E., & Doğramacı, M. (2014). Phenology and damage of *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae) in peach, apricot and nectarine orchards under semi-arid conditions. *Phytoparasitica*, 42 (5), 641-649. <https://doi.org/10.1007/s12600-014-0405-6>
- Özbek, S. (1971). Bağ-Bahçe Bitkileri Islahı. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 419, Erzurum.
- Özbek, S. (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 128, Ders Kitabı 11, Adana.
- Özpinar, A., & Uçar, Ö. (2018). Çanakkale ilinde *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon gelişmesi ve mücadelesinde çiftleşmeyi engelleme tekniğinin kullanım olanağının araştırılması. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 41-49.

- Öztürk, N. (2003). Mersin ili kayısı bahçelerinde şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon takibi ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 60 s, Adana.
- Öztürk, N., Hazır, A., & Ulusoy, M.R. (2010). Mut (Mersin) ilçesinde kayısıda zarar yapan şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zell., 1839 (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya karşı çiftleşmeyi engelleme tekniğinin etkinliği. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34 (3), 337-350.
- Pashakolaei, S.M., & Bararı, H. (2016). Study on the seasonal fluctuation of Peach Twig Borer, *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae) in Mazandaran province. *Proceedings of 22nd Iranian Plant Protection Congress*, 27-30 August 2016, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, IRAN.
- Ponomarenko, M.G. (1990). Review of the Genus *Anarsia* Z. (Lepidoptera, Gelechiidae) of the USSR. *Entomological Review*, 69, 102-116.
- Price, D.W., & Summers, F.M. (1961). Cyclical changes in number of moths and larvae of the peach twig borer in California. *Journal of Economic Entomology*, 54, 933-936.
- Rao, H. (2012). Therapeutic applications of almonds (*Prunus amygdalus* L.): A review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 6 (1), 130-135.
- Reding, M.E., & Alston, D.G. (2001). Peach Twig Borer, *Anarsia lineatella*. Utah State University Extension Fact Sheets. <http://extension.USU.Edu/coop/ag/environ/IPM/index.htm>
- Roshandel, S. (2020). Biology and economic damage of peach twig borer *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in almond orchards of Saman. *Applied Entomology and Phytopathology*, 87 (2), 241-251.
- Rotim, N., Karačić, A., & Ostojić, I. (2011). Breskvin moljac (*Anarsia lineatella*, Zeller) značajan štetnik u nasadima badema na području Hercegovine. *Glasnik Zaštite Bilja*, 34 (5), 32-37.
- Sarai, D.S. (1966). The peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae), in the Okanagan and Similkameen valleys of British Columbia. *Journal Entomology Society British Columbia*, 63, 19-22.
- Seferoğlu, İ.A. (2016). Mersin ili erkenci kayısı bahçelerinde şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve zarar oranının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 60 s, Hatay.
- TÜİK (2023). *Türkiye İstatistik Kurumu Badem İstatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim Tarihi: 26.02.2024).
- Viggiani, G. (1989). Pest of Apricots. Department of Agricultural Entomology and Zoology. University of Naples, Portici / Italy. *IX International Symposium on Apricot Culture*, Caserta, July 9-15, 1989. 481-486 p.
- Zalom, F.G., Barnett, W.W., Rice, R.E., & Weakley, C.V. (1992). Factors associated with flight patterns of the peach twig borer (Lepidoptera: Gelechiidae) observed using pheromone traps. *Journal of Economic Entomology*, 85 (5), 1904-1909.
- ZMTT (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt: 4. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), 388 s, Ankara.


Aslan kuyruğu (*Leonurus cardiaca* L.)'nda farklı biçim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisi

The effect of different harvest times on yield and quality of motherwort (*Leonurus cardiaca* L.)

Ceren Deniz YILDIRIM¹, Elif FERAHOĞLU², Saliha KIRICI²

¹Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 25.03.2024 Accepted / Kabul: 27.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Leonurus cardiaca</i> L. Biçim zamanları Herba verimi Uçucu yağ Uçucu yağ bileşenleri</p> <p>Keywords: <i>Leonurus cardiaca</i> L. Harvest times Herbage yield Essential oil Components of essential oil</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Saliha KIRICI kirici@cu.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.</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>ÖZET</p> <p><i>Leonurus cardiaca</i> L., geçmişten günümüze kadar kalp ve damar hastalıklarını, özellikle de anksiyete, gerginlik ve stresle ilişkili taşikardiye tedavi etmek amacıyla kullanılmıştır. Ülkemiz florasında bulunmakta olan bu bitkinin yetiştiriciliği ile ilgili Türkiye’de çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma Çukurova Bölgesi’nde farklı biçim zamanlarının (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonrası) <i>Leonurus cardiaca</i> L. bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonucunda; incelenen özellikler arasında en yüksek bitki boyu (57.33 cm), kuru herba verimi (92.93 kg da⁻¹) ve kuru madde verimi (%68.73) çiçeklenme sonrası dönemde saptanmıştır. Taze herba verimi (274.34 kg da⁻¹), kuru yaprak verimi (53.36 kg da⁻¹) ve yaprak oranı (% 63.63) ise tam çiçeklenme döneminde en yüksek değerlere ulaşırken, en yüksek uçucu yağ oranı (%0.022) ise çiçeklenme öncesi dönemde elde edilmiştir. Uçucu yağın ana bileşenlerinde germacrene D (%12.06-17.16), alpha selinene (%5.82-9.16), elemicin (%3.02-13.16), ve endo-Borneol (%17.92-5.27) bitkinin gelişim evrelerine göre farklı değişimler göstermiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p><i>Leonurus cardiaca</i> L. has been used for centuries to treat cardiovascular diseases, especially tachycardia associated with anxiety, tension, and stress. There has been no study in Turkey regarding the cultivation of this plant, which is naturally found in our country's flora. For this reason, it was conducted to determine the effect of different harvest times (pre-flowering, full-flowering, post-flowering) on the yield and quality of <i>Leonurus cardiaca</i> L. in the Çukurova Region. As a result of this research; among the examined traits, the highest plant height (57.33 cm), dry herb yield (92.93 kg da⁻¹) and dry matter yield (68.73%) were determined in the post-flowering period. Fresh herb yield (274.34 kg da⁻¹), dry leaf yield (53.36 kg da⁻¹) and leaf ratio (63.63%) reached the highest values during the full flowering period, while the highest essential oil content (0.022%) were obtained in the pre-flowering period. The main components of the essential oil, germacrene D (12.06-17.16%), alpha selinene (5.82-9.16%), elemicin (3.02-13.16%), and endo-Borneol (17.92-5.27%) showed variations according to the developmental stages of the plant.</p>
Cite/Atıf	Yıldırım, C.D., Ferahoğlu, E., & Kırıcı, S. (2024). Aslan kuyruğu (<i>Leonurus cardiaca</i> L.)'nda farklı biçim zamanlarının verim ve kalite üzerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 474-485. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1458523

GİRİŞ

Geçmişte hastalıkların tedavisinde kullanılmış şifalı bitkilerin ve bunlardan elde edilen ekstraktların bazılarının iyileştirici etkisi günümüzde bilimsel yöntemlerle doğrulanarak resmi farmakopelerde yerini almıştır (Baydar, 2021). Lamiaceae (Labiatae/Balıbabagiller) ülkemizde gıda ve tıbbi amaçlar için kullanılan birçok aromatik bitki içerdiği için önemli bir familyadır. Bu familyaya dahil bitkiler içerdikleri çok çeşitli etkili maddeleri nedeniyle bitkisel çaylar, baharatlar, aromatik su veya kozmetikte kullanılan uçucu yağ olarak tüketilmek üzere doğadan toplanmakta, az sayıdaki bitkilerin de tarımı yapılmaktadır (Ertug, 2017). Bitkilerde ikinci metabolizma ürünü olan uçucu yağlar; buldukları yerin iklim, toprak kompozisyonu, coğrafik bölge, yetiştirme sezonu boyunca toprak nem içeriği gibi çevresel faktörlerin yanı sıra bitkinin yaşına ve gelişme dönemine, kullanılan organına ve hatta hasat saatine göre kalite, miktar ve bileşimde değişiklik gösterebilmektedir (Kırıcı & İnan, 2001; Giray ve ark., 2008; Kaya ve ark., 2012; Maral ve ark., 2018; Maral & Kırıcı, 2019; Çalışkan ve ark. 2019). Hasattan sonra kurutma şekli de uçucu yağ oranını etkilemektedir (Çalışkan ve ark. 2017).

Tedavi amacıyla kullanılan bitkilerden olan *Leonurus* cinsine ait ilk tıbbi bilgiler 10. yüzyılda sinir ve fonksiyonel kalp rahatsızlıklarında kullanıldığı belirtilmektedir (Mockute ve ark., 2005). İngilizce adı "motherwort" olan *Leonurus cardiaca* L. bitkisi özellikle doğum sonrası veya menopoz dönemindeki kaygıyı tedavi etmede değerli bir sakinleştirici etkiye sahiptir (Mabey ve ark., 1991). Bu türler Çin'de geleneksel olarak kadın hastalıkları ve doğumla ilgili rahatsızlıkların tedavisinde, Avrupa ülkelerinde ise kaygı bozukluğu ve kalp hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2018). Kaygı bozukluğunu azaltma etkisinin bitkinin içerdiği kompleks aminoasitlerden kaynaklandığı hayvan deneyleri ile ortaya konmuştur (Koshovyi ve ark., 2021). Avrupa Farmakopesine göre *L. cardiaca*'nın çiçeklenme zamanında toprak üstü kısımlarında en az %0.2 oranında flavonoid içerdiği ve monoterenler, diterpenler, triterpenler, nitrojen içeren bileşikler, fenilpropanoitler, flavonoidler ve fenolik asitlerin yanı sıra uçucu yağlar, steroller ve tanenler grubuna ait bileşikler bulunmaktadır (EMA, 2018). *L. cardiaca* ile yapılan çalışmalarda bitkinin antiviral (Fokina ve ark., 1991), antioksidan (Bernatoniene ve ark., 2009; Jafari ve ark., 2010), kardiyovasküler aktivite (Ritter ve ark., 2010; Liu ve ark., 2010; Huang ve ark., 2020), sakinleştirici (Mścisz & Gorecki, 1997; Ovanosov ve ark., 2006) anti-diyabetik (Huang ve ark., 2012) etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Bitkiden elde edilen Leonurin alkaloidinden iskemik inmenin önlenmesinde ve tedavisinde (Qi ve ark., 2010; Zhang ve ark., 2017) ve jinekolojik rahatsızlıkların tedavisinde (Li ve ark., 2011) yararlanılabileceği belirlenmiştir.

Dünya üzerinde tespit edilen *Leonurus* cinsine ait 24 türden 13'ü Çin'de yayılış göstermektedir (Kew, 2024). *L. cardiaca*, Avrupa, Doğu Asya, Himalayalar ve Doğu Sibirya, İran, Kuzey Afrika ve Kuzey Amerika'ya kadar yayılmış olan çok yıllık bir bitkidir (Wojtyniak ve ark., 2013; Borna ve ark., 2021).

Ülkemiz florasında *Leonurus* cinsine ait beş tür bulunmaktadır. Bu türlerden üçü Avrupa-Sibirya elementidir. *L. marrubiastrum* Trakya ve Kuzey Batı Anadolu'da (Edirne, İstanbul illerinde), *L. cardiaca* L. Kuzey Batı Anadolu'da (İstanbul, Bursa ve Edirne illerinde), *L. quinquelobatus* GILIB. Kuzey ve Doğu Anadolu'da (Bolu, Kars, Artvin, Bursa, Giresun, Van illerinde), İran-Turan elementi olan *L. glaucescens* BUNGE GD. Doğu Anadolu'da (Kars, Ağrı, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Bayburt illerinde) ve *L. persicus* BOISS. Doğu Anadolu'da (Erzurum ilinde) doğal olarak yayılış göstermektedir (Tübives, 2024). Türkiye'de *Leonurus* cinsinin beş türünün doğal olarak bulunmasına ve Dioscorides'in *Medica Medica* kitabında (Kahya, 2019) adının geçmesine karşın, sadece Doğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan etnobotanik çalışmada, *L. glaucescens* türünün "Öküzguyruğu" olarak bilindiği, kökünün iltihaplı yaralar için lapa şeklinde, kalp hastalıkları için ise infüzyon şeklinde kullanıldığını belirtilmiştir (Altundag & Ozturk, 2011). Türkiye aktarları ve etnobotanik taramalarda da bu bitkinin adı yer almamıştır (Başer ve ark., 1986; Fujita ve ark., 1995; Sezik ve ark., 1997; Yeşilada ve ark., 1999). Günümüze geldiğimizde ise *L. cardiaca* kullanım alanlarına ve ürünlerine internet ortamında ulaşmak mümkündür (URL, 1, 2, 3, 4). Ayrıca *Leonurus* cinsi Ardahan ve çevresinde

arıcılık yapılan bölgelerde genel çiçeklenme dönemi Nisan-Kasım ayları arasında uzun bir dönemi kapsaması ve polen ile nektar içermesi bakımından arıların en çok ziyaret ettiği ilk on bitki arasında yer almaktadır (Serka, 2024). *L. cardiaca* da biyoaktivitesini saptamaya yönelik çalışmalarda örnek olarak daha çok ticari olarak satılan bitkiler ile doğada yetişen bitkiler kullanılmıştır (Fierascu ve ark., 2019). Tarımı yapılarak farklı gelişme dönemlerinde etkili maddelerini belirleyen sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Kiełtyka-Dadasiewicz, 2010; Borna ve ark., 2021). Aslankuyruğu geniş bir alanda yayılım göstermekle birlikte ülkemizde yetiştiriciliği çok az olan bir bitkidir. Bu önemli bitki bazı koleksiyonerlerin bahçelerinde ve kamuya ait araştırma ve uygulama merkezlerinde tıbbi ve aromatik bitkiler alanlarında yetiştirilmekte iken, aktarlardan drog olarak satın alınan ve kullanılan aslankuyruğu, doğadan toplama yoluyla elde edilmektedir (Çavuşoğlu ve ark., 2014). Bu yönüyle araştırma ülkemizde ilk kez kültüre alma çalışması niteliğindedir. Bu çalışmanın amacı ülkemiz florasında bulunan ve halk hekimliğinde tıbbi amaçlarla kullanılan aslan kuyruğu (*L. cardiaca*) bitkisini Çukurova koşullarında yetiştirerek farklı gelişme dönemlerinde (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası) yapılan biçimlerde herba verimleri ve uçucu yağ oran ve bileşenlerini saptamaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan *L. cardiaca* tohumları Ç.Ü. Ali Nihat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nden temin edilmiştir. Lamiaceae familyasına ait tek yıllık olmasına karşın, sıcak bölgelerde çok yıllık olabilen bir bitkidir. Türkçe ismi; aslanotu, aslankuyruğu, aslankulağı olarak geçmektedir. Bitki 30 ile 100 cm arasında boylanır, dik ve tüylü gövdesi olan otsu bir bitkidir. Yaprakları el şeklinde ve tüylüdür. Üst tarafta bulunan yapraklar 3 parçalı, diğerleri 5-7 parçalı, üst yüzleri koyu, alt yüzleri açık yeşildir. Yaprak eksenini boyunca, yaklaşık 6-12 adet, uzun yapraksı başak oluşturacak şekilde bağlanmış küçük çiçekler bulunmaktadır. İki dudaklı çiçekleri 8-11 mm uzunlukta ve açık eflatun renklidir. Çan şeklindeki çanak yaprağı 5 dişlidir. İngiliz ve Alman Farmakopesi, Komisyon E Monografında kayıtlı olup, drog olarak kullanılan kısmı Alman E 22 Komisyonu monograflarında çiçekli dönem herbası olarak kabul edilmektedir (Tınmaz, 2013). Benzer şekilde Türk Farmakopesinde de *L. cardiaca* herbası "bütün veya kesilmiş, kurutulmuş topraküstü çiçeksi kısımları" olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2016).

Deneme yeri

Araştırma 2020 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama alanında kurulmuştur. Akdeniz iklimi etkisi altında olan Adana ilinde kış mevsimi ılık ve yağışlı, yaz mevsimi sıcak ve kurak geçmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2020 yılına ait iklim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Erken baharda fidelerin deneme alanına şaşırtılması gerçekleşmiş olup ortalama sıcaklık Mart ayında 15.3 °C, biçimlerin yapıldığı Mayıs ayında 23.5 °C, Haziran ayında 25.0 °C, ve Temmuz ayında 29.4 °C olarak gerçekleşmişken, toplam yağış miktarı Mart ayında 66.8 mm, Nisan ayında 10.4 mm ve Mayıs 73.4 mm olmuştur. Haziran ve Temmuz aylarında yağış gözlenmemiş olup, bu dönemde yağmurlama sulama yapılmıştır.

Çizelge 1. Araştırma alanının 2020 yılı yetiştirme dönemine ait bazı iklim verileri

Table 1. Meteorological data of the experimental area in the growing period of 2020

Aylar	Minimum Sıcaklık°C	Maksimum Sıcaklık°C	Ortalama Sıcaklık°C	Toplam Yağış (mm)
Ocak	0.6	18.0	9.8	13.0
Şubat	-2.1	22.8	10.3	6.0
Mart	1.5	27.6	15.3	66.8
Nisan	6.4	30.0	18.0	10.4
Mayıs	12.9	40.3	23.5	73.4
Haziran	16.8	39.5	25.0	0.0
Temmuz	22.9	37.6	29.4	0.0

Kaynak: Adana Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü.

Araştırma alanı Seyhan Nehrinin yan derelerinin getirdiği çok zengin alüvyonlardan oluşmuştur, toprak A ve C horizonlarına sahip olup orta derin ve derindir. Organik madde oranı alt katmanlara gidildikçe azalmıştır (Özbek ve ark., 1974). Deneme alanından alınan toprak örneğinde Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında yapılan analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir. Toprak pH'sı 7.49 olup, genellikle hafif alkali bir özellik göstermektedir. Toprağın P₂O₅ içeriği 2.8 kg da⁻¹, K₂O içeriği ise 70.5 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur. Toprağın kireç içeriği 25.9 kg da⁻¹ ve organik madde içeriği % 1.4 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanına ait toprak özellikleri

Table 2. Soil properties of the trial area

Derinlik (cm)	Tekstür Dağılımı			pH	Organik Madde	Kireç kg da ⁻¹	P ₂ O ₅ kg da ⁻¹	K ₂ O kg da ⁻¹
	Kum %	Silt %	Kil %					
0-30	19.9	23.2	58.9	7.49	1.4	25.9	2.8	70.5

Metod

Araştırmada kullanılan tohumlar serada 17 Aralık 2019 tarihinde torf, toprak ve çiftlik gübresi (1:1:1) karışımıyla doldurulan viyollere ekilmiştir. 28 Aralık 2019 tarihinde ilk çıkışlar gözlenmiştir. Fideler 5-6 yapraklı olduklarında deneme alanına şaşırtılmışlardır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerürlü olarak kurulmuştur. Deneme faktörünü; 3 farklı gelişme dönemi (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası) oluşturmuştur. Denemede her bir parsel boyutu 3.0 m x 2.4 m (7.2 m²) olup, hazırlanan alanlara fideler 11 Mart 2020 tarihinde sıra arası 60 cm, sıra üstü 30 cm olacak şekilde ve her parsel 5 sıra, her sırada 10 bitkiden oluşacak şekilde tüm deneme alanına 450 adet bitki şaşırtılmıştır. Dikimle birlikte saf madde üzerinden 4 kg da⁻¹ azotlu gübre verilmiştir.

Deneme alanına dikimle beraber can suyu verilmiş olup, daha sonra sıcaklık ve toprak isteğine bağlı olarak yağmurlama sulama yapılmıştır. Araştırma alanında gerektiğinde el ile yoğunluğa bağlı olarak yabancı ot kontrolü yapılmıştır. Araştırmada bitkilerin gelişmesine bağlı olarak biçimler; çiçeklenme öncesi 21 Mayıs 2020, tam çiçeklenme 4 Haziran 2020, çiçeklenme sonrası ise 17 Temmuz 2020 tarihlerinde yapılmıştır.

Bitkiler hasat edilmeden önce parselin orta sıralarında rastgele belirlenen 10 bitkide bitki boyu ölçülmüştür. Hasat edilen bitkiler yaş olarak tartılarak yeşil herba verimi hesaplanmıştır. Kuru herba ve yaprak verimleri için bitkiler gölgede oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan yapraklardan alınan 100 g örnekler su distilasyonu yöntemi ile

Clevenger cihazı kullanılarak 4 saat süreyle distile edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar glass-vial şişelerde analize kadar -18 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır.

Uçucu yağ bileşenleri Ç.Ü. Merkez Araştırma Laboratuvarında GC/MS yöntemi ile belirlenmiştir. GC/MS analizinde 7890b GC, Agilent 7010b GC/MS triple quad aletinde kolon olarak DB – Wax kolon (60 m x 0.25 mm x 0.25 mm, J&W Scientific Folsom, USA) kullanılmıştır. Programda ise; enjeksiyon sıcaklığı: 250 °C, kolon sıcaklığı: 40 °C'de, hiç durmadan ve 3 °C artış göstererek 240 °C'ye ayarlanmıştır, taşıyıcı gaz olarak helyum (1.0 mL/dakika) kullanılmıştır. Elektron enerji: 70 eV, Kütle aralığı: 30-600 m/z olup, her bir bileşen, kütle Spektrumlarının Wiley kütüphanesinden karşılaştırılması ile tanımlanarak alanları (%) hesaplanmıştır.

Araştırmada elde edilen veriler tesadüf blokları deneme desenine göre J.M.P istatistik analiz programında varyans analizi yapılmıştır. İncelenen özellikler arasındaki farklılıklar %5 ve %1 önem düzeyinde EGF testine göre belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çukurova Bölgesinde *L. cardiaca*'nın farklı gelişme dönemlerinde yapılan biçim zamanlarının (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonrası) verim ve kalite üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada; bitki boyu, taze herba verimi, kuru herba verimi, kuru yaprak verimi, yaprak oranı, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri incelenmiştir. Elde edilen verilere ait varyans analizi tablo halinde verilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. *Leonurus cardiaca* L.'nin incelenen bazı özelliklerin varyans analizi

Table 3. Variance analysis of some examined traits of *Leonurus cardiaca* L.

Varyasyon Kaynağı	S	Bitki Boyu	Kareler Ortalaması				
			Taze Herba Verimi	Kuru herba verimi	Kuru yaprak verimi	Yaprak oranı	Uçucu Yağ Oranı
Blok	2	65.10	712.08	69.805	36.33	1.55	0.000079
Biçim zamanı	2	10.60	14793.98**	153.72	1112.39**	614.63**	0.000025335*
Hata	4	8.99	482.00	94.96	7.37	6.20	0.000001
V.K (%)		5.42	10.85	11.48	7.50	4.98	4.72

Sd: Serbestlik derecesi, V.K: Varyasyon katsayısı

Bitki boyu

Varyans analizi sonucuna göre, *L. cardiaca* bitkisinde biçim zamanının; bitki boyu üzerinde istatistiki anlamda önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). En yüksek bitki boyu 57.33 cm çiçeklenme sonrası dönemde ve en düşük bitki boyu 53.76 cm çiçeklenme öncesi biçilen bitkilerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Chevallier (2000) yaptığı çalışmada, *L. cardiaca* L.'nin bitki boyunun 1.5 metreye kadar, Bown (2002) Avrupa ve Rusya'da bitkinin çiçeklenme zamanında 1.2 metreye kadar uzayabildiğini bildirmişlerdir. Marmara Bölgesinde gözlem parsellerinde yetiştirilen bitkilerin ilk yıl bitki boyları 135-147 cm arasında değişmiştir (Tınmaz, 2013). Farklı bölgelerden toplanan *L. cardiaca* bitkilerinde ise bitki boyu 44-245 cm arasında değişmiştir (Saltan, 2021). Araştırmada elde edilen bitki boyu ortalamaları yapılan önceki çalışmalardan genellikle daha düşük, Saltan (2021)'in belirttiği değerler arasında bulunmuştur. Sonuçların bu değerlerden düşük olmasının sebebi, bitkilerin birinci yetiştirme sezonunda hasat edilmelerinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. Farklı biçim zamanlarında *Leonurus cardiaca* L. bitkisinde elde edilen bazı morfolojik özellikler, herba verimleri, uçucu yağ oranı ve verim değerleri

Table 4. Some morphological characteristics, herb yields, essential oil ratio and yield values of *Leonurus cardiaca* L. at different cutting times

Biçim zamanları	Bitki boyu (cm)	Taze herba verimi (kg da ⁻¹)	Kuru herba verimi (kg da ⁻¹)	Kuru yaprak verimi (kg da ⁻¹)	Yaprak oranı (%)	Uçucu Yağ oranı (%)
Çiçeklenme Öncesi	53.76	198.63 b	79.13	39.70 b	51.33 b	0.022 a
Tam Çiçeklenme	54.54	274.34 a	82.73	53.36 a	63.63 a	0.018 b
Çiçeklenme Sonrası	57.33	134.04 c	92.93	15.34 c	35.09 c	0.017 b
EGF (%5)	ö.d.	49.83	ö.d.	6.16	5.65	1.84

Herba verimleri ve uçucu yağ oranı

L. cardiaca bitkisinde farklı biçim dönemlerinde yapılan biçimlerden elde edilen ortalama taze herba verimleri arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Taze herba verimleri incelendiğinde en yüksek değer tam çiçeklenme döneminde (274.34 kg da⁻¹), en düşük değer (134.04 kg da⁻¹) ise çiçeklenme sonrası dönemde saptanmıştır (Çizelge 4). Benzer şekilde bazı Labiatea familyasına dahil bitkilerde bu sonuçlarla paralel olarak en yüksek taze herba verimlerinin tam çiçeklenme dönemlerinde elde edildiği bildirilmiştir (Karık ve ark., 2007; Kızıl, 2006; Kaya ve ark., 2012; Maral ve ark., 2018; Ferahoğlu ve ark., 2023). Biçim zamanlarının kuru herba verimi üzerine istatistiki anlamda önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Kuru herba verim değerleri incelendiğinde, en yüksek değer çiçeklenme sonrası dönemde (92.93 kg da⁻¹), en düşük değer ise çiçeklenme öncesi dönemde (79.13 kg da⁻¹) yapılan biçimde saptanmıştır (Çizelge 4). Taze herba verimi tam çiçeklenme döneminde yüksek olmasına karşın, kuru herba verimi biçimler arasında önemli bir fark olmamasına karşın en yüksek değer çiçeklenme sonrası dönemden elde edilmiştir. Bu durum çiçeklenme sonrası dönemde sap oranının fazla, yaprak oranının düşük olması ve bitkinin sapının giderek odunlaşması sonucundan kaynaklanmaktadır. Kuru yaprak verimi üzerine biçim zamanlarının etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur (Çizelge 3). En yüksek kuru yaprak verimi tam çiçeklenme döneminde (53.36 kg da⁻¹), en düşük değer de çiçeklenme sonrası yapılan biçimden alınmıştır, bu durum bitkide yaprak oranının tam çiçeklenme döneminde yüksek olmasıyla da desteklenmektedir (Çizelge 4). Genel olarak bitkinin çiçeklenme döneminden sonraki döneme gidildikçe fizyolojik yaşlanma ve yaprak kayıpları ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde, Kothari ve ark. (1993), *Mentha arvensis* L. bitkisinde çiçeklenme sonrası dönemde yaprak oranlarında düşüşler gözlemlenmiş olup en düşük yaprak oranları bu dönemde elde edilmiştir. Bu dönemde bitki boyunun uzamasıyla bitkinin alt kısımlarının ışık ve havadan yeterince yararlanamaması ve yaşlı yapraklarda bulunan azotun genç yapraklara taşınması ve alt yaprakların dökülmesine neden olmuştur (Taiz & Zeiger, 2008). Mevcut araştırmada yaş herba verimi, kuru yaprak verimi ve yaprak oranlarına ait sonuçlar bu durumu destekler niteliktedir. Bitkinin farklı gelişme dönemlerinin elde edilen uçucu yağ oranları üzerine etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Uçucu yağ oranı %0.022-0.017 arasında değişmiştir, en yüksek değer çiçeklenme öncesi (%0.022), en düşük değer ise çiçeklenme sonrası (%0.017) dönemde saptanmıştır. *L. cardiaca* L.'nin uçucu yağ oranı ile ilgili çalışmalar çok az olmakla birlikte Mockute ve ark. (2005) uçucu yağ oranını benzer şekilde %0.02 olarak saptamışlardır. Diğer bazı kaynaklarda bitkinin düşük oranda uçucu yağ içerdiği belirlenmiştir (Keller, 2010; EMA, 2018).

Uçucu yağ bileşenleri

Araştırmada *L. cardiaca*'nın farklı biçim zamanlarına göre uçucu yağ bileşenlerinin değişimi Çizelge 5' te verilmiştir. Her üç biçimde de uçucu yağı oluşturan bileşiklerin % 85.63-88.16'sı tanımlanmıştır. Çiçeklenme öncesi dönemde hasat edilen bitkinin uçucu yağ ana bileşenleri; germacrene D (%17.16), alpha selinene (%9.16), n-Hexadecanoic

acid (%8.62), phytol (%6.26), humulene (%4.72) ve elemicin (%4.19) olarak tespit edilmiştir. Tam çiçeklenme döneminde yapılan biçimde elde edilen uçucu yağın ana bileşenleri olarak; elemicin (%13.16), germacrene D (%12.06), alpha selinene (%5.82), linalool (%5.59), endo-Borneol (%5.27), phytol (%4.36), beta-caryophyllene (%4.11) olarak tesbit edilmiştir. Çiçeklenme sonrası döneminde ise ana bileşenler; endo-Borneol (%17.92), germacrene D (%13.44), caryophyllene oxide (%6.96), alpha selinene (%6.31), n-Hexadecanoic acid (%3.03), elemicin (%3.02) ve caryophyllene (%3.02) olarak tespit edilmiştir.

Uçucu yağın ana bileşenleri olan germacrene D (%12.06-17.16), alpha selinene (%5.82-9.16), elemicin (%3.02-13.16) ve endo-Borneol (%17.92-5.27) bitkinin gelişme dönemlerine göre farklı oranlarda saptanmıştır. Bitkinin farklı gelişme dönemlerde değişen miktarlarda içerdiği terpenoidlerin tümü biyoaktif bileşikler olup, β -caryophyllene antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikler ve tümör hücrelerine karşı sitotoksikite etki göstermiştir, bu bileşikler böceklerin davranışlarını etkilemiştir ve β -Caryophyllene ABD'de gıdaya katkı maddesi olarak ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından onaylanmıştır (Mockute ve ark., 2005). Germacrene D ise; bitkileri mikroplara karşı koruduğu, bir feromon gibi davranarak tozlaşmayı sağlayan böcekleri çekerken, yaprak bitleri ve keneler gibi böcekler üzerine caydırıcı etkisinin olduğu belirtilerek, uluslararası koku birliği tarafından koku endüstrisine yönelik bir bileşen olarak listelenmiştir, aynı zamanda bir çok seskiterpenterin yarı sentezinde anahtar madde olarak yer almaktadır. Tarım ve koku endüstrisi gibi çeşitli alanlarda kullanılan Germacrene D'nin temininde bitki kaynağına gereksinim vardır (Sharma ve ark., 2024).

Çizelge 5. Farklı biçim zamanlarında *L. cardiaca* L. bitkisinin uçucu yağı bileşenleri (%)

Table 5. Components of essential oil (%) of *L. cardiaca* L. plants at different cutting times

Bileşenler	RT	Çiçeklenme Öncesi (%)	Tam Çiçeklenme (%)	Çiçeklenme Sonrası (%)
1-Octen-3-ol	24.48	3.30	2.46	2.53
isomethone	25.10	1.81	-	0.20
2.4-Heptadienal	26.06	0.47	0.40	0.23
Camphor	27.16	0.23	0.65	0.26
Dihydroedulan II	27.63	2.32	2.87	1.78
Linalool	28.42	0.58	5.59	0.26
Linalyl acetate	28.83	-	2.05	-
β-Caryophyllene	30.76	4.01	4.11	3.02
Humulene	33.52	4.72	2.40	2.75
alpha-Selinene	34.30	9.16	5.82	6.31
endo-Borneol	34.41	-	5.27	17.92
Germacrene D	34.98	17.16	12.06	13.44
. α -Himachalene	35.32	0.54	0.57	-
.(+)-Sativen/ α -Selinene	35.53	0.46	0.44	0.40
Benzofuran. 2-methyl-	36.19	0.79	0.98	0.19
(-)-.alpha.-Panasinsen	36.94	1.52	1.13	1.85
Damascenone	38.72	1.12	0.98	-
5.9-Undecadien-2-one. 6.10-dimethyl-	39.92	0.60	0.61	0.29
trans-.beta.-Ionone	42.80	-	1.12	0.32
2-Naphthalenol. 1,2,3,4,4a,5,6,7-octahydro-2.5.5-trimethyl-	43.94	1.00	0.77	0.47
Caryophyllene oxide	44.42	2.50	3.95	6.96

Çizelge 5 (devamı). Farklı biçim zamanlarında *L. cardiaca* L. bitkisinin uçucu yağı bileşenleri (%)

Table 5 (continued). Components of essential oil (%) of *L. cardiaca* L. plants at different cutting times

Methyleugenol	45.05	2.07	4.00	1.02
2-Pentadecanone. 6.10.14-trimethyl-	49.08	2.00	1.70	1.04
1.8(2H.5H)-Naphthalenedione. hexahydro-8a-methyl-.	49.48	1.27	1.06	0.94
cis-				
.tau.-Cadinol	50.26	0.28	0.92	2.29
Thymol	51.27	1.38	0.67	1.42
Elemicin	51.72	4.19	13.16	3.02
d-Viridiflorol/Selin-6-en-4 α -ol	52.13	1.51	1.81	-
11.11-Dimethyl-4.8-	53.97	-	-	2.43
dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-3-ol				
18-Norisopimara-4(19).7.15-triene	55.30	2.13	1.58	1.26
n-Hexadecanoic acid	59.16	8.62	-	7.72
Diisobutyl phthalate	60.63	1.21	0.80	0.53
Phytol	62.76	6.26	4.36	2.28
Butyl octyl phthalate	64.64	0.42	0.21	0.23
TOPLAM (%)		88.16	87.38	85.63

RT: Retention time (alınma zamanı)

Tam çiçeklenme döneminde Litvanya'dan toplanan bitkilerden elde edilen uçucu yağlarda ana bileşenlerin germacrene D (%26.6-35.1) Beta caryophyllene (%5.8-9.0) ve α -humulen (%6.4-9.2) olduğu saptanmıştır (Mockute ve ark., 2006). Benzer şekilde Nijerya'da floradan toplanan *L. cardiaca* uçucu yağında Beta caryophyllene ana bileşen olarak saptanmış (%42.01), bu bileşiği alpha humulene (%38.88) ve alpha pinene (% 10.06) izlemiştir (Emmanuel ve ark., 2022). Morteza-Semnani ve ark. (2008) İran'da yetiştirdikleri bitkinin uçucu yağının ana bileşenlerini epi-sedrol (%9.7), alpha humulene (%9.2), dehidro-1.8-sineol (%8.9), germacrene D (%8.9) ve spathulenol (%8.8) olarak tespit etmişlerdir. Araştırmada *L. cardiaca* bitkisinin uçucu yağının ana bileşenlerinde önceki çalışmalarla benzerliklerin yanısıra farklıların da bulunması dikkat çekmektedir. Bu durum bitkilerin yetiştirildikleri yerlerin coğrafi ve iklimsel faktörleri, hasat ve toplanma zamanları, kurutulma ve saklanma koşulları, damıtma yöntemleri gibi çeşitli etkenlerinden kaynaklı olabildiği düşünülmektedir (Kırıcı & İnan, 2001; Giray ve ark., 2008; Kaya ve ark., 2012; Maral ve ark., 2018; Maral ve Kırıcı, 2019; Çalışkan ve ark. 2019).

Sonuç olarak; antik dönemlerden bu yana birçok hastalığın tedavisinde kullanılan ve farmakope ve monograflarda yer alan *L. cardiaca*. bitkisinin yetiştiriciliği ile ilgili ülkemizde çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırma ile Avrupa-Sibirya elementi olan *L. cardiaca* bitkisinin Çukurova koşullarında yetiştirilebileceğinin yanısıra, en yüksek kuru yaprak verimi için tam çiçeklenme döneminde ve en yüksek uçucu yağ oranı için ise çiçeklenme öncesi dönemde biçim yapılabileceği ortaya konmuştur. *L. cardiaca*'nın uçucu yağında ana bileşen olan germacrene D en yüksek çiçeklenme öncesi dönemde bulunurken tam çiçeklenme döneminde elemicin en yüksek oranda çıkmış olup çiçeklenme sonrası dönemde ise en yüksek endo-borneol elde edilmiştir. Tüm biçim dönemlerinde de ekonomik öneme sahip olan germacrene D saptanmıştır. Farklı kullanım alanlarına sahip olan ve çeşitli farmakopelerde yer alan bu bitkinin diğer bileşiklerinde saptanmasına yönelik çalışmaların yanısıra, aktivite testlerinin de yapılması yararlı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: FYL2019-5746). Yazarlar finansal destek için teşekkür ederler.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

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

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

- Altundag, E., & Ozturk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 19, 756-777. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.05.195>
- Anonim (2016). Türk Farmakopesi-II Monograflar A-H (Avrupa Farmakopesi Adaptasyonu). T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu, 235-237.
- Başer, K.H.C., Honda, G., & Miki, W. (1986). Herb drugs and herbalists in Turkey. *Studia Culturae Islamicae*, 27.
- Baydar, H. (2021). *Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi* (9. Basım). Nobel Akademik Yayıncılık. Yayın No. 2328. Ankara.
- Bernatoniene, J., Kucinskaite, A., Masteiková, R., Kalveniene, Z., Kasparaviciene, G., & Savickas A. (2009). The comparison of anti-oxidative kinetics *in vitro* of the fluid extract from maidenhair tree, motherwort and hawthorn. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 66 (4), 415-421.
- Borna, F., Nazeri, V., Ghaziani, F., & Shokrpour, M. (2021). Morphological and physiological response of some Iranian ecotypes of *Leonurus cardiaca* L. to drought stress. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4 (3), 289-302. <https://doi.org/10.22077/jhpr.2020.2918.1108>.
- Bown, D. (2002). *Encyclopedia of Herbs & Their Uses*. Dorling Kindersley Limited. London.
- Çalışkan, T., Maral, H., Gutierrez Prieto, L.M.V., Kafkas, E., & Kırıcı, S. (2017). The influence of different drying methods on essential oil content and composition of peppermint (*Mentha piperita* L.) in Çukurova conditions. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51 (3), 518-521. <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.78>.
- Çalışkan, T., Maral, H., Pala, C., Kafkas, E., & Kırıcı, S. (2019). Morphogenetic variation for essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.) in Çukurova conditions. *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 5 (1), 32-38. <https://doi.org/10.48347/IMIST.PRSM/ajmap-v5i1.15680>
- Çavuşoğlu, A., Sülüoğlu, M., Samet, H., Çınar, N., Uysal, F., & Erkal, S. (2014). Borik asit, gibberellik asit ve su uygulamalarının depolanmış aslankuyruğu (*Leonurus cardiaca* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. *II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23–25 Eylül 2014, Yalova, Bildiri Kitabı, 197-203.
- Chevallier, A. (2000). *Encyclopedia of Herbal Medicine*. Dorling Kindersley Limited, London.
- EMA. (2018). European Medicines Agency, "Assessment report on *Leonurus cardiaca* L., herba,". <https://www.ema.europa.eu/documents/herbal-report/fnal-assessment-report-leonurus-cardiaca-l-herba>
- Emmanuel, W., Ogbomade, Onyeike, O., Peters, N.E., Emmanuel, D., David, J., & Sampson Joe, O. (2022). Phytochemical and essential oil characterization of the aerial parts of *Leonurus cardiaca* (Motherwort). *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, 11 (1), 55-72 <https://doi.org/10.9734/AJACR/2022/v11i130247>.
- Ertug, F. (2017). Anatolian ethnobotanical heritage of the family Lamiaceae. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 4, 2-6.

- Ferahoğlu, E., Çalışkan, T., & Kırıcı, S. (2023). Farklı Dikim sıklıkları ve hasat zamanının *Dracocephalum moldavica* (Moldovya ejderi)'nin verim ve kalitesine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 528-541 <https://doi.org/10.33462/jotaf.1114621>.
- Fierascu, R.C., Fierascu, I., Ortan, A., Fierascu, I.C., Anuta, V., Velescu, B.S., Pituru, S.M., & Dinu-Pirvu, C.E. (2019). *Leonurus cardiaca* L. as a source of bioactive compounds: An update of the European medicines agency assessment report (2010). *Hindawi BioMed Research International*, 4303215, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2019/4303215>
- Fokina, G.I., Frolova, T.V., Roikhel, V.M., & Pogodina, V.V. (1991). Experimental phytotherapy of tick-borne encephalitis. *Vopr Virusol*, 36 (1), 18-21.
- Fujita, T., Sezik, E., Tabata, M., Yeşilada, E., Honda, G., Takeda, Y., Tanaka, T., & Takaishi, Y. (1995). Traditional medicine in Turkey VII. Folk medicine in middle and west Black Sea regions. *Economic Botany*, 10 (1), 406-422.
- Giray, E.S., Kırıcı, S., Kaya, D.A., Türk, M., Sönmez, Ö., & İnan, M. (2008). Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas*. *Talanta*, 74 (4), 930-935. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2007.07.040>
- Huang, H., Xin, H., Liu, X., Xu, Y., Wen, D., Zhang, Y., & Zhu, Y.Z. (2012). Novel anti-diabetic effect of SCM-198 via inhibiting the hepatic NF-κB pathway in db/db mice. *Bioscience Reports*, 32 (2), 185-195. <https://doi.org/10.1042/BSR20110017>
- Huang, L., Xu, D.Q., Chen, Y.Y., Yue, S.J., & Tang, Y.P. (2020). Leonurine. A potential drug for the treatment of cardiovascular system and central nervous system diseases. *Brain and Behavior*, 11 (2), e01995. <https://doi.org/10.1002/brb3.1995>
- Jafari, S., Moradi, A., Salaritabar, A., Hadjiakhoondi, A., & Khanavi, M. (2010). Determination of total phenolic and flavonoid contents of *Leonurus cardiaca* L. in comparison with antioxidant activity. *Research Journal of Biological Sciences*, 5 (7), 484-487. <https://doi.org/10.3923/rjbsci.2010.484.487>
- Kahya, E. (2019). *Materia Medica Dioscorides*. Nobel Tıp Kitapevi.
- Karık, Ü., Tınmaz, A.B., Kürkcüoğlu, M., Başer, K.H.C., & Tümen, G. (2007). İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) populasyonlarında farklı biçim zamanlarının verim ve kaliteye etkileri. *Bahçe*, 36 (1-2), 37-48.
- Kaya, D.A., İnan, M., Giray, E.S., & Kırıcı, S. (2012). Diurnal, ontogenetic and morphogenetic variability of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* in East Mediterranean Region. *Revista de Chimie*, 749-753.
- Keller, K. (2010). Assessment report on *Leonurus cardiaca* L. herba. *Committee on Herbal Medicinal Products EMA/HMPC/127430/2010*.
- Kew. (2024, January). *Leonurus*. World Checklist of Selected Plant Families. <https://powo.science.kew.org> (Erişim Tarihi: 28.02.2024).
- Kırıcı, S., & İnan, M. (2001). Effect of different harvesting time on the essential oil content of the rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in the Çukurova condition, *Workshop on Agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants*, 29 May-1 June, Proceeding Book, 263-272, Adana, Türkiye.
- Kızıl, S. (2006). Effects of different harvest times on wild thyme (*Thymus kotschyamus*) and its essential oil components. *Asian Journal of Chemistry*, 18 (3), 2353-2358.
- Kiełtyka-Dadasiewicz, A. (2010). The effect of Atonik AL application on growth and development of motherwort (*Leonurus cardiaca* L.) depending on age of plant. *Polish Journal of Agronomy*, 2, 30-32.
- Koshovyi, O., Raal, A., Kireyev, I., Tryshchuk, N., Ilina, T., Romanenko, Y., Kovalenko, S.M., & Bunyatyan, N. (2021). Phytochemical and psychotropic research of motherwort (*Leonurus cardiaca* L.) modified dry extracts. *Plants*, 10, 230. <https://doi.org/10.3390/plants10020230>
- Kothari, S.K., Sing, J.P., Sing, V., & Sing, K. (1993). Effect of nitrogen on oil composition and menthol yield of Japanese mint (*M. arvensis* L.) *Indian Perfumer*, 37 (2), 188-193.

- Li, X., Yuan, F.L., Zhao, Y.Q., Chen, F.H., Lu, W.G., Li, C.W., & Li, J.P. (2011). Effects of leonurine hydrochloride on medically induced incomplete abortion in early pregnancy rats. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 159 (2), 375-380. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2011.09.006>
- Liu, X.H., Pan, L.L., Chen, P.F., & Zhu, Y.Z. (2010). Leonurine improves ischemia-induced myocardial injury through antioxidative activity. *Phytomedicine*, 17, 753-759. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.01.018>
- Mabey, R., McIntyre, M., Michael, P., duff, G., & Stevens, J. (1991). *The complete new herbal, A practical guide to herbal living*. Penguin Books.
- Maral, H., Çalışkan, T., Yıldırım, C.D., Akdoğan, M.E., Kafkas, N.E., & Kirici, S. (2018). The influence of harvesting period and cutting hour on yield and quality in thyme (*Thymus vulgaris* L.) in Çukurova condition. *ARCTIC Journal*, 71 (11), 82-88.
- Maral, H., & Kirici, S. (2019). Changes within the daytime of essential oil content and composition of zahter (*Thymbra spicata* L.) grown in Ermenek conditions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (2), 13-16. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.13-16.3089>
- Mockute, D., Bernotiene, G., & Judzentiene, A. (2005). Storage-induced changes in essential oil composition of *Leonurus cardiaca* L. plants growing wild in Vilnius and of commercial herbs. *Chemija*, 16 (2), 29-32.
- Mockute, D., Bernotiene, G., & Judzentiene, A. (2006). Germacrene D chemotype of essential oils of *Leonurus cardiaca* L. growing wild in Vilnius district (Lithuania). *Journal of Essential Oil Research*, 18 (5), 566-568.
- Morteza-Semnani, K., Saedi, M., & Akbarzadeh, M. (2008). The essential oil composition of *Leonurus cardiaca* L. *Journal of Essential Oil Research*, 20 (2), 107-109.
- Mścis, A., & Gorecki, P. (1997). Motherwort (*Leonurus cardiaca* L.) herbal drug with sedative and cardiac activity. *Herba Polonica*, 23 (2), 172-178.
- Ovanesov, K.B., Ovanesova, I.M., & Arushanian, E.B. (2006). Effects of melatonin and motherwort tincture on the emotional state and visual functions in anxious subjects. *Eksperimental'naia i Klinicheskaia Farmakologiya*, 69 (6), 17-19.
- Özbek, H., Dinç, U., & Kapur, S. (1974). Çukurova Üniversitesi yerleşim sahası topraklarının detaylı etüd ve haritası. ÇÜ. Zir. Fak.Yay. No: 23, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 8, 149 s.
- Qi, J., Hong, Z.Y., Xin, H., & Zhu, Y.Z. (2010). Neuroprotective effects of leonurine on ischemia/reperfusion-induced mitochondrial dysfunctions in rats' cerebral cortex. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 33 (12), 1958-1964. <https://doi.org/10.1248/bpb.33.1958>
- Ritter, M., Melichar, K., Strahler, S., Kuchta, K., Schulte, J., Sartiani, L., Cerbai, E., Mugelli, A., Mohr, F.W., Rauwald, H.W., & Dhein, S. (2010). Cardiac and electrophysiological effects of primary and refined extracts from *Leonurus cardiaca* L. (Ph. Eur.). *Planta Medica*, 76 (6), 572-582. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1240602>.
- Saltan, N. (2021). Türkiye'de yetişen *Leonurus* L. türleri üzerine farmasötik botanik yönden araştırmalar [Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Eskişehir]. <https://hdl.handle.net/11421/26847> (Erişim Tarihi: 29.02.2024).
- Sharma, S., Chaurasia, S., Dinday, S., Srivastava, G., Singh, A., Chanotiya, C.S., & Ghosh, S. (2024). High-level biosynthesis of enantiopure germacrene D in yeast. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108 (50), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12885-7>
- Serka. (2024). Ardahan Ballı Bitki Florası. T.C. Serhat Kalkınma Ajansı (ISBN: 978-605-70780-6-3) 150 s. www.serka.gov.tr (Erişim Tarihi: 29.02.2024).
- Sezik, E., Yeşilada, E., Tabata, M., Honda, G., Takaishi, Y., Fujita, T., & Tanaka, T. (1997). Traditional medicine in Turkey VIII. Folk medicine in East Anatolia; Erzurum, Erzincan, Ağrı, Kars, Iğdır Provinces. *Economic Botany*, 7 (1), 195-211.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). *Bitki fizyolojisi* (3. Baskı, çeviri ed: İ. Türkan). Palme Yayıncılık.

- Tınmaz, M.Z. (2013). Dünyada tedavi amaçlı kullanılan bazı tıbbi bitkilerin marmara bölgesi koşullarında bitkisel özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. <https://hdl.handle.net/20.500.11776/803> (Erişim Tarihi: 28.02.2024).
- Tübives. (2024, January). Leonurus. Türkiye Bitkileri Veri Servisi. <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php> (Erişim Tarihi: 23.01.2024).
- URL. 1. <https://www.drhenri.com.tr/aslankuyruğu-leonurus-cardiaca-bitki10> (Erişim Tarihi: 04.03.2024).
- URL. 2. <https://www.drmfkstore.net/blog/icerik/aslan-kuyruğu-leonurus-cardiaca> (Erişim Tarihi: 04.03.2024).
- URL. 3. <https://otafarma.com/products/leonurus-cardiaca-tenturu> (Erişim Tarihi: 04.03.2024).
- URL. 4. <https://www.amazon.com.tr/Bitkisel-Haplar%C4%B1-Motherwort-Leonurus-cardiaca/dp/B0BLJ3M54H> (Erişim Tarihi: 04.03.2024).
- Wojtyniak, K., Szymański, M., & Matławska, I. (2013). *Leonurus cardiaca* L. (motherwort): a review of its phytochemistry and pharmacology. *Phytotherapy Research*, 27 (8), 1115-1120. <https://doi.org/10.1002/ptr.4850>
- Yeşilada, E., Sezik, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., & Tanaka, T. (1999). Traditional medicine in Turkey IX: Folk medicine in north-west Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 64, 195-210.
- Zhang, R.H., Liu, Z.K., Yang, D.S., Zhang, X.J., Sun, H.D., & Xiao, W.L. (2018). Phytochemistry and pharmacology of the genus *Leonurus*: The herb to benefit the mothers and more. *Phytochemistry*, 147, 167-183. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2017.12.016>
- Zhang, Q.Y., Wang, Z.J., Sun, D.M., Wang, Y., Xu, P., Wu, W.J., & Zhu, Y.Z. (2017). Novel therapeutic effects of leonurine on ischemic stroke: new mechanisms of BBB integrity. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 7150376, 17 p, <https://doi.org/10.1155/2017/7150376>

Akdeniz ekolojik koşullarında plastik serada geç sonbahar dikim yöntemiyle yetiştirilen yeni çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi

Determination of yield and quality characteristics of new strawberry varieties grown by late autumn planting method in plastic houses under Mediterranean ecological conditions

Ayten SARAÇOĞLU¹, Kazim GÜNDÜZ²

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antakya, Hatay.

²Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 15.03.2024 Accepted / Kabul: 27.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Çilek Taze fide Plastik sera Meyve kalite özellikleri</p> <p>Keywords: Strawberry Fresh plant Plastic house Fruit quality properties</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Kazim GÜNDÜZ kazim.gunduz@ozal.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>Ülkemizde çilek yetiştiriciliği üretimi yapılan önemli meyve türlerinden biridir. Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait Üzümsü Meyveler Araştırma alanında yürütülmüştür. Çalışmada Ülkemiz için yeni 4 gün-nötr ("San Andreas", "Monterey", "Albion", "Cristal"), 3 kısa gün çeşidi ("Camino Real", "Sabrosa", "Sabrina") ve 1 standart çeşit ("Camarosa") olmak üzere 8 çilek çeşidi plastik serada yetiştirilerek verim, erkencilik ve meyve kalite özellikleri incelenmiştir. Denemede taze fide yöntemi kullanılmış ve dikimler kasım ayının ilk haftası plastik serada gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulardan verim "Albion" ve "San Andreas" çeşitlerinde düşük, diğer çeşitlerde yüksek ve benzer değerler vermiştir. Erkencilik yönünden çeşitlerden "Cristal" ön plana çıkmıştır. Meyve irilikleri çeşitler arasında benzer bulunmuştur. Ekstra ve 1.kalite meyve oranı "Sabrosa" çeşidinden (%69.3) alınmıştır. Meyve kalite sınıfları bakımından "Sabrina" ve "Camarosa" ön plana çıkan çeşitler olmuştur. "Monterey" en sert etli meyveleri verirken, SÇKM içerikleri bakımından en yüksek değerler "Camarosa", "Sabrosa" ve "Cristal" çeşitlerinden elde edilmiştir. Tartılı derecelendirme sonucuna göre "Sabrina", "Camarosa" ve "Sabrosa" çeşitleri Antakya koşulları için en iyi uyum gösteren çeşitler olurken, taze fideler ile geç sonbahar dikimlerinde bitki başına verim değerleri oldukça düşük bulunmuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Strawberry is one of the important fruit species produced in our country. This study was conducted in the Small Fruits Research area of Mustafa Kemal University Faculty of Agriculture. In the study, four day-neutral ("San Andreas", "Monterey", "Albion", "Cristal"), three short-day cultivars ("Camino Real", "Sabrosa", "Sabrina") and one standard variety ("Camarosa") were grown in plastic greenhouses and their yield, earliness and fruit quality characteristics were examined. Fresh plant type was used in the experiment and plantings were carried out in the plastic greenhouse in the first week of November. According to the findings, the yield was low in the "Albion" and "San Andreas" cultivars, but high and similar values in the other cultivars. Among the cultivars, "Cristal" came to the fore in terms of earliness. Fruit sizes were found to be similar among cultivars. Extra and first quality fruit ratio was taken from the "Sabrosa" cultivar (69.3%). In terms of fruit quality classes, "Sabrina" and "Camarosa" are the prominent cultivars. While "Monterey" gave the fruits with the hardest, the highest values in terms of SSC content were taken from "Camarosa", "Sabrosa" and "Cristal" cultivars. According to the weighed grading results, while "Sabrina", "Camarosa" and "Sabrosa" varieties were the best adapted for Antakya conditions, the yield values per plant were found to be quite low in late autumn plantings with fresh plant.</p>
Cite/Atıf	Saraçoğlu, A., & Gündüz, K. (2024). Akdeniz ekolojik koşullarında plastik serada geç sonbahar dikim yöntemiyle yetiştirilen yeni çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 486-496. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1452861

GİRİŞ

Türkiye’de çilek, üretimi geniş bir alanda yapılan önemli meyve türlerinden biridir. Çilek yetiştiriciliğinde uygun çeşitlerin seçilmesi önemlidir. Günümüzde Türkiye’de çilek yetiştiriciliği geniş bir alanda üretimi yapılan meyve türleri arasındadır. Yetiştiricilik artışında önemli faktörler geniş bir çeşit ıslah programının olması nedeniyle değişik ekolojik şartlara uygun çeşit seçimi, değişik yetiştiricilik koşullarına uyum yeteneğinin yüksek olması, pazarda diğer birçok meyve çeşidinin pazarda bulunmadığı aylarda bulunabilmesi, taze, işlenerek veya dondurularak kullanılabilmesi, diğer meyvelerin nadiren yetiştiği dağlık bölgeler ve kıraç arazilerde yetişebilmesi, yapılan masrafların erken alınması, aile işletmeciliğine uygun olması sayılabilir (Özdemir, 1999; Gündüz, 2010). Türkiyede çilek üretimi 1980’li yıllarda başlayıp hızlı bir şekilde artış göstermiştir. 2022 yılında 22.272 ha alanda 728.112 ton üretim elde edilmiştir (Anonim, 2023). Ülkemiz çilek yetiştiriciliğinde önemli bir ülke olup, dışsattım potansiyeli de mevcuttur. Dış satımı potansiyelimizin tam olarak değerlendirilebilmesi için derim periyodunun erkenci ve daha geçici çeşitlerle ve değişik yetiştiricilik bölgeleriyle genişletilmesi ve hasat sonu işlemlerin doğru yapılması gerekmektedir. Çilek yetiştiriciliğinde erken ürün alınmasından amaç kasım –aralık aylarında ürün almaya başlamaktır. Erken ürün alınmasında örtü altı yetiştiricilik, tüplü taze fide veya yayla’da yetiştirilen taze fide ile erkenci çeşitlerin kullanımı etkilidir (Özdemir, 1999). Çilek yetiştiriciliğinin en önemli koşulunu uygun çeşit seçimi oluşturur. Çilekte verim üzerine gün uzunluğu, bitkinin soğuklama gereksinimi, dikim zamanı ve yetiştirme yerleri önemli ölçüde etkilidir (Özdemir ve ark. 2001). Çilek çeşitlerinde kalite özelliklerinin başında meyve iriliği, renk, parlaklık, meyve eti sertliği, aroma, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, asitlik, SÇKM/asitlik oranı gibi özellikler yer almaktadır. Son yıllarda hızla artmakta olan dış satımımız için en önemli kalite özellikleri ise meyve eti sertliği raf ve muhafaza ömrüdür. Meyve eti sert olan çeşitler hem taşımaya hem de manav koşullarına daha iyi dayanır. Ülkemizde çilek yetiştiriciliği konvansiyonel yöntemlerle yapılmakta olup, örtüaltı sistemi yaygın olarak kullanılmakta, Örtüaltı yetiştiriciliğinin, üretimin daha uzun bir periyoda yayılması, bitkilerin rüzgar, yağış ve dolu gibi etkilerden korunup meyvelerin kaliteli olması ile birlikte hasadın kolay yapılmasını sağladığı, ayrıca verim ve karlılığı artırdığı bildirilmiştir (Lieten, 2002).

Hatay ili ekolojik koşulları çilek yetiştiriciliği bakımından değişik yetiştiricilik sistemlerine uygundur. Son yıllarda Hatay’da (Yayladağı ve İskenderun-Arsuz) çilek yetiştiriciliğinde önemli gelişmeler olmaktadır. Yetiştiricilik genellikle açıkta yürütülmektedir. Ancak yakın zamanda örtüaltı ve özellikle örtüaltı topraksız yetiştiricilik konusunda önemli gelişmeler beklenmektedir. Hatay ilinde 2015 yılında 215 da alanda 509 ton ürün üretilirken, 2023 yılında 7240 da alanda 16.016 ton ürün elde edilmiştir (Anonim 2023). Yörede yürütülen çalışmalara örnek vermek gerekirse; Özdemir ve ark. (2001), Amik Ovası şartlarında yedi çilek çeşidi ile tüplü taze fide yönteminde yüksek tünel yetiştiriciliği yaparak verim, kalite ve erkencilik özelliklerini araştırdıkları çalışmada, verim bakımından “Pajaro” (620 g bitki⁻¹) ve “Camarosa” (580 g bitki⁻¹) çeşitleri en yüksek değerleri vermiştir. İlk derimler aralık, ocak aylarında alınmış ve verimler haziran ayının ortalarına kadar devam etmiştir. Erkencilik bakımından “Sweet Charlie”, irilik bakımından “Camarosa” çeşitleri ön plana çıkmıştır. Gündüz (2003), yine Amik Ovası şartlarında yürüttüğü çalışmada açık ve yüksek tünel yetiştiriciliğinde Ağustos ayında dikim yaparak 5 çilek çeşidinin bazı kalite özelliklerini değerlendirmiştir. Turfanda yetiştiricilik bakımından yüksek tünel yetiştiriciliğinde “Sweet Charlie” ve “Selva” çeşitleri erkenci bulunmuştur. Ortalama verimler açık yetiştiricilikte daha yüksek bulunmuştur. Çeşitlerden “Camarosa” verim ve kalite bakımından ön plana çıkmıştır. Meyve et sertliği açısından en yüksek değerler “Camarosa”, en yumuşak değerler “Dorit” çeşidinden elde edilmiştir. Özdemir ve ark. (2003), Yayladağı yöresinde açıkta 9 çeşit ile ağustos ayında dikim yaparak çeşitlerin verim ve kalite özelliklerini incelemişlerdir. Derimlere nisan ayında başlanırken, temmuz ayında tamamlanmıştır. Çalışmada verim bakımından en yüksek değer “Muir” (1089.0 g bitki⁻¹) çeşidinden alınırken, bunu “Chandler” ve “Camarosa” çeşitleri takip etmiştir. Gidem (2003), yine Amik ovası şartlarında yüksek tünelde yaz dikim yöntemiyle dokuz çilek çeşidinin verim, erkencilik ve kalite özelliklerini değerlendirdikleri çalışmada, en yüksek verimi “Muir” ve “Camarosa” çeşitlerinden elde etmiştir. Irilik bakımından

“Muir” ve “Tudla” çeşitleri ön plana çıkmıştır. “Muir” ve “Tudla” çeşitleri ekstra ve 1. kalite meyve miktarı bakımından da yüksek bulunmuştur. “Camarosa” çeşidi sert meyveler verirken, “Dorit” ve “Pajaro” çeşitleri yumuşak etli bulunmuştur. Tad bakımından “Sweet Charlie” çeşidi ön plana çıkmıştır. Yürütülen araştırmada “Camarosa”, “Tudla”, “Sweet Charlie”, “Seascape” ve “Muir” çeşitleri yöreye uygun bulunmuştur. Özbay (2016), Hatay koşullarında üç farklı yörede “Camarosa”, “Rubygem”, “Albion” ve “San Andreas” çilek çeşitlerini kullanarak yürüttüğü çalışmada, çeşitlerin verim ve kalite kriterlerini incelemiştir. İlk derimler nisan ayında “Albion” ve “San Andreas” çeşitlerinde yapılmıştır. Verim “Rubygem” (473.6g bitki⁻¹) ve “Camarosa” (417.1g bitki⁻¹), çeşitlerinde en yüksek bulunmuştur. “Rubygem” çeşidi irilik bakımından ön plana çıkmıştır. Tad açısından en yüksek oran yine “Rubygem”den alınmıştır.

Bu çalışmada Antakya ekolojik koşullarında yeni çeşitlerden bazılarının performanslarını plastik örtü altında geç sonbahar dikim sisteminde taze fide dikim yöntemi ile yetiştirerek, bu sistemin verim, erkencilik ve bazı meyve kalite kriterleri üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmış, elde edilecek bulgular doğrultusunda taze fide ile geç dikimlerin verime olan etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Denemede bitkisel materyal olarak; Kaliforniya ve İspanya ıslah programlarında geliştirilen ve ülkemiz için yeni 7 çilek çeşidi (“San Andreas”, “Monterey”, “Albion”, “Camino Real”, “Sabrosa”, “Sabrina”, “Cristal”) ile 1 standart çeşit (“Camarosa”) olmak üzere toplam 8 çilek çeşidi kullanılmıştır. Deneme plastik serada (10 x 25 x 4 m ebatlarında basit çatılı bireysel sera) taze fide ile yürütülmüştür. Dikimler 5 Kasım 2013 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Bitkiler 20 x 25 cm aralık ve mesafelerde dikilmiştir. Sulamalar damla sulama şeklinde yapılmıştır. Araştırma kapsamında değerlendirilen özellikler; *Bitki başına verim (g bitki⁻¹)*; parsellerden toplanan meyveler tartılarak bitki sayısına bölünerek bitki başına verim değerleri belirlenmiştir. *Erkencilik*; Ocak ayı verimleri erkenci verim olarak belirlenmiştir. *Meyve ağırlığı (g)*; parselden elde edilen verimler meyve sayısına bölünerek hesaplanmıştır. *SÇKM içerikleri (%)*: Refraktometre ile; *Asitlik (%)*: Sitrik asit cinsinden pH’metrede titrasyon yöntemiyle; *SÇKM/Asit (%)*: SÇKM’nin asit miktarına oranı; *Meyve Eti Sertliği (kg-k)*: Meyve ekvator bölgelerinden Shorometre ile belirlenmiştir. *Meyve dış renk* Minolta CR 300 ile belirlenmiştir. Meyve dış renk iki yönlü L*, “Chroma”, ve “Hue” (h°) değerleri olarak ölçülmüştür. Elde edilen meyveler kalite sınıflarına göre ayrıştırılmıştır. *Kalite sınıfları* 4 grupta incelenmiştir (Gidemem, 2003). Ekstra: Meyve çapı 25 mm ve daha büyük olanlar, meyvede renk, irilik, şekil çok iyi olanlar; 1.Kalite: Meyve çapı 18 mm ve daha büyük olanlar, meyvede renk, irilik, şekil iyi olanlar; 2. Kalite: Meyve çapı 15 mm ve daha büyük olanlar, meyvede renk, irilik, şekil orta olanlar; Iskarta: Meyve renk, irilik, ve şekil bakımından kötü olup, pazara sunulamayanlar.

Veriler Erenoğlu ve ark (1999)’nın kullandığı tartılı derecelendirme yöntemi değiştirilerek hazırlanmış ve Çizelge 1’de belirtilen etki oranlarına göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Tartılı Derecelendirmede esas alınan özelliklerin etki oranları, sınıf değerleri ve puanları

Tablo 1. Impact rates, limit values and scores of the features taken as basis in the weighted rating method

Değişkenler Variables	Etki Oranları Effect rates	Sınıf Değerleri Class alues	Puan Score
Verim (g bitki ⁻¹) Yield	30	133-159	10
		106-132	8
		79-105	5
		52-78	3
		25-51	1
Erkencilik Earliness	15	16-23	10
		8-15	5
		0-7	1
Ekstra ve 1. kalite meyve (%) Extra and first quality fruit	15	64-79	1
		48-63	3
		32-47	5
		16-31	8
		0-15	10
Meyve dış rengi (h° değerleri) Fruit external color	10	37-40.4	3
		33.5-36.9	10
		30-33.4	8
		26.5-29.9	5
		23-26.4	1
Ortalama meyve ağırlığı (g) Average fruit weight	10	15-17.4	10
		12.5-14.9	8
		10-12.4	5
		7.5-9.9	3
		5-7.4	1
Meyve eti sertliği (kg) Fruit firmness	10	0.90-0.94	10
		0.85-0.89	8
		0.80-0.84	5
		0.75-0.79	3
		0.70-0.74	1
Asitlik Acidity	5	0.55-0.56	1
		0.57-0.58	3
		0.59-0.60	5
SÇKM/Asit Oranı Soluable Solids/Acidity	5	12.05-13.60	10
		10.7-12.04	7
		9.35-10.69	5
		8-9.34	1
Toplam	100		

Denemede tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Parseller 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Varyans analizlerinde SAS programı (SAS, 2005) kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki başına ortalama verim bakımından uygulamalardan en yüksek verimler "Camarosa", "Camino Real", "Cristal", "Monterey", "Sabrina" ve "Sabrosa" çeşitlerinden alınırken, en düşük verim "Albion" çeşidinden alınmıştır. "Camarosa" yoğun yetiştiriciliği yapılan bir çeşittir. Öteki çeşitlerinde verimleri 'Camarosa' ile benzer bulunmuştur. Ancak ülkemiz koşullarında öteki çeşitlerin henüz verim durumlarının belirlendiği çalışmalar oldukça sınırlıdır. "Camarosa" çeşidi sert etli ve verimli olması sebebiyle yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı bir çeşittir. Önal (2000), Fernandez ve ark. (2001), Özdemir ve ark. (2001), Palha ve ark. (2002), İslam ve ark. (2003), Gündüz (2003), Gidemem (2003), Özdemir & Gündüz (2004) ve Kafkas (2004) gibi farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda bu

durum doğrulanmıştır. Araştırmamızda kullanılan "Albion" çeşidi düşük verim veren çeşit olmuştur. Bu çeşit gün-nötr özelliğe sahip çeşittir. Dolayısıyla gün-nötr çeşitlerin taze bitkilerinin Akdeniz ekolojik koşullarında kasım ayı dikim tarihlerine uygun olmaması ve bakım koşullarından kaynaklı olarak verim düşüklüğü oluşabileceği düşünülmektedir. Genel olarak çeşitlerin verim değerleri düşük bulunmuştur. Çileklerde artışını durumunu sınırlandıran en önemli faktör fotoperiyot ve sıcaklıktır. Taze fideler ile yapılan geç sonbahar dikimlerinde fotoperiyot bakımından kısa gün sayısının azlığı bitki gelişimini zayıflatmış ve dolayısı ile gövde sayıları artmamıştır. Çileklerde gövde sayısı ile verim arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Nitekim Özbay & Gündüz (2016), üç farklı lokasyonda "Rubygem" ve "Camarosa" kısa gün ile "Albion" ve "San Andreas" gün-nötr çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmada "Albion" çeşidinin verim durumunun diğer çeşitlerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Santos ve ark. (2006), Florida'da 7 çilek çeşidi ("Winter Dawn", "Carmine", "Albion", "Camarosa", "Strawberry Festival", "Camino Real", "Treasure") ve 1 çilek tipini (00-51) 3 farklı lokasyonda (Balm, Homestead, Quincy) deneyerek verim durumlarını değerlendirdikleri çalışmalarında da "Albion" çeşidi yine düşük verimli bulunmuştur. Benzer sonuçlar Masny & Zurawicz (2010)'in, Polonya'da 10 yabancı çilek çeşidi ("Camarosa", "Gloria", "Ventana", "Albion", "Susy", "Vima Rina", "Vima Xima", "Elianny", "Nancy" and "Malling Pearl") ve 2 standart çeşit ("Elsanta" ve "Honeye") ile yaptıkları çalışmada da saptanmıştır. Fakat Saraçoğlu (2013), Tokat şartlarında bazı gün-nötr ve kısa gün çilek çeşitlerini kullanarak yürüttüğü çalışmada; gün-nötr çeşitlerin kısa gün çeşitlerinden %42 düzeyinde daha yüksek verim verdiğini belirtmiştir. Bu bulgu karasal iklime sahip ekolojilerde gün-nötr çeşitlerin verimli olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak araştırmamızda verimler beklenen düzeyde olmamıştır. Bunun nedeni taze bitkiler ile örtüaltı yetiştiriciliğinde geç yapılan dikimlerden kaynaklanmaktadır. Plastik serada yetiştirilen yeni bazı çilek çeşitlerinde Ocak ayı verimleri erkenci olarak değerlendirilmiş ve Çizelge 2'de verilmiştir. En yüksek erkencilik indeksi 'Cristal' (13.9) çeşidinden alınmıştır. Bu çeşidi 'Sabrina' (4.3) çeşidi takip etmektedir. Erkencilik indeksi diğer çeşitlerde daha düşük bulunmuştur. Çeşitlere ait sonuçlar hep birlikte değerlendirildiğinde 'Cristal' (13.9) çeşidi erkenci çeşit olarak öne çıkmış, 'Camino Real' ve 'Sabrosa' çeşitlerinden ise bu ayda hiç verim alınamamıştır.

Meyve kalite özelliklerinden ortalama meyve irilikleri bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak herhangi bir önemlilik belirlenmemiş olup, meyve irilikleri 13.5 g ("Sabrosa") ve 6.8 g ("Cristal") arasında değişim göstermiştir. Yetiştirme yerinin ve geç dikim yapılan taze fidelerin çeşitlerde meyve irilikleri üzerinde herhangi bir etkisi belirlenmemiştir. Nitekim çileklerde Hansche ve ark. (1968), kalite özelliklerinin genetik kontrolünün yüksek olduğu ve meyve ağırlığının orta düzeyde kalıtsal olabileceği bildirirken, Scott & Lawrance (1975), meyve ağırlığına genetik yapı, çevresel faktörler ve yetiştirme tekniklerinin etki oranının yüksek olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada plastik serada yetiştirilen yeni çilek çeşitlerinin ölçülen meyve eti sertliği verileri 0.76-0.87 kg-k arasında değişim göstermiştir. Bu bulgular Paraskevopoulou-Paroissi ve ark. (1995)'nin Yunanistan'da elde ettiği değerlerle ve Gündüz (2003)'ün, Amik Ovası şartlarında ve aynı araştırmacının yine farklı yetiştirme yerlerinde yürüttüğü çalışmalar (Gündüz, 2010) ile paralellik göstermektedir. Çeşitlerden en sert meyveler 'Monterey' ve 'Cristal' çeşitlerinde alınırken bu çeşitleri 'Camarosa', 'Sabrina', 'Camino Real' ve 'Albion' çeşitleri izlemiştir. Bu çeşitlerin sert etli meyveler verdiği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Önal, 2000; Çağlar & Paydaş, 2002; Gidemem, 2003; Özdemir & Gündüz, 2004; Masny & Zurawicz, 2010; Serçe ve ark. 2012; Medina ve ark. 2014).

SÇKM içerikleri %4.8-7.5 arasında değişim göstermiştir. Kader (1991) ve Veazie (1995) çileklerde SÇKM içeriğinin %4-11 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Kidmose ve ark. (1996), Hollanda şartlarında %5.3-8.2; Özdemir ve ark. (2001), Antakya'da %6.5-11.3; Schöpplein ve ark. (2002), Almanya şartlarında %8.9-11.2; Özdemir & Kaşka (2002), Mersin Erdemli (Alata) şartlarında % 6.7-10.0; Kafkas (2004), Adana şartlarında yaptığı araştırmada aylara göre %4.7-12.6; Gündüz (2010), genotip, yetiştirme yeri ve yıllara göre %3.9-13.3 arasında; Özbay (2016), çeşit ve lokasyonun çileklerde meyve kalitesi üzerindeki etkileri konusunda yaptığı çalışmada % 5.9-7.5 arasında SÇKM değerleri belirlemişlerdir. Tarafımızdan yürütülen çalışmadaki SÇKM değerleri diğer çalışmalar ile uyum içerisindedir. Çalışmada kullanılan çeşitler arasında 'Camarosa', 'Sabrosa' ve 'Cristal' çeşitlerinin SÇKM içerikleri yüksek

bulunmuştur. ‘Camarosa’ çeşidinin yüksek SÇKM içerikli olduğunu Herrington ve ark. (2007); Serçe ve ark. (2012); Saraçoğlu (2013) yaptıkları çalışmalarında ortaya koymuş olup, bizim çalışmadan elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların bulguları ile uyum içerisindedir. Çalışmamızda ‘Sabrosa’ çeşidi yüksek SÇKM içeriğine sahip öteki çeşit olmuştur. Bu sonuç ‘Sabrosa’ çeşidinin kullanıldığı ve SÇKM içeriğinin yüksek olduğunun bildirildiği çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Dominguez ve ark. 2012; Serçe ve ark. 2012; Medina ve ark. 2014).

Ortalama titre edilebilir asit içeriği bakımından en yüksek değer “Cristal” (%0.66) çeşidinden alınmıştır. En düşük asit içerikleri ise “Camino Real”, “Monterey”, “Sabrina” ve “Albion” çeşitlerinden ölçülmüştür. Asit içerikleri %0.52-0.66 arasında değişim göstermiştir. Çalışmamızdaki asit içerikleri önceki yürütülen araştırmalar ile paralellik göstermektedir (Kader 1991; Kidmose 1996; Özbay & Gündüz 2016).

Çeşitlerden ortalama SÇKM/Asit oranı bakımından en yüksek değerler “Sabrosa” çeşidinden alınmış olup, bu çeşidi “Camarosa” ve “Sabrina” izlemiştir. En düşük SÇKM/Asit içeriği ise “Monterey” çeşidinden elde edilmiştir. Çileklerde SÇKM/Asit oranı tadı belirlemede önemli bir kalite kriteridir (Haffner ve Vestrheim, 1997). Araştırmada elde ettiğimiz bulgulara göre SÇKM/Asit oranı çeşitlere göre 9.2-12.9 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen bulgular değişik ekolojiler ve çeşitlerle yürütülen önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile paralellik içerisindedir. (Haffner & Vestrheim 1997; Schöppllein ve ark., 2002; Gündüz 2003; Gündüz, 2010; Özbay & Gündüz, 2016). Çeşitlerden ‘Sabrosa’ en yüksek tad içeriği vermiştir. Bu sonuçlar Dominguez ve ark (2012), İspanya’da; Medina ve ark. (2014) yine İspanya ve İtalyada, Serçe ve ark., (2012) ise Ülkemizde yürüttükleri çalışmalarda ‘Sabrosa’ çeşidinin tad bakımından ön plana çıktığını bildirmişlerdir. Çileklerde tad içeriğinin yüksek olması çeşidin asit içeriğinin düşük olması ile doğru orantılıdır. Zaman zaman çeşitler yüksek SÇKM içeriğine sahip iken yüksek asit içeriğine de sahip olmaktadır. Dolayısı ile bu çeşitler tad bakımından istenen performansı göstererememektedir. Tad bakımından ön plana çıkan çeşitlerde yüksek SÇKM, düşük asit istenmektedir. Yürütülen çalışmamızda ‘Sabrosa’ çeşidi yüksek SÇKM ve bir miktar düşük asit içeriği ile tad bakımından ön plana çıkmıştır.

pH içerikleri çeşitlere göre 3.10-4.10 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen bu bulgular Kader (1991)’e göre, çileklerde pH içeriklerinin 3.18-4.10; Gündüz (2003)’e göre 3.20-3.87 arasında değiştiğini belirten bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. Plastik serada yetiştirilen çilek çeşitlerinde bazı meyve kalite özellikleri

Tablo 2. *Some fruit quality characteristics of strawberry varieties grown in plastic greenhouses*

Çeşit <i>Cultivars</i>	Bitki başına ortalama verim <i>Total yield per plant</i>	Erkencilik g bitki ⁻¹ <i>Earliness</i>	Meyve iriliği <i>Fruit weight</i>	Meyve eti sertliği <i>Fruit firmness</i>	Suda çözünebilir kuru madde <i>Soluble solids</i>	Titre edilebilir asit miktarı <i>Titretable Acidity</i>	SÇKM/Asit Soluable Solids/Acidity	pH
Albion	40.8 b	1.8	7.6	0.79 ab	5.3 bc	0.53 b	10.0 bc	3.1
Camarosa	111.2 a	0.2	10.6	0.80 ab	7.5 a	0.61 ab	12.3 ab	3.9
Camino Real	108.8 a	0.0	10.9	0.80 ab	5.5 bc	0.52 b	10.7 abc	3.4
Cristal	95.3 a	13.9	6.8	0.87 a	7.0 a	0.66 a	10.7 abc	4.1
Monterey	110.6 a	2.9	9.4	0.87 a	4.8 c	0.52 b	9.2 c	3.7
Sabrina	132.0 a	4.3	13.4	0.85 ab	6.3 ab	0.52 b	12.2 ab	4.0
Sabrosa	116.7 a	0.0	13.5	0.77 b	7.5 a	0.58 ab	12.9 a	3.4
San Andreas	89.1 ab	2.3	10.1	0.76 b	5.5 bc	0.56 ab	9.9b c	3.8
D %5	52.9	-	ÖD	0.81	1.18	0.10	2.4	ÖD

Meyve dış renk parlaklık bakımından, çeşitler arasında en parlak meyveler “San Andreas” (L=39.4) ve “Sabrina” (L=38.3) çeşidinden elde edilmiştir. En düşük meyve parlaklık değeri “Sabrosa” (L=33.8) ve “Camino Real”(L=33.0) çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2.). Meyve dış renk yoğunluğu bakımından, çeşitler arasında istatistiksel olarak önemlilik belirlenmezken, renk yoğunluğu değerleri 45.3 (“Camino Real”) ile 50.6 (“San Andreas”) arasında değişim

göstermiştir. Meyve dış renk açısı değerleri bakımından çeşitler arasında en yüksek renk açısı değerleri "San Andreas" çeşidinden ($h^\circ = 36.96$) alınmıştır. En düşük renk açısı değeri ise "Sabrosa" çeşidinden ($h^\circ = 25.5$) alınmıştır. Çeşitlerden en parlak meyveler "San Andreas"ten elde edilmiştir. "San Andreas" çeşidinin parlak meyveler verdiği Özbay (2016), tarafından yapılan çalışmada bildirilmiştir. Meyve dış renk yoğunluğu bakımından, çeşitler arasında istatistiksel olarak önemlilik belirlenmezken, renk yoğunluğu değerleri 45.3 ("Camino Real") ile 50.6 ("San Andreas") arasında değişim göstermiştir. Renk yoğunluğu ("Chroma") değerinin yüksek olması rengin açık, düşük olması ise koyu olduğunu göstermektedir. En yüksek renk açısı değeri "San Andreas" çeşidinden ($h^\circ = 36.96$) alınırken, en düşük değer ise "Sabrosa"dan ($h^\circ = 25.5$) elde edilmiştir. Bu bulgular "Sabrosa" çeşidinin en koyu renkli meyveleri verdiğini göstermektedir. Meyve renk değerlerini etkileyen faktörler çeşit, sıcaklık ve fotoperiyottur (Batu ve ark., 1997). Sofralık çilek üretiminde parlak kırmızı renk aranır. Sanayiye yönelik çeşitlerde ise meyve et renginin koyu kırmızı olması talep edilir. (Kaşka ve ark., 1995; Kidmose ve ark., 1996; Haffner & Vestreheims, 1997). Renk oluşumunda ekolojik faktörler önemlidir. Yüksek rakımlı alanlarda yoğun morötesi ışık, yoğun bir kırmızı renk oluşumu üzerine etkilidir (Karaçalı, 2002).

Çizelge 3. Plastik serada yetiştirilen çileklerde meyve dış renk durumları

Tablo 3. Fruit external color states of strawberries grown in plastic greenhouses

Çeşitler <i>Cultivars</i>	Meyve dış renk L <i>Fruit external colour L</i>	Chroma <i>Chroma</i>	hue° <i>hue°</i>
Albion	36.8 ab	50.3	34.5 ab
Camarosa	37.2 ab	46.4	32.4 abc
Camino Real	33.0 b	45.3	29.2 bc
Cristal	36.1 ab	47.8	30.3 abc
Monterey	36.9 ab	48.4	34.5 ab
Sabrina	38.3 a	49.7	33.4 ab
Sabrosa	33.8 b	45.7	25.5 c
San Andreas	39.4 a	50.6	36.9 a
Ortalama	36.4	48.0	

D % 5 (L):4.4 ; D % 5 (C):ÖD; D % 5 (h°):7.0

Plastik serada yetiştirilen çilek çeşitlerine ait kalite sınıfları Ekstra, 1. kalite, 2. kalite ve Iskarta olarak incelenmiş ve Çizelge 3'de gösterilmiştir. Ekstra kalite meyve oranı açısından, çeşitler arasındaki farklılık istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmemiştir. Ekstra kalite meyve oranı %30.3 ("Sabrosa") ile %8.6 ("Albion") arasında değişim göstermiştir. 1. kalite meyve oranı bakımından da çeşitler arasındaki farklılık önemli bulunmamakla birlikte en yüksek 1. kalite meyve oranı "San Andreas"dan (%41.0) alınmıştır. 2. kalite meyve oranı açısından çeşitler arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. 2. kalite meyve oranı %38.8 ("Monterey") ile %18.7 ("San Andreas") arasında değişim göstermiştir. Iskarta meyve oranı incelendiğinde ise istatistiksel olarak çeşitlerin %5 düzeyinde önemli farklılıklar oluşturduğu görülmüştür. Çeşitlerden en yüksek iskarta meyve oranı %32.9 ile "Albion" çeşidinden alınmıştır. En düşük %6.7 ile "Sabrosa" çeşidinden alınmıştır. Kalite sınıfları çeşitlere göre değerlendirildiğinde Ekstra ve 1.kalite meyve oranı %53.8, 2. kalite oranı %27.1, iskarta meyve oranı ise %19.5 olarak bulunmuştur. Iskarta dışındaki meyveler pazarlanabilir meyve olarak kabul edildiğinden, pazarlanabilir meyve oranı %80.9 olarak saptanmıştır. Özdemir ve Onur (1986), Alata'da 9 çilek çeşidini 3 kalite sınıfına (1.Kalite, 2. kalite, iskarta) ayırarak yaptıkları çalışmada 1. kalite meyve oranlarının yüksek tünelde %25.30-69.10, açıkta %25.97-74.51 arasında değiştiğini, iskarta meyve oranlarının ise yüksek tünelde %9.55-30.39, açıkta yetiştiricilikte %5.93-25.57 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Galletta ve ark. (1996), Amerika'da 6 çeşit (Allstar, Glooscap, Honeoye, Kent, Lateglow, Latestar) ile yaptıkları çalışmada pazarlanabilir meyve oranlarını % 71-86 arasında saptamışlardır. Gündüz (2003), yüksek tünel ve açıkta yürüttüğü çalışmada Ekstra ve 1.kalite meyve oranı yüksek tünelde %54.8, açıkta %59.1 olarak saptanmıştır. Iskarta meyve oranı ise yüksek tünelde %15.8, açıkta %13.2 olarak bulunmuştur. Iskarta

dışındaki meyveler pazarlanabilir meyve olarak kabul edildiğinden, pazarlanabilir meyve oranını yüksek tünelde %84.2, açıkta %86.8 olarak belirlemiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular Özdemir & Onur (1986), Galletta ve ark. (1996) ve Gündüz (2003) tarafından elde edilen bulgular ile paralellik içerisindedir. Kalite sınıfları çeşitlere göre değerlendirildiğinde en fazla Ekstra ve 1.kalite meyve oranı “Sabrosa” çeşidinden (%69.3) alındığı görülür. Meyve kalite sınıfları bakımından “Sabrina” ve “Camarosa” çeşitleri de ön plana çıkan çeşitler olmuşlardır. Bu sonuçlara göre “Sabrosa” çeşidinin %93.3 ile en yüksek pazarlanabilir meyve oranını verdiğini söyleyebiliriz. Gündüz (2003), yüksek tünel ve açıkta yürüttüğü çalışmada “Camarosa” çeşidinin %89.4 ile en yüksek pazarlanabilir meyve oranını verdiğini bildirmiştir. Dominguez ve ark (2012), İspanya’ da (Huelva) 3 yıl süreyle yaptıkları bir çalışmada 1. yıl altı çilek çeşidini (“Santaclara”, “Camarosa”, “Ventana”, “Aguedilla”, “Amiga”, “Fuentepina”), 2. yıl beş çilek çeşidini (“Santaclara”, “Camarosa”, “Sabrosa”, “Aguedilla”, “Fuentepina”), 3. yıl ise sekiz çilek çeşidini (“Santaclara”, “Camarosa”, “Sabrosa”, “Splendor”, “F. Fortuna”, “Primoris”, “Antilla”, “Fuentepina”) kullanmışlardır. Araştırmacılar çalışmada “Sabrosa” ve “Camarosa” çeşitlerinin meyve kalite sınıfları bakımından ön plana çıktığını ve benzer sonuçları verdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular yürütülen önceki çalışmalara ait bulgulara göre “Sabrosa” ve “Camarosa” çeşitlerinin meyve kalitesi bakımından önemli çeşitler olduğu söylenebilir.

Çizelge 4. Plastik serada yetiştirilen çileklerde meyve kalite sınıfları (%)

Tablo 4. Fruit quality classes for strawberries grown in plastic greenhouses (%)

Çeşitler <i>Cultivars</i>	Ekstra <i>Extra</i>	1.Kalite First quality	2.Kalite Second quality	Iskarta Discard
Albion	8.6 (17.1)*	21.4 (27.5)	37.1 (37.5)	32.9 (35.0) a
Camarosa	20.5 (26.9)	37.1 (37.5)	25.9 (30.6)	16.4 (23.9) ab
Camino Real	21.2 (27.4)	37.1 (37.5)	19.7 (26.3)	22.1 (28.0) ab
Cristal	9.4 (17.8)	30.6 (33.6)	27.5 (31.6)	32.5 (34.8) a
Monterey	15.7 (23.3)	29.7 (33.0)	38.8 (38.5)	19.2 (26.0) ab
Sabrina	26.0 (30.7)	40.9 (39.7)	25.4 (30.3)	7.7 (16.1) ab
Sabrosa	30.3 (33.4)	39.0 (38.6)	24.0 (29.3)	6.7 (15.0) b
San Andreas	21.9 (27.9)	41.0 (39.8)	18.7 (25.7)	18.3 (25.3) ab
Ortalama	19.2	34.6	27.1	19.5

D %5 (Ekstra):ÖD; D % 5 (1. kalite):ÖD; D % 5 (2. kalite):ÖD; D % 5 (Iskarta):18.8

*: Açı transformasyonu sonucunda elde edilen değerler.

Denemede kullanılan 8 çilek çeşidi (“San Andreas”, “Monterey”, “Albion”, “Camino Real”, “Sabrosa”, “Sabrina”, “Cristal”) ile 1 standart çeşidin (“Camarosa”) bölgemiz ve yetiştiricilik açısından önemli olan bazı özellikleri "Tartılı derecelendirme yöntemi" ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Antakya ekolojik koşullarında geç sonbaharda taze fide ile dikimi gerçekleştirilen yeni bazı çilek çeşitlerinde tartılı derecelendirme sonucunda toplam puanı 590'dan fazla puan alan “Sabrina”, “Camarosa” ve “Sabrosa” çeşitlerinin uyum gösterebileceğinden bahsedilebilir.

Çizelge 5. Plastik serada yetiştirilen çileklerde değiştirilmiş tartılı derecelendirme yöntemi ile almış oldukları puanlar
 Table 5. Scores of strawberries grown in plastic greenhouses using the modified weighed grading method

Çeşitler Cultivars	Verim Yield	Extra ve 1. kalite meyve Extra and 1.quality	Meyve rengi Fruit colour	Ortalama meyve ağırlığı Mean fruit weight	Meyve eti sertliği Fruit firmness	Asitlik Acidity	SÇKM/Asit Soluble Solids/Acidity	Toplam Total
Albion	30	45	100	30	30	5	25	280
Camarosa	240	120	80	50	50	25	50	630
Camino Real	240	120	50	50	50	5	35	565
Cristal	150	75	80	10	80	25	35	530
Monterey	150	75	100	30	80	5	5	460
Sabrina	240	150	80	80	80	5	50	700
Sabrosa	240	150	10	80	30	15	50	590
San Andreas	150	120	100	50	30	5	25	495

Sonuç olarak; Kaliforniya ve İspanya ıslah programlarında geliştirilen ve ülkemiz için yeni olan 7 yeni çilek çeşidi ("San Andreas", "Monterey", "Albion", "Camino Real", "Sabrosa", "Sabrina", "Cristal") ve 1 standart çeşidin ("Camarosa") Antakya koşullarında taze fidelerle kasım ayının ilk haftasında plastik serada dikim yapılarak değerlendirilen özelliklere ait bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Araştırmada verim bakımından 132.0 g bitki⁻¹ ile "Sabrina" ve 116.7 g bitki⁻¹ ile "Sabrosa" en verimli çeşitler olarak belirlenmiştir. Ancak verimler yapılan önceki çalışmalara göre bir miktar düşük bulunmuştur. Bunun nedeni yapılan geç dikimler ile açıklanabilir. Çalışmada elde edilen aylık verim sonuçları değerlendirildiğinde ilk ürünlere ocak ayında başladığı, en yüksek verimlerin mart ayında, en düşük verimlerin ise nisan ayında alındığı görülmektedir. Çilek yetiştiriciliğinde erken ürün alınmasından amaç kasım–aralık ayında ürün almaya başlamaktır. Erken ürün alınmasında örtü altı yetiştiricilik, tüplü taze fide veya yayla'da yetiştirilen taze fide ile erkenci çeşitlerin kullanımı etkilidir (Özdemir, 1999). Çalışmadaki en yüksek erkencilik indeksi 'Cristal' (13.9) çeşidinden alınmıştır. Ortalama meyve irilikleri bakımından en iri meyveler 13.5 ve 13.4 g ile "Sabrosa" ve "Sabrina"dan alınmıştır. İri ve kaliteli ürünler yüksek fiyatla pazarlanabilmesine ve işçilikten tasarruf sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Denemede, meyve eti en sert olan çeşitler "Cristal" ve "Monterey"(0.87 kg), en yumuşak çeşit ise "San Andreas"(0.77 kg) olmuştur. Meyve eti sert olan çeşitler hem taşımaya hem de hasat sonrası raf ömrünü uzatmakla birlikte pazar koşullarına daha iyi dayanabilmektedir. Meyve dış rengi bakımından en parlak meyveler "San Andreas" (L=39.4) ve "Sabrina" (L=38.3) çeşitlerinden elde edilmiştir. En koyu kırmızı meyveler "Sabrosa"dan (h=25.5) alınmıştır. Sofralık çilek yetiştiriciliğinde meyvelerin parlak ve koyu olması hem pazarlanabilmesi hem de tüketici açısından önem arz etmektedir.

Çalışmada dünyada en çok çilek yetiştiriciliği yapılan ülkelerde (ABD ve İspanya) geliştirilen yeni çeşitlerden bazılarının Antakya koşullarında örtüaltında performansları belirlenmiş, bu sayede, yörede pazarın istediği çeşitlerin yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Yürütülen çalışmada verim bakımından çeşitlerin performansları zayıf bulunmuştur. Bunun nedeni taze fide ile yıllık çilek yetiştiriciliğinde yapılan geç dikimlerin verim bakımından olumsuz etkileri ile açıklanabilir. Akdeniz ekolojik koşullarında örtüaltında yüksek verim elde edebilmek için dikim tarihlerinin bir süre daha erken yapılması gerektiği konusu önem kazanmıştır.

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

- Alovoine, F., & Crochon, M. (1989). Taste quality of strawberry. *Acta Horticulturae*, 265, 449-452.
- Anonim (2023). www.tuik.gov.tr
- Batu, A., Thompson, A.K., Ghafir, S.A.M., & Abdel-Rahmen, N.A. (1997). Minolta ve Hunter renk ölçüm aletleri ile domates, elma ve muzun renk değerlerinin karşılaştırılması. *Gıda*, 22 (4), 301-307.
- Çağlar, H., & Paydaş, S. (2002). Changes of quality characteristics and aroma compounds of hybrids and some strawberry cultivars during harvest periods. *Acta Horticulturae*, 567 (1), 203-206.
- Dominguez, P., Medina, J.J., Lopez-Aranda, J.M., Ariza, M.T., Miranda, L., Amaya, I., Sanchez-Sevilla, J.F., Villalba, R., & Soria, C. (2012). 'Santaclara' strawberry. *HortScience*, 47 (7), 948-951.
- Erenoğlu, B., Baş, B., Ufuk, U., & Erbil, Y. (1999). Marmara Bölgesine Uygun Yeni Çilek Çeşitlerinin Seçimi. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Yayın No: 128, 26 s.
- Fernandez, G.E., Butler, L.M., & Louws, F.J. (2001). Strawberry growth and development in an annual plasticulture system. *HortScience*, 36 (7), 1219-1223.
- Galletta, G.J., Maas, J.L., Enns, J.M., Scheerens, J.C., Rouse, R.J., & Heflebower, Jr. R.F. (1996). "Latestar" strawberry. *HortScience*, 31 (7), 1238-1242.
- Gidemen, F. (2003). *Amik ovası koşullarında bazı çilek çeşitlerinin gösterdikleri özellikler*. (Yüksek Lisans Tezi). M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 78 s.
- Gündüz, K. (2003). *Bazı çilek çeşitlerinin amik ovası koşullarında açıkta ve yüksek tünel altında yetiştiriciliğinin verim, kalite ve erkencilik üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 106 s, Antakya.
- Gündüz, K. (2010). *Farklı yetiştirme yerlerinin bazı çilek genotiplerinin verim, meyve kalite özellikleri ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisi*. (Doktora Tezi). MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 198 s, Antakya.
- Gündüz, K., & Özdemir, E. (2003). Amik ovasında yüksek tünel ve açıkta yetiştirilen çileklerde renklenmenin objektif yöntemle belirlenmesi. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 120-122. Antalya.
- Haffner, K., & Vestreheim, S. (1997). Fruit quality of strawberry cultivars. *Acta Horticulturae*, 439, 325-332.
- Hansche, P.E., Bringhurst, R.S., & Voth, V. (1968). Estimates of genetic and environmental parameters in the strawberry. *American Society for Horticultural Science*, 92, 338-345.
- Herrington, M.E., Chandler, C.K., Moisaner, J.A., & Reid, E.C. (2007). Rubygem strawberry. *HortScience*, 42, 1482-1483.
- İslam, A., Cangı, R., Yılmaz, C., & Özgüven, A.I. (2003). Bazı çilek çeşitlerinin ordu ekolojisine adaptasyonu üzerine araştırmalar. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23-25 Ekim, 217-219, Ordu.
- Kader, A.A. (1991). *Quality and its maintenance in relation to the post harvest physiology of strawberry*. In J. J. Luby & A. Dale (Eds.), *The Strawberry Into The 21st Century* (pp. 145-152). Timber Press, Portland, Oregon.
- Kafkas, E. (2004). *Bazı çilek genotiplerinde aroma bileşiklerinin tayini ve aroma bileşikleri ile bazı meyve kalite kriterleri arasındaki ilişkiler*. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 310 s, Adana.
- Karaçalı, İ. (2002). *Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması* (Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 494, 469s). İzmir.
- Kaşka, N., Türemiş, N., Kafkas, S., & Çömlekçiöğlü, N. (1995). Çileklerde tüplü ve frigo fide kullanımının yüksek tünelde meyve üretimi üzerine etkileri. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt 1 (Meyve), 311-316, Adana.
- Kidmose, U., Andersen, H., & Petersen, O.V. (1996). Yield and quality attributes of strawberry cultivars grown in Denmark 1990-1991. *Fruit Varieties Journal*, 50 (3), 160-167.

- Lieten, P. (2002). Protected cultivation of strawberries in Central Europe. *Strawberry Research to 2001*, 102-107. ASHS Press, Alexandria, Virginia.
- Masny, A., & Zurawicz, E. (2010). Productive value of new foreign strawberry cultivars evaluated in 2007-2010. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18 (2), 273-282.
- Medina, J.J., Dominguez, M., Soria, C., Lopez-Aranda, J.M., Baruzzi, G., Faedi, F., Capriola, G., Carullo, A., & Funaro, M. (2014). New strawberry cultivar tested in Spain and South Italy. *Acta Horticulturae*, 1049, 471-474.
- Önal, K. (2000). Menemen koşullarında açıkta ve yüksek tünel altında yetiştirilen bazı çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.) çeşitlerinin performansları üzerine bir araştırma. *TÜBİTAK Yayınları*, 24 (1), 31-36.
- Özbay, H., & Gündüz, K. (2016). Farklı lokasyonların çilek genotiplerinin, verim ve bazı meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri. *Bahçe*, 45, 1160-1165.
- Özdemir, E. (2003). Early production of strawberry cultivars grown under plastic house on sand-dunes. *Small Fruit Review*, 2 (1), 81-86.
- Özdemir, E., Gündüz, K., & Bayazit, S. (2001). Tüplü taze fideyle yüksek tünelde yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin amik ovası koşullarında verim, kalite ve erkencilik durumlarının belirlenmesi. *Bahçe*, 30 (1-2), 65-70.
- Özdemir, E., Gündüz, K., & Şehitoğlu, M. (2003). Yayıldağı (Hatay) koşullarında yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 301-302, Antalya.
- Özdemir, E., & Gündüz, K. (2004). Comparison of bag and raised bed treatments for strawberry production under unheated greenhouse conditions. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 58 (2), 118-122.
- Özdemir, E., & Kaşka, N. (2002). Alata koşullarında torba kültürü ve açıkta çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Cilt 1 (Meyve), 306-310, Adana.
- Özdemir, E., & Onur, S. (1986). İçel yöresine uygun çilek çeşitleri. *Bahçe*, 15 (1-2), 3-9.
- Özdemir, E. (1999). Çilek Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın Dairesi Başkanlığı, 17s. Ankara.
- Palha, M.G.S., Andrade, M.C.S., & Silva, M.J.P. (2002). The effects of different types of plant production on strawberry yield and fruit quality. *Acta Horticulturae*, 567 (2), 515-518.

Muş ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı şeker pancarı (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*) çeşitlerinde verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi

Investigation of the yield and quality parameters of some sugar beet (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima*) varieties grown in Muş ecological conditions

Nazlı AYBAR YALINKILIÇ¹, Şilan ÇİÇEK BAYRAM², Sema BAŞBAĞ², Ali BAYRAM¹

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye.

²Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 19.02.2024 Accepted / Kabul: 29.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Şeker pancarı Polar şeker oranı Kök verimi Şeker verimi Muş ili</p> <p>Keywords: Sugar beet Polar sugar ratio Root yield Sugar yield Muş province</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Şilan ÇİÇEK BAYRAM silan.cicek@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. © 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> </p>	<p>En önemli sakkaroz kaynaklarından biri olan şeker pancarı, dünyada ve Türkiye’de tarıma dayalı sanayinin stratejik ürünlerinden biridir. Bu araştırma Muş ili ekolojik koşullarında bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim ve kalite parametrelerini incelemek amacıyla 2022 ve 2023 yıllarında tesadüf blokları deneme deseni uyarınca 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini Orthega, Molly, Ludmilla ve Bernache şeker pancarı çeşitleri oluşturmuştur. Denemede kök boyu, yaprak ağırlığı, kök çapı, kök ağırlığı, toplam bitki ağırlığı, kök verimi, şeker verimi, kuru madde oranı ve polar şeker oranı gibi bitkisel parametreler incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre; kök boyu ve yaprak ağırlığı açısından çeşitler arasında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli farklılık saptanırken kök çapı, kök ağırlığı, toplam bitki ağırlığı, kök verimi, şeker verimi, kuru madde oranı ve polar şeker oranı açısından %1 düzeyinde farklılık görülmüştür. Çalışmada kök çapının 12.86-11.53 cm, kök boyunun 18.91-16.78 cm, kök ağırlığının 1 256-663.24 g, yaprak ağırlığının 243.18-176.49 g, toplam bitki ağırlığının 1 577 - 1 185 g, kök veriminin 6 729 - 4 880 kg da⁻¹, kuru madde oranının %24.90-20.56, polar şeker oranının ise %18.81-16.66 arasında değiştiği saptanmıştır. Orthega ve Ludmilla şeker pancarı çeşitlerinin hem kök verimi hem de şeker verimi açısından Muş ili ekolojik şartlarında çalışmada kullanılan diğer çeşitlere kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Sugar beet, one of the most important sources of sucrose, is one of the strategic products of the agriculture-based industry in the world and in Turkey. This research was conducted in 4 replications in 2022 and 2023, according to the randomized block trial design, to examine the yield and quality parameters of some sugar beet varieties in the ecological conditions of Muş province. The plant material of the study consisted of Orthega, Molly, Ludmilla and Bernache sugar beet varieties. In the experiment, plant characteristics such as root length, leaf weight, root diameter, root weight, total plant weight, root yield, sugar yield, dry matter ratio and polar sugar ratio were examined. According to the data obtained from the study; while a statistically significant difference of 5% was detected between the varieties in terms of root length and leaf weight, a difference of 1% was observed in terms of root diameter, root weight, total plant weight, root yield, sugar yield, dry matter ratio and polar sugar ratio. Measurement averages obtained in the study as follows, root diameter 12.86-11.53 cm, root length 18.91-16.78 cm, root weight 1 256 - 663.24 g, leaf weight 243.18-176.49 g, total plant weight 1 577 - 1 185 g, root yield 6 729 – 4 880 kg da⁻¹, dry matter rate 24.90-20.56% and polar sugar rate varied between 18.81-16.66%. Orthega and Ludmilla varieties have been determined for both root yield and sugar yield in ecological conditions of Muş province compared to the other varieties tested.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Aybar Yalınkılıç, N., Çiçek Bayram, Ş., Başbağ, S., & Bayram, A. (2024). Muş ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı şeker pancarı (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> var. <i>altissima</i>) çeşitlerinde verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 497-506. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1439623</p>

GİRİŞ

Bitkisel kaynaklı şeker, genel olarak şeker pancarı (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* var. *altissima* Döll.) ve şeker kamışı (*Saccharum officinarum* L.)'dan üretilen ucuz bir enerji kaynağıdır. Şeker kamışından sonra en önemli şeker kaynağı olan şeker pancarı, ana ve yan ürünleri ile birçok sektörde kullanılan stratejik bir üründür. Şeker pancarı tropik ve subtropik iklim kuşağının hakim olduğu alanlarda rahatlıkla yetiştirilebilmektedir (Brar ve ark., 2015). Vejetasyon süresi iki yıl olan bitkinin şeker üretimi amacıyla tarımı yapılıyorsa ilk yıl ana şeker kaynağı olan kök-gövdesi hasat edilir eğer hasat edilmeyip tarlada bırakılırsa bir sonraki yıl sapa kalkarak tohum oluşturur (Yalınkılıç ve ark., 2023). Şeker pancarı bir münavebe bitkisi olup genel olarak derin, iyi havalanabilen, drenaj sorunu olmayan topraklarda iyi bir gelişim gösterebilmektedir. Bitkinin kök-gövdesi yüksek oranda suda çözülebilen şekerin yanında pektin, hemiselüloz ve düşük miktarda da lignin içermektedir.

Önemli enerji kaynaklarından biri olan şeker pancarının melas, kristal şeker, su ve atık maddeler ile işlendikten sonra açığa çıkan küspesi birçok sanayi koluna hammadde sağlamaktadır. Küspesi zengin protein içeriği ile hayvan yemi olarak değerlendirilirken yan ürünü olan melasından yaş maya, etil alkol ve bazı kozmetik ürünler elde edilmektedir. Dünyada 4.44 milyon hektar alanda 253 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılmaktadır. Geniş bir ekim alanına sahip olan Rusya, üretimde de birinci sırayı alırken bunu sırasıyla ABD, Almanya, Fransa ve Türkiye izlemektedir (Anonim, 2022). Üretilen şeker pancarının tamamının tarıma dayalı sanayilerde kullanıldığı ülkemizde, şeker pancarı üretimi belirli bir kotaya göre uygulanmakta olup söz konusu bitkinin yetiştiriciliği ülkenin birçok bölgesinde yoğun olarak yapılmaktadır. Ülkemizde 2021 yılı verilerine göre toplamda 33 şeker fabrikası ile 54 ilde yaklaşık 3 milyon dekar alanda 17 milyon 767 bin ton üretim yapılmaktadır (TÜİK, 2022).

Muş ili iklim ve toprak faktörlerinin belirleyici etkisiyle şeker pancarı tarımının yoğun olarak yapıldığı illerden biridir. Bölgede 59 bin dekar arazide toplam 176 bin ton üretim yapılmakta olup bu yönüyle Türkiye'de şeker pancarı üretimi yapılan iller arasında 12. sırayı almaktadır (TÜİK, 2019). Muş ilinde çiftçiler arasında ilgi gören bir tarım ürünü olan şeker pancarı, kırsal alanda yaşayan kesimler için önemli bir istihdam ve geçim kaynağı olarak düşünülmektedir. Bu çalışma Muş ilinin katma değeri yüksek önemli tarım ürünlerinden biri olan şeker pancarının farklı çeşitlerinde verim ve teknolojik özelliklerin araştırılması ve bölge ekolojik koşullarında en iyi performans gösteren çeşitlerin belirlenmesi amacıyla 2022 ve 2023 yıllarında yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesine bağlı araştırma ve deneme alanında 2022 ve 2023 yıllarında tesadüf blokları deneme deseni uyarınca 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Deneme alanı toprağı killi-tınlı bünyeye sahip olup pH'ı 6.61 organik madde içeriği ise %2.21'dir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak özellikleri

Table 1. Soil properties of the trial area

Derinlik (cm)	Bünye Sınıfı	Suyla Doymun Toprakta EC(dSm ⁻¹)	Suyla Doymun Toprakta pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Alınabilir Fosfor (P ₂ O ₅) (kg da ⁻¹)
0-30	Killi-tınlı	0.61	6.61	-	2.21	2.20

Ülkemizde şeker pancarı tarımının yapıldığı hemen hemen her bölgede yetişebilen kök verimi ve polar şeker oranı yüksek, hastalıklara dayanıklı olduğu bilinen Bernache, Molly, Orthega ve Ludmilla şeker pancarı çeşitleri denemenin bitkisel materyalini oluşturmuştur. Denemede genetik monogerm, ilaçlı ve kaplı çeşitler kullanılmıştır. Çalışmada materyal olarak kullanılan şeker pancarı çeşitlerinden Orthega; yüksek kök ve şeker verimine sahip aynı zamanda Rhizomania, Cercospora ve külleme hastalığına dayanıklı (Anonim, 2024a), Molly; çimlenme gücü yüksek

ve makinalı hasada uygun (Anonim, 2024b), Ludmilla; yüksek kök verimine sahip ve Fusarium hastalığına dayanıklı (Anonim, 2024a), Bernache; yüksek şeker verimine sahip ve makinalı hasada uygun olduğu bilinmektedir (Anonim, 2024c).

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü Muş ilinin 2022, 2023 ve uzun yıllar iklim verileri

Table 2. Climate data of Muş province, where the experiment was conducted, for 2022, 2023 and long-term climate data

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)			Toplam yağış (mm)			Nem (%)		
	2022	2023	Uzun yıllar	2022	2023	Uzun yıllar	2022	2023	Uzun yıllar (Nisbi nem)
Ocak	-6.2	-1.3	-5.4	88.0	24.2	104.8	83.9	77.7	36.6
Şubat	-2.6	-7.6	-3.5	44.8	118.6	79.8	86.3	80.1	38.4
Mart	-0.5	5.8	3.1	203.4	119.2	128.4	83.6	79.7	21.4
Nisan	11.7	10.1	11.0	28.0	133.0	65.2	52.3	68.3	12.7
Mayıs	13.8	14.6	15.8	80.0	61.0	69.4	60.4	60.4	12.0
Haziran	22.0	20.5	21.6	19.0	10.6	25.0	41.3	50.0	8.7
Temmuz	26.1	25.5	26.2	1.0	1.6	9.8	27.1	34.6	6.5
Ağustos	27.2	27.2	26.5	0.0	17.6	3.5	24.8	28.2	6.6
Eylül	21.9	22.0	21.6	16.8	1.8	16.7	33.5	34.7	6.5
Ekim	15.5	13.6	14.2	25.4	67.0	57.9	51.4	70.3	10.6
Kasım	7.2	8.4	6.5	39.8	138.0	50.1	72.5	76.3	18.2
Toplam/ort.	12.37	12.61	12.50	49.65	62.96	55.50	56.10	60.02	15.10

Kaynak: Muş İli Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Tesadüf Blokları Deneme deseni uyarınca yürütülen çalışmada deneme 5 metre uzunluğundaki 4 sıradan oluşan parsellere sıra arası 45 cm, sıra üzeri ise 16 cm olacak şekilde kurulmuştur (Çakmakçı & Oral, 1995). Deneme alanı sonbaharda derin sürülmüş ve ilkbaharda tekrardan sürülerek toprak ekime hazır hale getirilmiştir. Deneme alanına toprak analizleri de dikkate alınarak taban gübresi olarak dekara 25 kg kompoze süper pancar gübresi (13-18-15+2MgO+10SO₃+ME) verilmiştir. Azotun kalan kısmı ise 2. çapalama sırasında üst gübre (üre %46) olarak dekara 20 kg olacak şekilde uygulanmıştır. Deneme alanına toplamda saf olarak 12.45 kg/da azot verilmiştir. Yapılan toprak tahlil sonuçlarına bağlı olarak şeker pancarı için dekara ortalama saf olarak 10-15 azot uygulanması gerekmektedir (Anonim, 2024d). Ekim işlemi yapıldıktan sonra bitkiler 4 yapraklı forma geldiğinde ilk çapalama yapılmış ve deneme belirli aralıklarla toplamda 4 defa el ile çapalanmıştır. Ekim işlemi tavlı toprağa yapılması ve ekimden sonra yağışların devam etmesi nedeniyle ilk sulama bitkilerin yaklaşık 5-6 yapraklı olduğu dönemde yapılmış ve bunu takip eden günlerde hava koşulları da dikkate alınarak toplamda 12 defa yağmurlama sulama yapılmıştır. Normal gelişim seyrine bırakılan deneme alanında herhangi bir hastalık belirtisi görülmemiş ancak zararlı ve yabancı otlara karşı gerekli bakım işlemleri yapılmıştır. Çalışmanın her iki yılında da deneme ekim ayının sonunda hasat edilmiştir (Pişkin & İnal, 2014). Hasat işlemi sırasında her parselin ilk ve son sıraları kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra ortada kalan iki sıranın hasadı pancar sökme beli kullanılarak el ile yapılmıştır. Hasat sırasında pancar verimleri her parsel için ayrı ayrı hesaplandıktan sonra parsellerden rastgele alınan 20 adet bitkinin; yaprak ağırlığı, kök ağırlığı, bitki ağırlığı, kök çapı, kök uzunluğu, kuru madde oranı ve polar şeker oranı değerleri incelenmiştir. Kök verimi için değerlendirmeye alınan hasat parselindeki pancarların başları kesilmiş ve üzerinde bulunan toprak ve çamurlar temizlenip tartıldıktan sonra dekara kg olacak şekilde hesaplanmıştır (Ada ve ark., 2012). Bitkilerin kök boyu, pancarların baş kısmından kuyruk kısmının başladığı yere kadar olan kısım cetvel ile ölçülerek hesaplanmıştır. Kök çapı kökün en geniş olduğu boyun kısmından kumpas ile ölçülmüştür (Çelikel, 1989). Kuru madde oranı için her parselden tesadüfen alınan 10 pancar kökünün parçalandıktan sonra öğütülmesi ile numune pancar usaresi 20 °C'ye soğutulmuş sonrasında

refraktometrede kuru maddelerine bakılarak 20 °C'de Brix olarak hesaplanmıştır. Polar şeker oranı için her parselden alınan numuneler soğuk digestion yöntemi uyarınca lapa haline getirilerek yaklaşık 26 gramlık örnekler 178.2 ml %0.3'lük alüminyum sülfat çözeltisinde 2 dakika karıştırıldıktan sonra süzülerek polarimetrede okunmuştur (Kavas & Leblebici, 2004). Şeker verimi ise dekara hesaplanan kök verimi değeri ile şeker oranının çarpılıp çıkan sonucun 100'e bölünmesiyle hesaplanmıştır (Özceylan, 1986).

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, Tesadüf Blokları Deneme deseni uyarınca JMP istatistiki paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış olup ortalamalar arasındaki istatistiki farklılıklar LSD testine göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada incelenen parametrelere ait varyans analizi Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü üzere kök boyu ve yaprak ağırlığı açısından çeşitler arasında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli farklılık saptanırken kök çapı, kök ağırlığı, toplam bitki ağırlığı, kök verimi, şeker verimi, kuru madde oranı ve polar şeker oranı açısından %1 düzeyinde farklılık olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. İncelenen özelliklerin varyans analizi sonucu elde edilen F değerleri ve önemlilik kontrolü

Table 3. F values and significance control obtained as a result of variance analysis of the examined properties

	Serbestlik derecesi	Kök Çapı	Kök Boyu	Kök Ağırlığı	Yaprak Ağırlığı	Toplam Bitki Ağırlığı	Kök Verimi	Kuru Madde Oranı	Polar Şeker oranı	Şeker Verimi
Tekerrür	3	20.02	1.435	25.06	33.41	26.76	9.20	11.38	6.41	21.35
Pancar çeşitleri	3	36.59**	17.16*	44.37**	19.26*	45.52**	36.34**	110.65**	195.98**	374.01**
Yıl	1	0.009	0.223	0.003	0.020	0.018	0.981	0.024	0.033	21.696
Çeşit x Yıl	3	0.003	0.034	0.001	0.003	0.007	1.085	0.008	0.015	2.641

*: P<0.05, **: P≤0.01 düzeyinde önemlidir.

Çalışmada incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan çoklu gruplar (LSD0.05) çizelgeler şeklinde verilmiştir.

Denemede materyal olarak kullanılan çeşitlerin yıllar itibarı ile kök çapı ve kök boyu özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 4'de görülmektedir. Çizelge incelendiğinde kök çapı bakımından çeşitlerin birbirlerinden istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılık gösterdiği; yıllar arasında ise önemli bir farklılık görülmediği, kök çapı en geniş olan çeşidin Orthega (12.86 cm), en küçük çapa sahip olan çeşidin ise Bernache (11.53 cm) olduğu görülmektedir. Çalışmada kök boyu açısından çeşitler arasında önemli farklılıkların olduğu, yılların ortalaması incelendiğinde ise anılan özellik açısından en yüksek değer 18.91 (Orthega) olduğu sonucuna varılmıştır. Orthega çeşidinin hem kök-gövde çapı hem de boyu açısından öne çıktığı dikkati çekmektedir. Kulan ve ark. (2016), Eskişehir koşullarında bazı şeker pancarı çeşitlerinin performanslarını kıyasladıkları çalışmada kök çapı bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığını en yüksek kök çapının ise 12.37 cm olarak kaydedildiğini, kök boyu açısından çeşitlerin farklı gruplara dahil olduğu ve en yüksek kök boyunun ise 24.47 olduğunu bildirmiştir. Şahiner ve Demir (2020), farklı çeşitlerle yaptıkları benzer çalışmada çeşitlerin kök boylarının 25.47 cm ile 30.20 cm arasında, kök-gövde çaplarının ise 11.95 cm ile 12.63 cm arasında değişiklik gösterdiğini, Can (2016) Yozgat ekolojik

şartlarında yürüttüğü çalışmada, materyal olarak kullandığı çeşitler arasında en yüksek kök boyunun 22 cm, en yüksek kök çapının ise 14 cm olduğunu, Tunçtürk (2005), Van koşullarında yürüttüğü çalışmada şeker pancarı kök çaplarının 8.9-10.3 cm arasında değiştiğini savunmuşlardır. Kök çapı ve boyu açısından benzer çalışmalarda farklı sonuçların elde edilmesi araştırmanın yürütüldüğü bölge ekolojik koşulları, yetiştirme teknikleri ve kullanılan genetik materyalin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Şeker pancarı çeşitlerinin kök çapı ve kök boyu özellikleri açısından yıllar itibarı ile aldığı değerler, ortalamalar ve oluşan gruplar

Table 4. Values, averages and groups formed over the years in terms of root diameter and root length characteristics of sugar beet varieties

Çeşit	Kök Çapı (cm)			Kök Boyu (cm)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
Orthega	12.80 ^A	12.93 ^A	12.86 ^A	18.82 ^A	19.00 ^A	18.91 ^A
Molly	12.62 ^{AB}	12.52 ^{AB}	12.57 ^{AB}	18.72 ^A	18.75 ^A	18.73 ^A
Ludmilla	12.12 ^B	12.15 ^B	12.13 ^B	17.25 ^B	16.28 ^B	16.76 ^B
Bernache	11.57 ^C	11.50 ^C	11.53 ^C	16.67 ^B	16.90 ^B	16.78 ^B
Ortalama	12.27	12.29		17.86	17.73	
CV (%)	10.34			10.66		

CV: Varyasyon katsayısı

Çalışmada kök ağırlığı açısından çeşitlerin aldığı değerler incelendiğinde ortalama 1 256 g ile Orthega çeşidi ve aynı istatistiki grupta yer alan Molly çeşitleri en ağır köklere sahip çeşitler olurken, en düşük değeri alan çeşit ise 663.24 g ile Bernache olmuştur. Anılan özellik yönünden çeşitler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılık saptanmış yıllar arasındaki fark ise önemli çıkmamıştır. Yaprak ağırlığı açısından çeşitler arasındaki farklılık istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli çıkmış ve çeşitler bu özellik yönünden farklı gruplara ayrılmışlardır. Yılların ortalaması baz alındığında en yüksek yaprak ağırlığına sahip olan çeşitler Orthega (243.18 g) ve aynı istatistiki grupta yer alan Molly (229.48) olurken, bunları sırası ile Ludmilla (202.00 g) ve Bernache (176.49) çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 5). Çakmakçı ve Tıngır (2001), vejetasyon periyodunun şeker pancarının verim parametrelerine etkisini inceledikleri çalışmada şeker pancarı genotiplerinin kök ağırlığının 24 g ile 807 g arasında, yaprak ağırlıklarının ise 73 g ile 370 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kulan ve ark. (2016), şeker pancarı çeşitlerini kök ağırlığı açısından incelemiş ve en yüksek kök ağırlığına sahip çeşidin 1 330 g ile Mohican olduğunu, en düşük ağırlığa sahip çeşidin ise 925 g ile Valentina olduğunu belirtmiştir.

Denemede kullanılan çeşitlerin toplam bitki ağırlıkları ve kök verimlerinin değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Toplam bitki ağırlığı açısından çeşitler arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılık olduğu, yılların ortalamasına göre en yüksek bitki ağırlığı değerinin 1 577 g ile Orthega çeşidi ve aynı istatistiki grupta yer alan 1 436 g ile Molly çeşidinden, en düşük değer ise 1 185 g ile Bernache çeşidinden elde edildiği çizelgeden izlenebilmektedir. Denemede materyal olarak kullanılan çeşitler kök verimi açısından kıyaslandığında çeşitler arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılık tespit edildiği, en yüksek kök veriminin 6 729 kg da⁻¹ ile Orthega çeşidinden elde edildiği bunu sırasıyla; Molly (5 912 kg da⁻¹), Ludmilla (5 375 kg da⁻¹) ve Bernache (4 880 kg da⁻¹) çeşitlerinin takip ettiği dikkati çekmiştir. Hassani ve ark. (2018), şeker pancarında yüksek şeker veriminin en temel bileşenlerinin kök verimi ve şeker verimi olduğunu, yüksek kök ve şeker oranına sahip çeşitlerden dekara daha yüksek şeker verimi elde ettiklerini bildirmiştir.

Çizelge 5. Şeker pancarı çeşitlerinin kök ağırlığı ve yaprak ağırlığı özellikleri açısından yıllar itibarı ile aldığı değerler, ortalamalar ve oluşan gruplar

Table 5. Values, averages and groups formed over the years in terms of root weight and leaf weight characteristics of sugar beet varieties

Çeşit	Kök ağırlığı (g)			Yaprak ağırlığı (g)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
Orthega	1 201 ^A	1 312 ^A	1 256 ^A	248.01 ^A	238.35 ^A	243.18 ^A
Molly	953.88 ^A	862.92 ^A	908.40 ^A	233.95 ^A	225.02 ^A	229.48 ^A
Ludmilla	887.25 ^B	856.67 ^B	891.96 ^B	197.03 ^{AB}	206.97 ^{AB}	202.00 ^{AB}
Bernache	711.12 ^C	615.37 ^C	663.24 ^C	171.68 ^B	181.31 ^B	176.49 ^B
Ortalama	938.31	921.74		212.66	212.91	
CV (%)	10.12			9.36		

CV: Varyasyon katsayısı

Şeker pancarında kök verimine ilişkin yapılan çalışmalarda anılan özelliğin; çeşit, yıl, yer ve yetiştirme şartlarına göre değişebileceği bildirilmiştir. Çatal ve Akınerdem (2013), Konya koşullarında bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim parametrelerini inceledikleri çalışmada kök verimi açısından çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılık olduğunu, çeşitlerin kök verimlerinin 5 295 ile 7 220 kg da⁻¹ arasında değişiklik gösterdiğini ve ortalama kök veriminin ise 5 994 kg da⁻¹ olduğunu belirtmiştir. Radivojević ve Došenović (2006), şeker pancarı çeşitlerinin farklı lokasyonlardaki performanslarını inceledikleri çalışmada kök veriminin 8 470 - 9 235 kg da⁻¹ arasında değiştiğini, şeker pancarının verim ve kalitesine birçok faktörün etki ettiğini bunlardan en önemlilerinin ise çeşit, çevre şartları ve yetiştirme tekniğinin olduğunu savunmuşlardır. Ada ve ark. (2012), farklı şeker pancarı çeşitleri ile yaptığı çalışmada en yüksek kök veriminin 7 340 kg da⁻¹ olduğunu vurgularken Lisitsyna ve Lisitsyn (1990) çevrenin şeker pancarının kök verimine etkisinin %78, genotip x çevre interaksyonunun ise %5 oranında etkili olduğunu bildirmiştir. Günel ve İlbaş (2016) Van ekolojik koşullarında şeker pancarı çeşitlerinden 3177-3954 kg/da kök verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalar değerlendirildiğinde çalışmadan elde ettiğimiz değerlerden daha düşük ve yüksek sonuçların olduğu görülmektedir. Bu durumun en önemli sebeplerinden birinin de Günel ve İlbaş (2016)'ın belirttiği gibi vejetasyon süresi olabileceği düşünülmektedir. Bilgin (1973), vejetasyon süresinin kısa olduğu bölgelerde bitki kök ve yaprak gelişimi için optimum (%26) sıcaklığın gerçekleşmemesinin kök verimini önemli ölçüde etkilediğini bildirirken İlisulu (1986) ise bitkinin hızla geliştiği temmuz ve ağustos aylarında düşük nisbi nem ve kuraklığın kök verimini azaltabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 6. Şeker pancarı çeşitlerinin toplam bitki ağırlığı ve kök verimi özelliklerine ilişkin yıllara göre aldığı değerler, ortalamalar ve oluşan gruplar

Table 6. Values, averages and groups formed by years regarding total plant weight and root yield characteristics of sugar beet varieties

Çeşit	Toplam Bitki Ağırlığı (g)			Kök Verimi (kg da ⁻¹)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
Orthega	1 544 ^A	1 610 ^A	1 577 ^A	6 958 ^A	6 500 ^A	6 729 ^A
Molly	1 450 ^A	1 423 ^A	1 436 ^A	5 954 ^B	5 870 ^B	5 912 ^B
Ludmilla	1 378 ^{AB}	1 386 ^{AB}	1 382 ^{AB}	5 250 ^{BC}	5 500 ^{BC}	5 375 ^{BC}
Bernache	1 125 ^B	1 245 ^B	1 185 ^B	4 800 ^C	4 960 ^C	4 880 ^C
Ortalama	1 374	1 416		5 740	5 707	
CV (%)	10.52			8.47		

CV: Varyasyon katsayısı

Çalışmada ele alınan çeşitlerin kuru madde oranı, polar şeker oranı değerleri ve yılların ortalaması Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde kuru madde içeriği açısından çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılık görüldüğü, kuru madde oranı en fazla olan çeşidin Orthega (%24.90), en düşük kuru madde oranına sahip çeşidin ise Bernache (%20.56) olduğu dikkati çekmektedir. Aynı çizelgeden anılan özellik açısından yıl ve genotip x yıl interaksiyonunun önemli olmadığı izlenebilmektedir. Kuru madde oranı arttıkça kuru maddenin ihtiva ettiği şeker miktarı artırılmış şeker oranı olarak hesaplandığından dolayı polar şeker oranı da artmaktadır (Şahiner & Demir, 2020). Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda; Çelikel (1989) kuru madde oranının %21.5 ile 22.5 arasında değiştiğini bildirirken Turgut (2012), farklı şeker pancarı çeşitleri arasındaki bu oranın %16.4 ile 17.6 aralığında değerler aldığını belirtmiştir.

Polar şeker oranı açısından çeşitler kıyaslandığında, çeşitler arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılık bulunduğu, polar şeker oranının en yüksek olduğu çeşitlerin Orthega (%18.81) ve aynı istatistiki grupta yer alan Ludmilla (%18.65) olduğu, en düşük olduğu çeşidin ise Molly (%16.66) olduğu tespit edilmiştir. Orthega çeşidinde polar şeker oranı ve kuru madde miktarının yüksek olması şeker verimini de olumlu etkilediği düşünülmektedir. Basalak ve Karadoğan (2022), farklı gübreleme uygulamalarının şeker pancarının verim ve kalite özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada polar şeker oranının %17.96 ile %14.08 arasında değiştiğini, Tosun ve ark. (2019), farklı tarihlerde hasat edilen bazı şeker pancarı çeşitleri arasındaki kıyaslamada polar şeker oranının %21.16 ile %18.09 aralığında değerler aldığını, Şanlı ve ark. (2023) ise farklı uygulamaların bazı şeker pancarı çeşitleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada çeşitlerin polar şeker oranlarının %18.6 ile %14.5 arasında değiştiğini bildirmiştir. Birçok araştırmacı tarafından yürütülen benzer çalışmalarda polar şeker oranı açısından şeker pancarı çeşitleri arasında önemli varyasyonlar olduğu belirtilmiştir (Jama & Bahadar, 1998; Johnson ve ark., 1971). Er ve İnan (1987) şeker oranının iklim, toprak ve yetiştirme tekniklerinden önemli oranda etkilendiğini bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen şeker oranı değerlerinin nispeten yüksek olması özellikle deneme yıllarında sıcaklıkların şeker birikimini olumsuz etkileyecek kadar yüksek olmaması ve özellikle gece sıcaklıklarının düşük olmasından dolayı solunumla meydana gelecek şeker kaybının daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 7. Şeker pancarı çeşitlerinin kuru madde oranı ve polar şeker oranı özelliklerine ilişkin yıllara göre aldığı değerler, ortalamalar ve oluşan gruplar

Table 7. Values, averages and groups formed regarding the dry matter ratio and polar sugar ratio characteristics of sugar beet varieties according to years

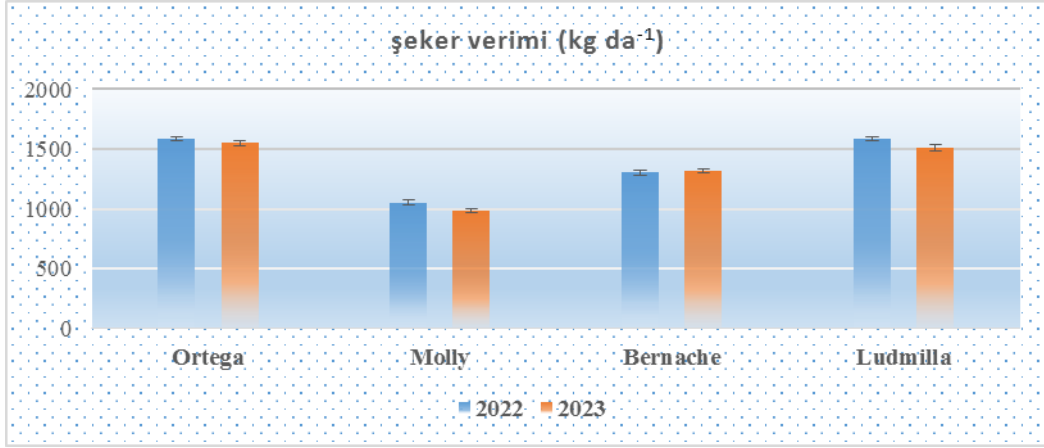
Çeşit	Kuru madde oranı (%)			Polar Şeker Oranı (%)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
Orthega	24.81 ^A	24.99 ^A	24.90 ^A	18.70 ^A	18.92 ^A	18.81 ^A
Molly	21.81 ^C	21.50 ^C	21.65 ^C	16.60 ^C	16.72 ^C	16.66 ^C
Ludmilla	22.45 ^B	22.70 ^B	22.57 ^B	18.45 ^A	18.86 ^A	18.65 ^A
Bernache	20.54 ^D	20.58 ^D	20.56 ^D	17.56 ^B	17.38 ^B	17.47 ^B
Ortalama	22.40	22.44		17.82	17.97	
CV (%)	4.91			4.28		

CV: Varyasyon katsayısı

Şekil 1’de şeker pancarı çeşitlerinin 2022 ve 2023 yıllarına ilişkin ortalama şeker verimi değerleri kg da⁻¹ cinsinden verilmiştir. Grafik incelendiğinde Orthega çeşidi şeker verimi açısından her iki ekim yılında da en yüksek değeri alırken bunu sırasıyla Ludmilla ve Bernache çeşitleri izlemiş olup anılan özellik açısından en düşük değeri ise Molly çeşidi almıştır. Orthega çeşidinin şeker verimi açısından diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek değer alması kök verimi ve polar şeker oranının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Okut ve Yıldırım (2004), farklı uygulamalarla yaptıkları benzer bir çalışmada şeker pancarı çeşitleri arasında şeker verimi açısından istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığını ve çeşitler arasındaki en yüksek şeker veriminin 808 kg da⁻¹ olduğunu bildirmiştir.

Hoffmann ve ark. (2009), farklı şeker pancarı çeşitlerinin farklı lokasyonlarda verim ve kalite performanslarını incelediği çalışmasında şeker verimi açısından hem lokasyon hem de çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu, şeker pancarında kök verimi ve şeker içeriği bileşiminden oluşan şeker veriminin yetiştiriciler için en önemli parametre olduğunu ifade etmiştir.



Şekil 1. Şeker pancarı çeşitlerinin 2022 ve 2023 yıllarına ilişkin ortalama şeker verimi değerleri
Figure 1. Average sugar yield values of sugar beet varieties for 2022 and 2023

Sonuç olarak, bu çalışma bazı şeker pancarı çeşitlerinin Muş ekolojik koşullarında verim ve kalite performanslarını araştırmak amacıyla 2022 ve 2023 yıllarında Muş Alparslan Üniversitesi uygulama ve araştırma arazisinde tesadüf blokları deneme deseni uyarınca 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada Orthega, Molly, Ludmilla ve Bernache şeker pancarı çeşitleri materyal olarak kullanılmış olup bu çeşitlerin kök çapı, kök boyu, kuru madde oranı, polar şeker oranı, kök ağırlığı, yaprak ağırlığı, toplam bitki ağırlığı ve şeker verimi özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda çeşitler arasında istatistiksel olarak %1 ve %5 düzeyinde önemli farklılıklar görülürken yıl ve çeşit x yıl interaksiyonunda önemi bir farklılık tespit edilmemiştir. Şeker pancarı tarımında ana hedef birim alandan yüksek miktarda şeker verimi etmektir. Şeker veriminin yüksek olması da kök verimi ve köklerin içerdiği şeker oranına bağlıdır. Şeker pancarı tarımının yoğun olarak yapıldığı ve bu bitkinin kırsal alanda yaşayan birçok çiftçinin geçim kaynağı olduğu Muş ilinde bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu yönüyle özgünlük kazanan bu çalışmada incelenen birçok özellik açısından Orthega çeşidi en yüksek değerleri alırken bunu yüksek şeker verimi ile Ludmilla çeşidi izlemiş, Bernache çeşidi ise bu özellikler yönünden diğer çeşitlere kıyasla daha zayıf kalmıştır. İki yıllık süre ile yürütülen çalışmadan çıkan sonuçlara göre şeker pancarı tarımının en önemli hedefleri arasında olan şeker verimi açısından her ne kadar bölge halkına Orthega ve Ludmilla çeşitleri önerilse de konu ile ilgili yapılan bu tür çalışmaların farklı lokasyonlarda yürütülmesi ve farklı yetiştirme tekniklerinin uygulanması gerekmektedir.

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

- Ada, R., Akınerdem, F., & Öztürk, Ö. (2012). Şeker pancarı çeşitlerinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *1. Uluslararası Anadolu Şeker Pancarı Sempozyumu*, 20-22 Eylül 2012, 173-177 s, Kayseri.
- Anonim (2022). *World production quantities of crops*. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 12.07.2022).
- Anonim (2024a). *Şeker pancarı çeşit özellikleri*. <https://www.kws.com/tr/tr/urunler/seker-pancari/seker-pancar%C4%B1-cesitleri/> (Erişim Tarihi: 16.04.2024).
- Anonim (2024b). *Molly pancar çeşidi*. <https://mariboseed.com/turkey/wp-content/uploads/sites/29/2019/04/Maribo-varieties-TR.pdf> (Erişim Tarihi: 16.04.2024).
- Anonim (2024c). *Şeker pancarı çeşit özellikleri*. <https://www.florimond-desprez.com/tk/tr/tr/produits/betteraves-et-chicoree/betterave-sucriere> (Erişim Tarihi: 16.04.2024).
- Anonim (2024d). *Şeker pancarı yetiştirme teknikleri*. https://otti.kastamonu.edu.tr/wp-content/uploads/2022/12/5.-Seker-Pancari-El-Kitabi_tk.pdf (Erişim Tarihi: 16.04.2024).
- Basalak, F., & Karadoğan, T. (2022). Bazı yaprak gübrelerinin şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*)'nın verim ve kalitesine etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 49-54. <https://doi.org/10.54975/isubuzfd.955892>
- Bilgin, Y. (1973). Şeker pancarı tarımında hassas ekim denemeleri. *Şeker*, Yıl: 23, No: 87, 18-33.
- Brar, N.S., Dhillon, B.S., Saini, K.S., & Sharma, P.K. (2015). Agronomy of sugar beet cultivation-A review. *Agricultural Reviews*, 36 (3), 184-197.
- Can, R. (2016). Yozgat şartlarında farklı bölgelerde yetiştirilen şeker pancarının (*Beta vulgaris* L.) hasat zamanlarının verim ve kaliteye etkisi. Doktora Tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 64 s, Yozgat.
- Çakmakçı, R., & Oral, E. (1995). Şeker pancarı ekiminde iki farklı tohum mesafesinin çıkış şartlarında bitki sıklığı ve dağılımı bakımından karşılaştırması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 35-52.
- Çakmakçı, R., & Tıngır, N. (2001). Vejetasyon periyodu uzunluğunun şeker pancarının gelişim, verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1), 41-49.
- Çatal, M.İ., & Akınerdem, F. (2013). Konya koşullarında bazı şeker pancarı çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 27 (2), 112-120.
- Çelikel, B. (1989). Şeker pancarı çeşitlerinde verim ve verim unsurları üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 42 s, Edirne.
- Er, C., & İnan, H. (1987). Yabancı ot rekabetinin şeker pancarı verim ve kalitesine etkisi. *Şeker Dergi*, 121, 8-20.
- Günel, E., & İlbaşı, A. (2016). Van ekolojik şartlarında bazı şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 95-112.
- Hassani, M., Heidari, B., Dadkhodaie, A., & Stevanato, P. (2018). Genotype by environment interaction components underlying variations in root, sugar and white sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Euphytica*, 214, 1-21.
- Hoffmann, C.M., Huijbregts, T., Van Swaaij, N., & Jansen, R. (2009). Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 30 (1), 17-26.
- İlisulu, K. (1986). *Niştasta, şeker bitkileri ve ıslahı*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 960, Ders Kitabı: 279, Ankara, 286 s.
- Jama, M., & Bahadar, K. (1988). Varietal performance of sugar beet in bannu area of NWFP. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 7, 7-8.

- Johnson, R.T., Alexander, J.T., Rush, G.E., & Hawkes, G.R. (1971). *Advances in sugar beet production principles and practices* (s. 23-53). Iowa State University Press.
- Kavas, M.F. & Leblebici, M.J. (2004). Kalite ve İşletme Kontrol Laboratuvarları El Kitabı. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü, Ankara, 85-196.
- Kulan, E.G., Kaya, M.D., & Karaş, E. (2016). Bazı şeker pancarı çeşitlerinin Eskişehir koşullarındaki performansları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-2), 67-70.
- Lisitsyna, I.I., & Lisitsyn, E.M. (1990). Expression of varietal characteristics of sugar beet under different environmental conditions. *Plant Breeding Abstract*, 61 (5), 4572.
- Okut, N., & Yıldırım, B. (2004). Van koşullarında şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)'nda çeşit ve ekim zamanının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 149-158.
- Özceylan, M.R. (1986). Samsunda yazlık ve kışık ekimlerin şeker pancarının (*Beta vulgaris* L.) verimi ve bazı özellikleri üzerinde etkileri. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 96 s, Samsun.
- Pişkin, A., & İnal, A. (2014). Damla sulama yöntemi ile şeker pancarına (*Beta vulgaris* L.) verilen azotun verim ve kalite üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45 (1), 21-29.
- Radivojević, S.D., & Došenović, I.R. (2006). Varietal and environmental influence on the yield and the end-use quality of sugar beet. *Acta Periodica Technologica*, 37, 27-35. <https://doi.org/10.2298/APT0637027R>
- Şahiner, A., & Demir, İ. (2020). Kırşehir ekolojik koşullarında bazı şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 10 (2), 71-75.
- Şanlı, A., Ok, F.Z., & Erbaş, S. (2023). Yapraktan amino asit uygulamalarının bazı şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) çeşitlerinin verim ve kalitesine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28 (1), 290-298. <https://doi.org/10.53433/yyufbed.1188512>
- Tosun, B., Karadoğan, T., & Şanlı, A. (2019). Değişik zamanlarda hasat edilen farklı tipteki şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23, 1-8. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.430348>
- Tunçtürk, M. (2005). Bazı şeker pancarı çeşitlerinin Van-Gevaş koşullarında verim performanslarının karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (1), 1-5.
- Turgut, T. (2012). Çeşit ve lokasyon farklılıklarının şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)'nın verim ve kalite özelliklerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 117 s, Tekirdağ.
- TÜİK (2019). *İstatistikler*. <http://tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim Tarihi: 17.10.2020).
- TÜİK (2022). *İstatistikler*. <http://tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim Tarihi: 29.04.2024).
- Yalınkılıç, N.A., Çiçek, Ş., & Başbağ, S. (2023). Bazı şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve erken gelişim dönemine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (3), 2063-2075. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1120227>

The effect of nitrogen levels on yield and yield parameters of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) growing in Diyarbakır Districts of Turkey

Diyarbakır ilinde yetişen tatlı mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt.) farklı azot seviyelerinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi

Özlem AVŞAR¹, Betül KOLAY¹, Uğur BİLGE¹

¹GAP International Agricultural Research and Training Center, Diyarbakır, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Received / Geliş: 29.01.2024 Accepted / Kabul: 30.04.2024</p> <p>Keywords: Nitrogen Fertigation Sweet corn</p> <p>Anahtar Kelimeler: Azot Fertigasyon Tatlı mısır</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Özlem AVŞAR ozlem.avsar@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. © 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> </p>	<p>Nitrogen is a critical nutrient that is vital for enhancing plant growth and productivity. The influences of nitrogen (N) fertigation on yield, quality parameters, and nitrogen use efficiency of sweet corn (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) under South Eastern Anatolia Region (Diyarbakır) conditions in Türkiye were investigated in that trial. Fertigation applications were executed under regional conditions in Diyarbakır during the 2015 and 2016 growing seasons on the experimental land of GAPUTAEM (GAP International Agricultural Research and Training Center). The BATEM (Batı Akdeniz Agricultural Research Institute) Tatlı variety of sweet corn was utilized as the plant material. Five different N applications (0-75-150-225-300 kg ha⁻¹) were implemented on trial plots through a fertigation system. N levels implemented via the fertigation system had a significant effect on the days of tasselling, plant height, fresh husked ear yield (FHEY) and fresh unhusked ear yield (FUEY), chlorophyll rate, and nitrogen use efficiency (p≤0.01). Fresh husked (1918 kg ha⁻¹) and unhusked (1342.50 kg ha⁻¹) ear yields of sweet corn under the effect of 150 kg ha⁻¹ nitrogen treatment were the highest. The maximum chlorophyll rate was (53.14%) recorded at 225 kg ha⁻¹ N. Nitrogen use efficiency (NUE) increased with decreasing N supply, and the maximum NUE was observed from 75 kg ha⁻¹ N application. The study findings indicate that the application of 150 kg N ha⁻¹ using a fertigation method is important and environmentally conscious for the production of sweet corn.</p> <p>ÖZET</p> <p>Azot, bitki yetiştiriciliği süresince eksikliği en çok hissedilen aynı zamanda en fazla ihtiyaç duyulan ve verimde artış sağlayan bitki besin elementlerinin en önemlisidir. Bu araştırma, fertigasyon yöntemiyle uygulanan farklı azot uygulamalarının (0-75-150-225-300 kg ha⁻¹) tatlı mısırdaki (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) verim, verim parametreleri ve azot kullanım etkinliği açısından değerlendirilmek amacıyla Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü üretim alanında 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada BATEM tatlı mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde azot dozlarının çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, kavuzlu taze koçan verimi, kavuzsuz taze koçan verimi, klorofil oranı ve azot kullanım etkinliği üzerine önemli etkisi olduğu belirlenmiştir (p ≤ 0.01). En yüksek kavuzlu taze koçan (1918 kg ha⁻¹) ve kavuzsuz taze koçan (1342.50 kg ha⁻¹) veriminin 150 kg ha⁻¹ azot dozu uygulamasından, en yüksek klorofil oranı değerinin (%53.14) ise 225 kg ha⁻¹ azot dozu uygulamasından elde edildiği gözlemlenmiştir. Azot kullanım etkinliği değerinin azalan azot dozu uygulamaları ile artış gösterdiği ve en yüksek azot kullanım etkinliği değerinin 75 kg ha⁻¹ azot dozu uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Çalışma sonucunda sürdürülebilir tatlı mısır yetiştiriciliği için fertigasyon yöntemiyle uygulanan 150 kg ha⁻¹ azot dozu önerilebilir bulunmuştur.</p>
Cite/Atıf	Avşar, Ö., Kolay, B., & Bilge, U. (2024). The effect of nitrogen levels on yield and yield parameters of sweet corn (<i>Zea mays saccharata</i> Sturt.) growing in Diyarbakır Districts of Turkey. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 507-519. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1427934

INTRODUCTION

Worldwide maize, (*Zea mays* L.), wheat, and rice production accounted for 90% of the total cereal production. Corn, wheat, and rice are the main sources of calories for approximately 94 developing countries in the world (Shiferaw et al., 2011). The global production of cereals reached up to 64 million metric tones in the 2020 and 2021 growing seasons, indicating a 4.1% increase in maize production (FAO, 2021). It is considered that corn (*Zea mays* L.), also known as maize, came from the wild grass in Central Mexico 7,000 years earlier and was consumed by Native Americans as a nutritious food source that can be utilized in a variety of food and industrial outputs, such as starch, flavoring, oils, adhesives, alcohol, beverages, or fuel ethanol. Sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.), considered sugar corn, is a hybridized variety of corn, particularly crossbred to enhance the sugar content, that reaches green ears in 75 to 90 days after sowing. It originated in the United States of America and has since spread to countries around the world. The kernels of sweet corn are much sweeter (25%) than the other types of corn, and their quality is based on the type of gene involved in sweetness (Najeeb et al., 2011). It is mainly used for food in the form of canned products through industrial processing and fresh consumption on the market, and it is increasingly popular as a vegetable choice (Caniato et al., 2007). Due to the high unit price, cultivating sweet corn can be financially beneficial for producers in small areas close to major cities (Pereira et al., 2009).

A number of dishes with sweet corn are becoming more and more popular in the world, including Türkiye. Türkiye's farmland and water resources are located in the Southeast Anatolian project area, where it is estimated that 1.7 million hectares of agricultural area will be available for irrigation Following the project's implementation, this region will cultivate sweet corn through a crop rotation system. In the area of Southeast Turkey, where local agricultural treatments and irrigation projects are being implemented, initial researches (Kılınc et al., 2023) indicate that the cultivation of sweet corn is viable, and Öktem and Öktem (2006) also stated that different varieties of sweet corn (Vega, Martha, Merit, Jubilee, and Reward) can be cultivated in the Southeastern Anatolia Region. Water has a crucial role in humans daily lives which is a key parameter in agriculture production, as it is in corn production. Even though water covers most of the Earth's surface, agricultural water availability has been declining day by day. Meanwhile, insufficient rainfall causes a decline in groundwater levels (Arshad, 2020). Applying modern irrigation technologies in agriculture has become more significant as a consequence of declining water resources, increasing population, and industrialization. One of the most modern irrigation techniques is drip irrigation, a method that distributes water around roots in small quantities concentrated so as to keep soil moisture at the desired level for plant growth. Since water is supplied close to the root area of the plant through the drip irrigation method, the amount of water that evaporates and seeps into the soil is very low, and therefore the water application efficiency is high. Drip irrigation is considered a competent method to increase crop yield if appropriate fertilizers are implemented through the fertigation method. Optimum fertigation can decrease fertilizer applications by 25% in order to achieve economic improvements in crop cultivation (Chauhdary et al., 2019). Nitrogen (N) is a primarily deficient yet fundamental nutrient in the cultivated soils of the world (Fageria et al., 2010), which is also one of the most important plant nutrients that limits crop productivity. Compared to most other crops, corn requires a relatively high level of nitrogen fertilization. Based on the expected yield, the suggested N level for field corn is between 134 and 269 kg ha⁻¹ when grown in grain and 134 to 202 kg ha⁻¹ when growing silage (Savoy, 1996). In order to achieve maximum profitability and productivity, specific N proposals are essential for the cultivation of sweet corn. The optimal nitrogen level for application may differ depending on the variety and environmental circumstances (Sezer & Yanbeyi, 1997). Kara (2006), observed that N management treatments (0, 90, 180, 270, and 360 kg ha⁻¹) improved plant height, first ear height, stem thickness, ear length, number of kernels per ear, thousand kernel weight, grain yield, and the nitrogen rate in the grain. While the maximum NUE (Nitrogen use efficiency) value was attained from 90 kg ha⁻¹, 18 cm row spacing, and 270 kg ha⁻¹ nitrogen dose was determined to be recommendable for the 31G98 hybrid variety. Commercial fertilizers are not used in a balanced and economical way

in Türkiye. Determining the appropriate fertilizer level is also important for the country's economy (Can & Akman, 2014). In various environments, sweet corn has shown different responses to N. Due to increasing nitrat pollution in water systems and high fertilizer costs, producers are looking for management strategies that could increase nitrogen use efficiency and economic return. In this manner, some researchers carried out studies to figure out the problem. Three different nitrogen levels (143, 286, and 429 kg ha⁻¹) were tested with three different hybrid corn varieties by Hassanein et al. (2007). With drip irrigation system, the maximum yield was obtained at the 429 kg ha⁻¹ nitrogen level, and the highest NUE was attained at the 286 kg ha⁻¹ N treatment. Even though several field experiments have shown the influence of surface, drip irrigation, and different N applications through fertigation systems on grain maize (Ramulu et al., 2010), only few have been stated on sweet corn with drip irrigation with different N treatments via fertigation. The initial study by Turgut (1998) stated that the maximum fresh ear yield for the Merit sweet corn variety was obtained at 280 kg ha⁻¹ nitrogen level according to the regression analysis of five nitrogen applications (0, 100, 200, 300, and 400 kg ha⁻¹), which were implemented by the surface irrigation method. Similarly, in the South Eastern Anatolia Region, experiments have been executed to determine the appropriate variety and planting time for sweet corn by applying surface irrigation methods. Researchers have not conducted any fertigation-based studies to determine the appropriate nitrogen application rate for sweet corn. The purpose of that trial was to demonstrate the effects of different N treatments on yield and quality parameters of sweet corn by fertigation system under Diyarbakır ecological circumstances.

MATERIALS and METHODS

The experiment was executed in the 2015-2016 growing seasons in the study area of the GAP International Agricultural Research and Training Center (GAPUTAEM) in Diyarbakır, Türkiye. In terms of organic matter, the research area is very poor, and no problems have been identified with salinity. In winter, the soil profile expands due to the high content of clay minerals, and deep cracks fall 80 to 90 cm subsurface in the summer (Gürsoy et al., 2006). With the help of an auger, soil samples were obtained from a depth of 0 to 30 cm and examined in the GAPUTAEM Laboratory, and Table 1 shows the results.

Table 1. Some soil features of experimental site

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

YEARS	2015	2016
Texture	Clay-Loam (C-L)	Clay-Loam (C-L)
EC (dS m ⁻¹)	1.65	0.90
pH	8.10	8.25
CaCO ₃ (%)	9.97	11.00
P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	3.21	4.02
K ₂ O (kg ha ⁻¹)	243	243
Organic Matter (%)	0.95	1.10
Bulk Density (g cm ⁻³)	1.33	1.25

The Diyarbakır region is dominated by a continental climate, so the trial was carried out. According to the meteorological station's readings, the average temperature in the center of town is 31°C, and it has been 1.8 °C for the coldest month. On July 21, 1937, the maximum temperature recorded was 46.2 °C and the lowest was 24°C on January 11, 1933. Only approximately 2% of the annual mean precipitation (496 mm) occurs during the summer months. The precipitation will rise as you approach the foothills of the northern mountains. Artificial lakes like Karakaya, Atatürk, Batman, and Silvan dams, which have been installed in the last few years, constitute large

evaporation subsurfaces. As a consequence the relative humidity in Diyarbakır has increased. From July to August, the level of humidity in the Diyarbakır basin will fall to 20% (Anonymous, 2017). Table 2 provides meteorological data and long-range mean values for the years in which research has been carried out.

Table 2. Monthly data of the climate in Diyarbakır for long period and during the 2015-2016 growing season of sweet corn

Çizelge 2. Diyarbakır ili 2015-2016 üretim sezonu yılları ve uzun yıllar iklim verileri

Meteorological values	Years	April	May	June	July	August
Average temperature (°C)	Long Years	13.8	19.2	26.3	31.1	30.4
	2015	12.4	18.8	26.1	31.7	30.9
	2016	15.7	19.9	26.8	31.6	31.9
Average maximum temperature (°C)	Long Years	20.4	26.5	33.6	38.4	38.2
	2015	19.2	27.1	34.4	40	39.3
	2016	23.7	27.5	34.7	39.2	40.5
Average minimum temperature (°C)	Long Years	7.2	11.3	16.9	21.8	21.1
	2015	5.5	10.3	15.9	21.4	21.2
	2016	7.1	11.6	17.3	22.5	22.1
Monthly average rainfall (mm)	Long Years	68.2	42.9	8.1	0.7	0.4
	2015	48.6	48.2	7.4	0	0
	2016	29	41.4	18.4	0	0.2

References: Diyarbakır meteorological directorate <https://www.mgm.gov.tr/>; *among 1950-2014 years

Characteristics of the plant material

BATEM TATLI, Turkey's first domestic sweet corn variety, was developed by the Western Mediterranean Agricultural Research Institute and registered in 2013. The variety is a standard type of sweet corn variety with a mean value FHEY (Fresh husked ear yield) of 15130 kg ha⁻¹ and FUEY (Fresh unhusked ear yield) of around 5890 kg ha⁻¹. Crude protein (10.7%), crude fat (6.7%), starch (53.3%) and sugar (4.8%) contents were detected in BATEM TATLI (Anonymous, 2014).

Irrigation system and treatments

The trial was conducted as a randomized complete block design with four replications. Tillage, disk, land leveling, and ridge creation were performed before sowing. Sweet corn seeds were sown by hand with 70 cm by 20 cm row spacing, 5-6 cm planting depth, and 71400 seeds per hectare on April 20 and 25, 2015 and 2016, respectively. The experiment consisted of 20 plots in total, with 5 plots in each block. All measurements were collected from two rows in each parcel, and all treatments have been harvested at the milk stage. The harvest time was decided upon the method of thumbnailing. (Çetinkol, 1989). In both years, the first irrigations were applied by sprinkler irrigation for uniform germination, and the gravimetric method was used for measuring the water content in soil. A 30 cm layer was applied to a depth of 90 cm on each plot, and irrigation water was applied to fill up to the field capacity. Other irrigations were applied by means of a drip irrigation system with a 5-day interval corrected with the wetting area ratio according to the evaporation amount measured from Class A Pan. Before the installation of the system in the field, all measurements had been performed on the basis of soil and plant characteristics. Inline drippers were positioned at 33 cm intervals in the 16mm-diameter lateral pipes carrying 4 L h of water. During the drip irrigation treatment, soil water content was calculated via the gravimetric method every week. As a consequence of the irrigation water analysis, the electrical conductivity value was determined as (EC) = 0.60 dS m⁻¹ and pH = 7.6. The amount of water used for irrigation has been defined based on the Class A pan evaporation, utilizing the given equation.

$$I = A \cdot E_p \cdot K_{pc} \cdot P \quad \text{Eq(1)}$$

Where I equals quantity of irrigation water (L), A equals parcel area (m²), E_p equals cumulative evaporation quantity for 5-day intervals (mm), k_{pc} equals coefficient (including pan coefficient k_p and crop coefficient k_c), and P equals wetted area (%). The methods described by Keller and Bliesner (1990) showed that the wetted area was 90% when field tests were conducted. Plant water consumption was estimated using the water balance equation and soil water measurements obtained through gravimetric samples of plants. Water consumption of plants was determined the amount of irrigation and precipitation plus water leakage to deep and soil water content variability during the season. The water balance equation is as follows:

$$ET = I + P \pm DS - D \quad \text{Eq(2)}$$

where: ET is evapotranspiration (mm), I irrigation (mm), P precipitation (mm), D deep percolation (mm) and DS is change of soil water storage. Deep percolation losses below the root zone were assumed to be negligible in the study because irrigation water was implemented on the basis of field capacity. During both growing seasons, the variation of soil water content at 0-30, 30-60 and 60-90 cm soil layers was continuously defined once every fifteen days through the gravimetric method (oven dry basis). During the 2015 cultivation period, 520 mm of irrigation water was implemented and 476 mm in 2016. Crop evapotranspiration was calculated at 554 and 495 mm for 2015 and 2016, respectively. Weed control and chemical pesticide applications were carried out throughout the plant growing season. Five pure nitrogen doses (0, 75, 150, 225 and, 300 kg ha⁻¹) were implemented in the trial. Considering the soil analyzed in both years of the experiment, a total of 100 kg ha⁻¹ (P₂O₅) phosphorus and 1/5 of the stated nitrogen implemented equally to each parcel for base fertilizer and the rest (4/5) of nitrogen was implemented equally once every two irrigations by the fertigation method until a week before harvest (Çetin & Tolay, 2009). Potassium fertilization was not applied because the available potassium content of the soil was detected to be sufficient in the soil samplings obtained from the cultivation area in both growing seasons. The harvest was carried out at the milk stage of the plants on August 1 and August 3, 2015 and 2016, respectively. In the trial, chlorophyll rate, tasselling days, plant height, FHEY, FUEY, and NUE values were explored. In the middle of two rows for each parcel, observations on plant height and chlorophyll levels have been made from 10 randomly chosen plants, while fresh ear yields (husked and unhusked) were attained from every plant in the middle of a pair of rows. Days of tasseling were recorded when 50% of plants produced tassels. The study performed calculations of the investigated properties using the methods outlined in the Ministry of Agriculture and Forestry's Agricultural Values Measurement Trials Technical Instruction (Anonymous, 2015). Leaf chlorophyll contents were measured by a Minolta SPAD-502 chlorophyll content meter in the pick tasseling stage. The data obtained in the study were evaluated via the JMP 5.1 statistical package. The analysis of Variance (ANOVA) and Least Significant Difference (LSD 0.05) tests were attained by combining of two years.

RESULTS and DISCUSSIONS

The parameter commonly measured by plant scientists is leaf chlorophyll content. This data is fundamental for understanding a plant's response to the environment.

The statistical difference ($p \leq 0.01$) between the years and applications and the year \times application interaction is observed to be insignificant for chlorophyll rates (Table 3). The chlorophyll content (SPAD) measured in 2015 with a 51.70 value and the nitrogen rate of 225 kg ha⁻¹ with a 53.14 value were higher. The chlorophyll content in the leaf increased as the nitrogen doses increased until 225 kg ha⁻¹ N application, but a farther increase in the N rate (300 kg ha⁻¹) had no important effect. The results were parallel with the study of Tunalı et al. (2012), who reported

a positive relationship among nitrogen doses and chlorophyll content. Commonly, an increase in the amount of chlorophyll is regarded as a parameter that corresponds to an increase in photosynthesis (Bashan et al., 2006).

Table 3. Influence of different nitrogen rates on some properties of sweet corn in the 2015-2016 growing seasons
Çizelge 3. Farklı azot seviyelerinin 2015-2016 üretim sezonu yıllarında tatlı mısırın bazı özellikleri üzerine etkisi

	Years	N applications					Mean
		0 kg ha ⁻¹	75 kg ha ⁻¹	150 kg ha ⁻¹	225 kg ha ⁻¹	300 kg ha ⁻¹	
Chlorophyll content**	2015	44	52	53	56	55	52 a
	2016	40	46	50	51	49	47 b
	Mean	42 c	49 b	52 ab	54 a	52 a	
	CV (%)	5.9	LSD _(0.05) : Nitrogen Doses:2.9			LSD _(0.05) : Years:1.4	
Tasseling period (day)**	2015	69	66	66	67	68	67 a
	2016	66	64	64	65	65	65 b
	Mean	68 a	65 c	65 c	66 bc	66 b	
	CV (%)	1.2	LSD _(0.05) : Nitrogen Doses:0.9			LSD _(0.05) : Years:1	
Plant height (cm)**	2015	176	196	201	203	195	194
	2016	184	199	193	189	192	192
	Mean	180 b	198 a	197 a	196 a	193 a	
	CV (%)	4.2	LSD _(0.05) : Nitrogen Doses:8.34				
Fresh husked ear yield (kg ha⁻¹)**	2015	14238	18288	22283	21008	16838	18530 a
	2016	9398	14036	16078	13318	12913	13149 b
	Mean	11818 c	16162 b	19180 a	17163 ab	14875 b	
	CV (%)	16	LSD _(0.05) : Nitrogen Doses:255			LSD _(0.05) : Years:297	
Fresh unhusked ear yield (kg ha⁻¹)**	2015	10088	13200	16675	14800	11588	13270 a
	2016	6270	8383	10175	8123	8053	8201 b
	Mean	8179 c	10792 b	13426 a	11462 b	9820 bc	
	CV (%)	16	LSD _(0.05) : Nitrogen Doses:174			LSD _(0.05) : Years:215	
NUE **	2015	0	176	111	66	39	78
	2016	0	187	107	59	43	79
	Mean	0 e	181 a	109 b	62 c	40 d	
	CV (%)	23	LSD _(0.05) : Nitrogen Doses:19				

** significant at the level of 0.01; * significant at the 0.05 level

Applying different rates of N fertilization affected the tasseling days of sweet corn, and tasseling days ranged between 63.75-69.00 (Table 3). Tasseling period was highly significantly affected ($p \leq 0.01$) by nitrogen rates. Compared to other N applications, plants fed without N tasseled later (67.13 days). The longest tasseling day was recorded in 2015 (66.85 days), while the shortest was (64.35 days) in 2016. A fluctuation in the amount and distribution of precipitation over a period of two years may be the reason for reducing tasseling days during the 2016 growing season compared with 2015. No significant effects were observed about N levels \times year interactions regarding the tasseling days. These findings align with Kara's (2006) report, indicating that increasing nitrogen levels shorten the number of tassel days. In the study, the effects of the years on FHEY and FUEY were defined as significant ($p \leq 0.01$). Increasing plant height owing to more nitrogen can be associated with more vegetative growth, which leads to increased mutual shading and internodal extension. Significantly highest plants obtained from 75, 150, 225, and 300 kg ha⁻¹ N rates (197.25, 196.62, 195.38, and 193 cm) and 0 kg ha⁻¹ (179.75 cm) produced the shortest plants (Table 3). The effect of years and year \times application interactions was statistically insignificant for plant height. These findings are in conformity with Khan et al. (2005), who noticed that a decline in N causes a decline in plant height, and the highest plants obtained from 120 N kg ha⁻¹ rate.

The analysis of the data revealed that different N-level applications had a significant ($p \leq 0.01$) effect on the FHEY of corn. Maximum (19180 kg ha⁻¹) and FUEY (13425 kg ha⁻¹) were recorded when N was applied at the level of 150 kg

ha⁻¹, but further increases in the N rate for both years have a negative effect on FHEY and FUEY (Table 3). These results are in line with Kara (2006) and Yılmaz (2005), who emphasized that FHEY and FUEY increased with increasing nitrogen levels. Turgut (1998) stated that the highest yield of sweet corn fresh ears was at 280 kg ha⁻¹ of nitrogen levels based on regression analyses at 0, 100, 200, 300, and 400 kg ha⁻¹. In the meantime, it should be taken into account that the surface irrigation method was applied in the study carried out by Turgut (1998). The effects of the years on FHEY and FUEY were defined to be significant ($p \leq 0.01$) in the study. The average value of FHEY and FUEY was higher in 2015 compared to 2016. The higher yield values of 2015 growing season can be attributed to the study being conducted on a fallow field.

Most of the cereal crops require a large amount of nitrogen to produce maximum yield. In maize, low NUE is noticed when a high proportion of the fertilizer N is not recovered by the plant. In terms of global wheat and corn production, NUE currently stands at 33% (Freeman & Raun, 2007). It depends on a number of factors, e.g., crop health, soil type, year, location, application timing, methods for applying fertilizers to the soil, and variety (Nielsen, 2006). Therefore, nitrogen management is one of the most serious issues in agriculture (Subedi et al., 2006). Agronomic NUE was computed as the rate of ear yield to the total N application for the particular treatment. NUE was affected by N applications and ranged from 0 to 187 kg in this study (Table 3). The highest nitrogen use efficiency rate was recorded at 75 kg ha⁻¹ nitrogen level. A declining pattern in NUE rates with increasing fertilizer treatments indicates that plant cultivation could be sustained with lower fertilizer levels (Ramírez et al., 2005). As stated by Peng et al. (2011), low level of NUE can be due to nitrogen loss through ammonia denitrification, volatilization, or leaching into the environment.

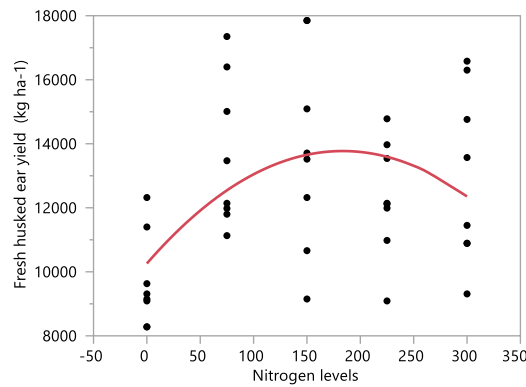


Figure 1. Influence of nitrogen levels on fresh husked ear yield of sweet corn

Şekil 1. Farklı azot seviyelerinin kavuzlu tatlı mısır verimi üzerine etkisi

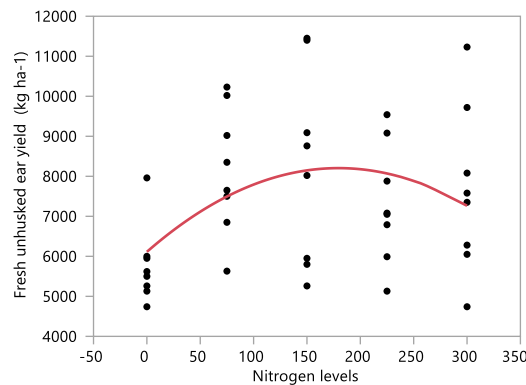


Figure 2. Influence of nitrogen levels on fresh unhusked ear yield of sweet corn

Şekil 2. Farklı azot seviyelerinin kavuzsuz tatlı mısır verimi üzerine etkisi

Regression analysis was performed to determine the association between nitrogen levels (X) and FHEY (Y). FHEY increased in a quadratic way for N rates (Figure 1). The relation between N levels and FHEY was formed by $y: 1260.79 + 6.98X - 1.04 X^2$ ($R^2: 0.21$) and the relationship between N levels and FUEY (Figure 2) based on $y: 757.18 + 3.83 X - 0.64 X^2$ ($R^2: 0.15$) equation. Increase N levels up to 150 kg ha^{-1} leads to an increase in FHEY and FUEY. Lower FHEY and FUEY values were attained at 225 and 300 kg ha^{-1} N rates, respectively. A previous study, in which the recommended N level for sweet corn was 300 kg ha^{-1} under surface irrigation conditions, was performed in the same field that this study was conducted (Kılınç et al., 2023). However, in the mentioned study, it has been detected that applying only 150 kg ha^{-1} of nitrogen using a fertigation system can result in the highest sweet corn yield, which is only half of the recommended nitrogen level. This finding not only helps reduce the production cost for producers but also helps prevent soil and water pollution, which is vital for sustainable agriculture.

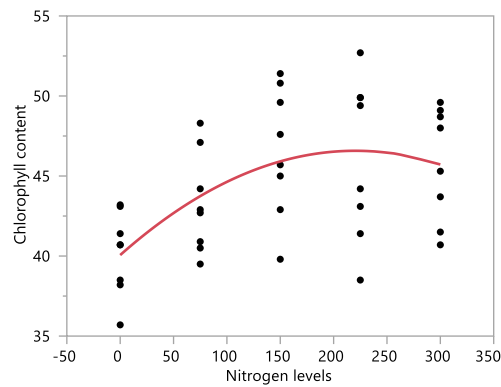


Figure 3. Influence of nitrogen levels on chlorophyll content

Şekil 3. Farklı azot seviyelerinin klorofil oranı üzerine etkisi

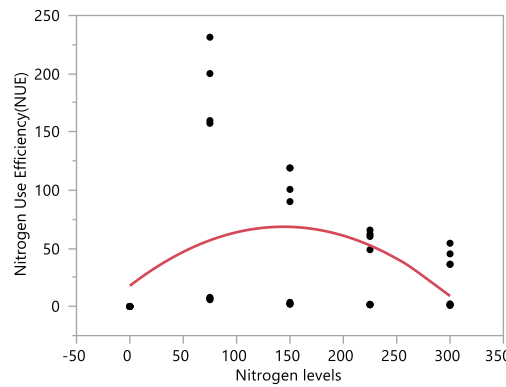


Figure 4. Influence of nitrogen levels on NUE

Şekil 4. Farklı azot seviyelerinin azot kullanım etkinliği üzerine etkisi

The relationship between chlorophyll content and N concentration is strong and undeniable, and the photosynthetic rate of a plant is directly related to the amount of chlorophyll available in its leaf tissue. Plants produce less chlorophyll and have reduced cell turgidity under N deficiencies (Fageria et al., 2010). A significant correlation between the chlorophyll content and the different N concentrations was observed in the regression analysis, and the relationship was interpreted according to $y: 43.08 + 0.18 X - 0.013 X^2$ ($R^2: 0.30$) the equation. The chlorophyll content increased when N was implemented at a rate of 225 kg ha^{-1} and obtained lower values from the 300 kg ha^{-1} N level. When tissue or soil analysis is not available, the chlorophyll content of plant leaves can be utilized for the purpose of determining the N status of the plant as an alternate measure (Schepers et al., 1992).

Plants have a high demand for N, which supports photosynthesis, leaf formation and expansion, as well as stem and root growth during vegetative growth. The evaluations on improved N fertilizer recommendations will increase fertilizer NUE and N fertilizer consumption. In general, the use of nitrogen fertilizers in crops is below 50%. The N levels are significantly affected by mechanisms such as denitrification, leaching, and volatilization (Webster et al., 1992). It is crucial to avoid excessive nitrogen fertilization. In order to increase the efficiency of nitrogen fertilizer application for better management practices, it is necessary to determine the most efficient way for N fertilization based on soil fertility analysis. Regression analysis was executed to investigate the relationship between nitrogen levels (X) and NUE (Y). The outcomes of the study indicated that NUE increased in a quadratic way as N levels increased up to 150 kg ha⁻¹ with $y: 92.68 + 0.41X - 0.30 X^2$ ($R^2: 0.26$) equation (Figure 4). Due to the different climatic conditions, soil characteristics, plant varieties, and sowing dates, researchers recommended different N application levels for sweet corn. Among these management strategies, proper N application rates are critical for meeting plant N demands, improving NUE, and minimizing N losses (López-Bellido et al., 2006). Deciding on the most convenient N fertilization has a crucial role for economic viability, crop productivity, and environmental quality. Nitrogen fertilization has well documented increases in maize growth and yields in different parts of the world (Azeez et al., 2006; Barbieri et al., 2008; Riedell et al., 2009; Amanullah & Shah, 2010). In the semiarid area of Pakistan, 250 kg N ha⁻¹ has been reported to be an appropriate level for maize (Hammad et al., 2011). According to Torbert et al. (2001) in Texas, the yield of corn grown with 168 kg ha⁻¹ N fertilizer rate was in a year with sufficient precipitation. Likewise, Ma et al. (2005) found that the yield of corn rose by up to 120 kg N ha⁻¹ in Ontario, Canada.

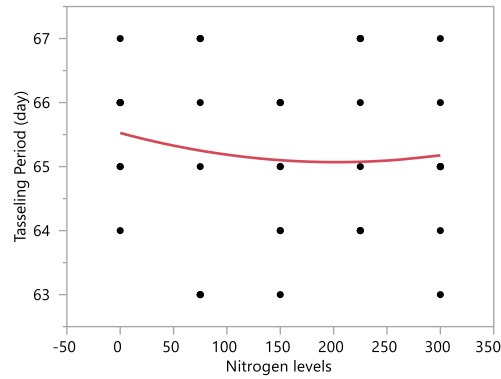


Figure 5. Influence of nitrogen levels on tasseling period

Şekil 5. Farklı azot seviyelerinin tepe püskülü çıkarma gün sayısı üzerine etkisi

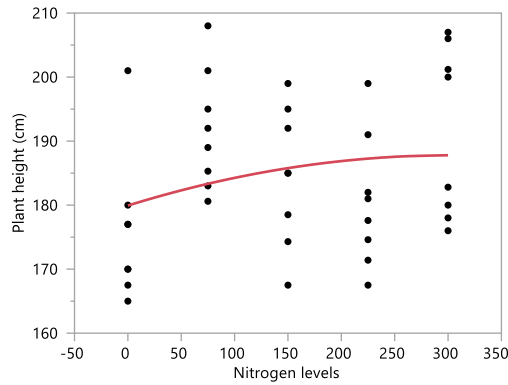


Figure 6. Influence of nitrogen levels on plant height

Şekil 6. Farklı azot seviyelerinin bitki boyu üzerine etkisi

Regression analysis was performed to determine the association between nitrogen levels (X) and the days of the tasseling (Y) and tasseling period showed a highly significant correlation with N levels (Figure 5). The relationship between them is viewed as $y: 65.27 - 0.011 X + 0.001 X^2$ ($R^2: 0.01$) the equation. Maximum days for tasseling were obtained from applying 0 N kg ha⁻¹, while minimum values were observed from 150, 225, and 300 N kg ha⁻¹ levels, which means application of N for sweet corn shortened the tasseling period. Ramírez et al. (2005) informed that the sweet corn crop took 47 days for tasseling when N was applied at 130 kg ha⁻¹ under semi-arid conditions.

Regression analysis expressed significant correlations of plant height with different N concentrations, and the relationship was formulised according to $y: 181.84 + 0.26 X - 0.008 X^2$ ($R^2: 0.05$) the equation (Figure 6). Plant height significantly increased with rising N level up to 75 kg ha⁻¹ but a further increase in N rates had no significant effect on plant height. Amanullah et al. (2009) stated that raising N rates produced taller plants through applying 180 kg N ha⁻¹ while the shorter plants were recorded in the plots that received the lowest level of 60 kg N ha⁻¹. The discrepancy in the results of Amanullah et al. (2009) and alterations in climatic circumstances, local soil properties at the trial lands, and species differences are likely to have contributed to the results of this study.

In conclusion, this experiment targeted evaluating the appropriate nitrogen level for sweet corn using the fertigation system, relying on two years of data. Chlorophyll rate values ranged from 41.58 to 51.89, the days of tasselling were between 64.75 and 67.13 days, and the plant height ranged from 179.75 to 197.25 cm. Increasing nitrogen application rates caused an increase in FHEY and FUEY of the BATEM TATLI sweet corn variety up to 150 kg ha⁻¹ N level, while higher N applications (225 and 300 kg ha⁻¹) caused a decrease. The highest NUE was attained at a 75 kg ha⁻¹ N rate. According to the outcomes of this study conducted in South East Anatolia Region, 150 kg ha⁻¹ was considered the most appropriate N level for sweet corn by applying a fertigation system. However, further investigations are needed under field conditions by applying variable N levels to different sweet corn varieties.

There are very few studies on this fungal pathogen worldwide. Therefore, it is important to evaluate the biological control potential of this fungal species against potential pathogens. This study demonstrated the presence of *P. flexuosa* from sugar beet growing areas. Result is believed to guide researchers using this fungus as a biological control agent in future studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

That trial was financially supported by Republic of Turkiye, the Ministry of Agriculture and Forestry, TAGEM (General Directorate of Agricultural Research and Policies) with TAGEM/TBAD/14/A12/P03/002 project no

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors of the manuscript state that there are no conflicts of interest in terms of private or commercial interests within the scope of this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The authors of the manuscript declare that they have contributed equally to the study.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

Amanullah, H., Marwat, K.B., Shah, P., Maula, N., & Arifullah, S. (2009). Nitrogen levels and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density. *Pakistan Journal of Botany*, 41 (2), 761-768.

- Amanullah, & Shah, P. (2010). Nitrogen rates and its time of application influence dry matter partitioning and grain yield in maize planted at low and high densities. *Journal of Plant Nutrition*, 34 (2), 224-242. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.533324>
- Anonymous (2014). *Features of BATEM TATLI variety*. Retrieved in March, 01, 2015 from <http://arastirma.tarim.gov.tr/batem>
- Anonymous (2015). *Ministry of Agriculture and Forestry*. "Measuring Agricultural Values Technical Instructions". <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/Sıcak%20İklim%20Tahılları/mısır.pdf>
- Anonymous (2017). *Climate data*. Provincial Directorate of Meteorology. Diyarbakır, Turkey. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>
- Arshad, I. (2020). Importance of drip irrigation system installation and management-A review. *PSM Biological Research*, 5 (1), 22-29. <https://journals.psmpublishers.org/index.php/biolre>
- Azeez, J.O., Adetunji, M.T., & Lagoke, S.T.O. (2006). Response of low-nitrogen tolerant maize genotypes to nitrogen application in a tropical Alfisol in Northern Nigeria. *Soil and Tillage Research*, 91 (1-2), 181-185. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.12.002>
- Barbieri, P.A., Echeverría, H.E., Saínz Rozas, H.R., & Andrade, F.H. (2008). Nitrogen use efficiency in maize as affected by nitrogen availability and row spacing. *Agronomy Journal*, 100 (4), 1094-1100. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0057>
- Bashan, Y., Bustillos, J.J., Leyva, L.A., Hernandez, J.P., & Bacilio, M. (2006). Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by *Azospirillum brasilense*. *Biology and Fertility of Soils*, 42 (4), 279-285. <https://doi.org/10.1007/s00374-005-0025-x>
- Can, M., & Akman, Z. (2014). Uşak ekolojik şartlarında farklı azot dozlarının şeker mısırın (*Zea mays saccharata* Sturt.) verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 93-101.
- Caniato, F.F., Galvão, J.C.C., Finger, F.L., Puiatti, M., Oliveira, D.A.D., & Ferreira, J.L. (2007). Quantification of total soluble sugars, reducing sugars and starch in immature kernels of corn cultivars. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 1893-1896.
- Chauhdary, J.N., Bakhsh, A., Engel, B.A., & Ragab, R. (2019). Improving corn production by adopting efficient fertigation practices: Experimental and modeling approach. *Agricultural Water Management*, 221, 449-461. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.046>
- Çetinkol, M. (1989). Tatlı mısır üretimi. *Hasad Aylık Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, 4 (46), 20-23.
- Çetin, Ö., & Tolay, I. (2009). *Fertigasyon: Sulama ile birlikte gübreleme*. Hasad Yayıncılık, 160.
- FAO (2021). <https://www.fao.org/3/cc3751en/cc3751en.pdf>
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., & Jones, C.A. (2010). *Growth and mineral nutrition of field crops*. CRC Press.
- Freeman, K.W., & Raun, W.R. (2007). Advances in nitrogen handling strategies to increase the productivity of wheat. *In Wheat Production in Stressed Environments: Proceedings of the 7th International Wheat Conference*, 27 November-2 December 2005, Mar del Plata, Argentina (pp. 169-173). Springer Netherlands. <https://link.springer.com/bookseries/5848>
- Gürsoy, S., Kılıç, H., & Sessiz, A. (2006). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Pamuk-Buğday Ekim Nöbeti Sisteminde Pamuk Hasadı Sonrası En Uygun Tohum Yatağı Hazırlığı ve Ekim Şeklinin Belirlenmesi. Araştırma Projesi Sonuç Raporu. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü.
- Hammad, H.M., Ahmad, A., Azhar, F., Khaliq, T., Wajid, A., Nasim, W., & Farhad, W. (2011). Optimizing water and nitrogen requirement in maize (*Zea mays* L.) under semi arid conditions of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 43 (6), 2919-2923.

- Hassanein, M.K., Abdrabbo, M.A., & Farag, A.A. (2007). Effect of different nitrogen levels on productivity of three maize hybrids fertigation. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 15 (2), 361-368. <https://doi.org/10.21608/ajs.2007.14923>
- Kara, B. (2006). Çukurova koşullarında değişik bitki sıklıkları ve farklı azot dozlarında mısırın verim ve verim özellikleri ile azot alım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 162 s, Adana.
- Keller, J., & Bliesner, R.D. (1990). *Sprinkle and trickle irrigation (Vol. 3, No. 5, pp. 86-96)*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Khan, A., Jan, A., Bashir, S., & Noor, M. (2005). Short communication effect of nitrogen and seed size on maize crop. I: Stand and plant height. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 1 (4), 380-381. <http://www.ijabjass.org>
- Kılınc, S., Atakul, Ş., Kahraman, Ş., Aktaş, H., Erdemci, İ., & Gül, İ. (2023). Ekim zamanlarının şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşitlerinde bazı verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (2), 282-292. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1049530>
- López-Bellido, L., López-Bellido, R.J., & López-Bellido, F.J. (2006). Fertilizer nitrogen efficiency in durum wheat under rainfed Mediterranean conditions: Effect of split application. *Agronomy Journal*, 98 (1), 55-62. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0017>
- Najeeb, S., Sheikh, F.A., Ahangar, M.A., & Teli, N.A. (2011). Popularization of sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) under temperate conditions to boost the socioeconomic conditions. *Maize Genetic Cooperation Newsletter*, 85.
- Nielsen, R.L. (2006). N loss mechanisms and nitrogen use efficiency. In Purdue nitrogen management workshops (pp. 1-5). West Lafayette, IN, USA: Purdue University.
- Öktem, A., & Öktem, A.G. (2006). Bazı şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) genotiplerinin Harran Ovası koşullarında verim karakteristiklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 33-46.
- Peng, S.Z., Yang, S.H., Xu, J.Z., Luo, Y.F., & Hou, H.J. (2011). Nitrogen and phosphorus leaching losses from paddy fields with different water and nitrogen managements. *Paddy and Water Environment*, 9, 333-342. <https://doi.org/10.1007/s10333-010-0246-y>
- Pereira, A.F., Melo, P.G.S., Pereira, J.M., Assuncao, A., Nascimento, A.D.R., & Ximenes, P.A. (2009). Agronomic and nutritional characters of genotypes of sweet corn. *Bioscience Journal*, 25 (1), 104-112.
- Ramírez, A.A., Martín-Benito, J.M.T., de Juan Valero, J.A., Álvarez, J.F.O., & Maturano, M. (2005). Growth and nitrogen use efficiency of irrigated maize in a semiarid region as affected by nitrogen fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3 (1), 134-144.
- Ramulu, V., Reddy, M.D., & Rao, A. M. (2010). Response of rabi maize to irrigation schedules and fertigation levels. *Agricultural Science Digest*, 30 (2), 104-106.
- Riedell, W.E., Catangui, M.A., & Beckendorf, E.A. (2009). Nitrogen fixation, ureide, and nitrate accumulation responses to soybean aphid injury in *Glycine max*. *Journal of Plant Nutrition*, 32 (10), 1674-1686. <https://doi.org/10.1080/01904160903150925>
- Savoy, H.J. (1996). Lime and fertilizer recommendations for the various crops of Tennessee. Agricultural Extension Service, University of Tennessee.
- Shiferaw, B., Prasanna, B.M., Hellin, J., & Bänziger, M. (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3, 307-327.
- Schepers, J.S., Francis, D.D., Vigil, M., & Below, F.E. (1992). Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23, 2173-2173. <https://doi.org/10.1080/00103629209368733>

- Sezer, İ., & Yanbeyi, S. (1997). Çarşamba ovasında yetiştirilen cin mısırdaki (*Zea mays* L. *everta*) bitki sıklığı ve azotlu gübrenin tane verimi, verim komponentleri ve bazı bitkisel karakterler üzerine etkileri. *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, 128-133, Samsun.
- Subedi, K.D., Ma, B.L., & Smith, D.L. (2006). Response of a leafy and non-leafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. *Crop Science*, 46 (5), 1860-1869. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.06-0141>
- Torbert, H.A., Potter, K.N., & Morrison, J.E. (2001). Tillage system, fertilizer nitrogen rate, and timing effect on corn yields in the Texas Blackland Prairie. *Agronomy Journal*, 93 (5), 1119-1124. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.9351119x>
- Tunalı, M.M., Budaklı Çarpıcı, E., & Çelik, N. (2012). Farklı azot dozlarının bazı mısır çeşitlerinde klorofil içeriği, yaprak alan indeksi ve tane verimi üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 131-133. ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X. www.nobel.gen.tr
- Turgut, İ. (1998). Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (3), 341-347.
- Webster, C.P., Macdonald, A.J., Poulton, P.R., & Christian, D.G. (1992). The effectiveness of winter cover crops in minimizing nitrogen leaching loss. *In Proceedings Second Congress of the European Society for Agronomy*, Warwick University, 23-28 August 1992 (pp. 380-381), European Society for Agronomy, Wellesbourne.
- Yılmaz, M.F. (2005). Kahramanmaraş koşullarında II. ürün mısır bitkisinde farklı sıra üzeri mesafeler ve azot dozlarının verim ve verim unsurları ile tohum kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 s, Kahramanmaraş.

Seed priming with mepiquat chloride and foliar applications of salicylic acid and proline improve the adverse effects of water deficit in cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Mepiquat chloride ile tohum ön uygulaması, salisilik asit ve prolinin yaprak uygulamaları pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) kısıntılı sulamanın olumsuz etkilerini iyileştirir

Gülşah MÜJDECI¹ , Volkan Mehmet ÇINAR² , Aydın ÜNAY² 

¹Cotton Research Institute, Aydın, Türkiye.

²Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 21.02.2024 Accepted / Kabul: 09.05.2024</p> <p>Keywords: Deficit irrigation Foliar application Mepiquat chloride Proline Salicylic acid Seed priming</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kısıntılı sulama Mepiquat chloride Prolin Salisilik asit Tohum ön uygulaması Yaprak uygulaması</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Aydın ÜNAY aunay@adu.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.</p> <p>© 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>We aimed to investigate the effects of some seed priming and foliar applications on stress prevention in cotton under deficit irrigation conditions. Seed priming with mepiquat chloride (PIX) and foliar applications of salicylic acid (SA) and proline (PRO) were tested at three levels of irrigation at 25, 50, and 100% of field capacity. Plant height, boll number, fiber length and fiber strength were significantly affected by the interaction of irrigation level × treatment. The effects of irrigation level and treatment were significant for boll weight, seed index, seed cotton yield and lint yield. When deficit irrigation conditions (25%) were compared with full irrigation, plant height decreased by 21.6 %, boll number by 18.1 %, boll weight by 26.0%, seed index by 5.8%, seed cotton yield by 25.6% and lint yield by 24.6%. Seed priming with PIX and foliar application of PRO produced significantly higher seed cotton and lint yields, whereas SA application had favourable fiber quality parameters under deficit irrigation conditions. PRO slightly increased fiber fineness. Foliar application of SA positively affected chlorophyll content (SPAD) and leaf area index (LAI) under deficit irrigation. In conclusion, it was recommended that all three practices could be successfully used to alleviate negative impacts under deficit irrigation conditions.</p> <p>ÖZET</p> <p>Pamukta su kısıntısı koşullarında bazı tohum ön uygulaması ve yaprak uygulamalarının stresi önleme üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Mepiquat klorid (PIX) ile tohum ön uygulaması ve salisilik asit (SA) ile prolinin (PRO) yaprak uygulamaları tarla kapasitesine göre düzenlenen %100, %50 ve %25 sulama konularında test edildi. Bitki boyu, koza sayısı, lif uzunluğu ve lif dayanıklılığı özellikleri sulama seviyesi × uygulama etkileşiminden önemli ölçüde etkilenmiştir. Koza ağırlığı, tohum indeksi, kütlü pamuk verimi ve lif verimi için sulama düzeyi ve uygulamanın etkileri önemliydi. Kısıntılı sulama koşulları (%25) tam sulama ile karşılaştırıldığında, bitki boyu %21,6, koza sayısı %18,1, koza ağırlığı %26,0, tohum indeksi %5,8, kütlü pamuk verimi %25,6 ve lif verimi %24,6 oranında azalmıştır. PIX ile tohum ön uygulama ve PRO'nun yapraktan uygulanması önemli ölçüde daha yüksek kütlü pamuk ve lif verimi sağlarken, SA uygulaması kısıntılı sulama koşulları altında yüksek lif kalitesi parametrelerine sahip olmuştur. PRO'nun lif inceliğini az da olsa artırdığı tespit edilmiştir. SA'nın yapraktan uygulanması, kısıntılı sulama koşullarında klorofil içeriğini (SPAD) ve yaprak alan indeksini (LAI) olumlu yönde etkilemiştir. Sonuç olarak, her üç uygulamanın da kısıntılı sulama koşullarında olumsuz etkileri hafifletmek için başarıyla kullanılabileceği önerilmiştir.</p>
Cite/Atıf	Müjdeci, G., Çınar, V.M., & Ünay, A. (2024). Seed priming with mepiquat chloride and foliar application of salicylic acid and proline improve the adverse effects of water deficit in cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.). <i>Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences</i> , 29 (2), 520-533. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1440691

INTRODUCTION

Water deficiency is one of the most important abiotic stress factors encountered in the cotton cultivation areas of Türkiye and the world. The yield loss caused by drought is estimated to be 50% in the coming years (Mahdi et al., 2020; Anonymous, 2024). Water stress increases the accumulation of reactive oxygen species and adversely affects main processes such as photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and growth of cotton (Cinar et al., 2022; Zafar et al., 2023; Hu et al., 2023; Lai et al., 2023). Therefore, it is essential to improve the tolerance of cotton to water deficit conditions for yield and quality stability.

Strategies to overcome water deficit include developing tolerant/resistant varieties and using efficient fertilization and irrigation methods. In addition, exogenous plant growth regulators (PGRs) (Hu et al., 2020; Zhang et al., 2022; Mansour et al., 2023) and seed priming (Nasir et al., 2019; Alam et al., 2021) have been recognized as an effective tool to increase drought tolerance in plants. In order to alleviate water deficiency damage, natural antioxidants such as salicylic acid, proline and mepiquat chloride, and gibberellin inhibitors were focused (Rady et al., 2016; Semida et al., 2017). Mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride, MC), an inhibitor of gibberellin biosynthesis, has been used as seed priming in cotton under different stress conditions (Wang et al., 2019; Qi et al., 2023). Mepiquat chloride increases root length and affected cell wall properties by decreasing gibberellin biosynthesis, which governs Ent-kaurene synthesis and thus increases drought tolerance (Iqbal et al., 2005; Gikloo & Elhami, 2012). Salicylic acid with foliar application increases photosynthesis parameters but decreases respiration by preserving the water content of tissues (Silva et al., 2011; Barros et al., 2019). The performance of salicylic acid on yield and fiber quality under water deficit conditions was found to be significant in cotton (Noreen et al., 2015; Mahdi et al., 2020; Heidaria et al., 2022). Proline is an osmoprotectant that plays a vital role in redox balance and ion homeostasis in plants and is a scavenger of free oxygen radicals (Loutfy et al., 2022; Drwish et al., 2023). Water stress increases endogenous proline content in cotton leaves (Yehia & El-Menshawie, 2008; Yehia, 2020; Pawar et al., 2020; Ibrahim et al., 2021; Ibrahim et al., 2023). Foliar application of proline was found to be successful in reducing the adverse effects of drought-induced in the early developmental stages of cotton (Kılınçoğlu et al., 2021) and maize (Ali et al., 2007).

Although foliar applications of osmo-regulators and various seed priming have been addressed to ameliorate the adverse effects of deficit irrigation in many studies, it is noteworthy that these studies were carried out during the early developmental stages of cotton. Therefore, we aimed to investigate the performance of seed priming and foliar applications at the reproductive stages under deficit irrigation in field conditions. In addition, this study provides the opportunity to see the effect of water deficiency on yield and fiber quality traits and the chances of the success of treatments.

MATERIALS and METHODS

Plant materials and growth conditions

This study was planned to investigate seed priming of plant growth regulator, Mepiquat chloride (PIX), and foliar application of some osmoregulators, salicylic acid (SA) and proline (PRO), performance for increasing water scarcity tolerance of cotton (*Gossypium hirsutum* L. cv. BA1010 cultivar). The experiment was conducted using a split-plot design within a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The three irrigation regimes (25, 50, and 100% of soil field capacity) were allocated to the main plots, while PIX, SA, and PRO treatments were assigned to the sub-plots at the Cotton Research Institute experimental station, Nazilli-Aydın in 2023. All plots consisted of four rows with 6-m lengths. The inter-row and intra-row spaces were 0.70 and 0.10 m, respectively.

The climate data for the long term (1983 – 2022) and experimental year (2023) are presented comparatively in Figure 1. It was recorded that average, maximum and minimum temperatures increased, especially in July-September. It is observed that May and June are rainy during the cotton growing season, unlike in the long term.

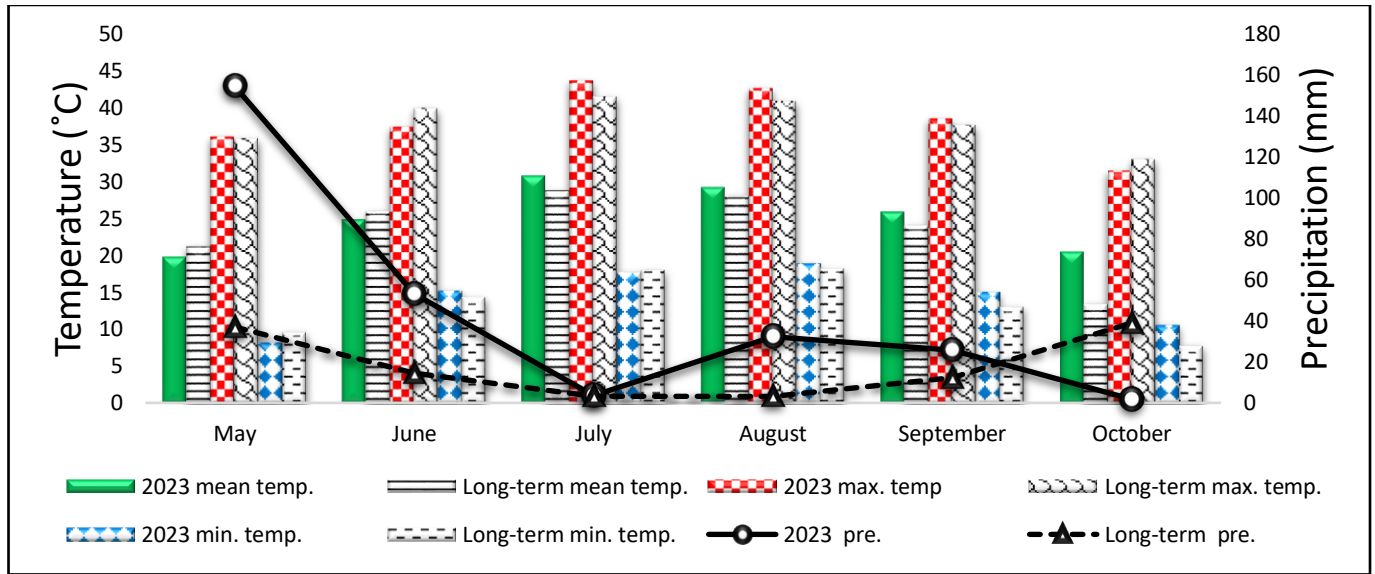


Figure 1. Temperature and precipitation data of the experimental site

Şekil 1. Deneme alanının sıcaklık ve yağış verileri

Some chemical and physical properties of soil layers of the experimental area are given in Table 1. The results of soil analysis showed that the first 60 cm of the experimental area is generally composed of soils with high loam content, low salinity and alkaline pH value. The lime and sodium contents are high, whereas the percentage of organic matter, total nitrogen and potassium contents are low. In addition, phosphorus content is sufficient, and calcium content is moderate.

Table 1. Some chemical and physical properties of the soil layers of the experimental area

Çizelge 1. Deney alanı toprak katmanlarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

Depth (cm)	Field Capacity (%)	Fading Point (%)	Volume Weight ($m^3 kg^{-1}$) ¹⁾	Composition Class
0 – 30	17.73	6.14	1.67	silty – loam
30 – 60	22.46	12.20	1.43	clay – loam
60 – 90	28.13	19.68	1.48	clay
90 – 120	25.60	11.40	1.48	silty – clay – loam

Treatments

Each treatment was applied on four rows in each replicate of three different irrigation conditions. For priming, at first, cotton seeds were treated at concentrations of $8.0 g L^{-1}$ of PIX for 5 hours at $25^{\circ} C$ (Niakan et al., 2012), and then these seeds were dried in a shady place. These seeds were then sown in 4 rows on May 16th, 2023. The other treatments, SA (200 ppm; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) and PRO (300 ppm) were applied as a foliar spray with a back-mounted pressurized sprayer to completely cover the plant foliage in the morning before sunrise in cool and windless weather conditions after the first application of deficit irrigation at the peak of flowering (August 5th). Control plants were sprayed with water at a dose of $300 L ha^{-1}$.

Irrigations

Irrigation water was taken from the Cotton Research Institute water tank with the help of a water pump and brought to the experimental area with 63 mm outer diameter PVC pipes. Polyethylene (PE) laterals with an outer diameter of 16 mm were laid in the experimental plots, with one lateral per row in each plot. Lateral drip irrigation pipes had a 2 L h⁻¹ flow rate, and dripper spacing was selected as 25 cm. Valves with a diameter of 16 mm were installed at each lateral line to ensure controlled irrigation (İsotçu & Başal, 2016). Irrigation was stopped when 10% of the cotton bolls opened (Ektiren & Değirmenci, 2018).

The first irrigation started when moisture in the 0-90 cm soil depth dropped to 50%, and enough irrigation water was applied to bring the available water to the field capacity. According to the subjects of the experiment, full irrigation plots were given all of the water required to reach the field capacity (100%), while ½ (50%) and ¼ of this water (25%) were given to the plots with deficit irrigation. When the irrigation time of the first irrigation according to the determined criterion came, the amount of water that would bring each soil layer to the field capacity was calculated using the moisture values obtained from the observation plots containing the full irrigation (100%) subject. The irrigation water calculated separately for 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm soil layers was applied to each plot by drip irrigation method. Monitoring of soil moisture in the experimental plots; soil samples taken from 0-30 cm, 30-60 cm, and 60-90 cm soil layers were placed in aluminium containers to be tared, and their wet weights were weighed, then their dry weights were weighed after drying in an oven at 105 °C for 24 hours. Thus, the moisture content of the soil was calculated as % by using the formula PW (moisture content) = (Wet – Tare) - (Dry – Tare) / (Dry – Tare) × 100. The amount of water to be given to the soil layers at 0-30, 30-60 and 60-90 cm depths where soil samples were taken was calculated using the following equation (Güngör et al., 1996).

$$d = ((FC - AW) / 100) \times \gamma_t \times DP \quad \text{Eq.(1)}$$

In the equation; d: Amount of irrigation water required to bring the available soil moisture to field capacity (mm), FC: Field capacity (%), AW: Available soil moisture (%), γ_t : Volume weight of soil (g cm⁻³), DP: Soil depth (mm).

Dağdelen et al. (2005), according to the results of their research regarding cotton irrigated with drip irrigation in the Aydın region, the highest cotton yield was obtained from the subject where 100% of the evaporation amount from the class A evaporation container was applied at 8-day irrigation intervals. For this reason, the Pan evaporation coefficients considered for irrigation were determined based on the results of scientific research conducted in the region, and subsequent irrigations were made at 8-day intervals.

In the calculation of the amount of irrigation water, according to the principles stated by Kanber (1984), the open-water surface evaporation method and the following equation were used.

$$V = P \times A \times E_{pan} \times kpc \quad \text{Eq.(2)}$$

In the equation, V is the irrigation water applied to the plot (L), A is the plot area (m²), E_{pan} is the cumulative Class A Pan evaporation amount (mm) at the 8-day irrigation interval, kpc is the selected pan coefficient, P is the % wetted area. In the study, 3 different irrigation levels kpc-1: 1.00 (full water-100%), kpc-2: 0.50 (deficit irrigation-50%) and kpc-3: 0.25 (deficit irrigation-25%) were examined. In this study, according to Sezen et al. (2011), the percentage of wetted area value (P) was taken as 100% for hoe crops planted in rows. In the experiment, the first irrigation was made when 50% of the available water-holding capacity of the plant at the effective root depth (90 cm) was consumed, and irrigation water was applied to the plots to cover the moisture deficit. Successive irrigations were made by considering the total evaporation values in the 8-day irrigation interval.

A class A evaporation container was used to measure the daily evaporation amount. For this purpose, the daily evaporation amount was determined by measuring at 09:00 every day by using a micrometer caliper to make up the missing water (Güngör & Yıldırım, 1987). The amount of water applied during the experiment and irrigation dates are given in Table 2.

Table 2. Amount of irrigation water applied to full and deficit irrigation plots per unit area

Çizelge 2. Birim alan başına tam ve kısıntılı sulama yapılan parsellere uygulanan sulama suyu miktarı

Irrigation Date	Amount of Water Applied		
	Full Irrigation (100%)	Deficit Irrigation (50%)	Deficit Irrigation (25%)
25.07.2023	26.13 m ³	26.13 m ³	26.13 m ³
02.08.2023	56.00 m ³	28.00 m ³	14.00 m ³
10.08.2023	64.83 m ³	32.40 m ³	16.20 m ³
18.08.2023	66.17 m ³	33.18 m ³	16.54 m ³
26.08.2023	61.17 m ³	30.58 m ³	15.29 m ³
04.09.2023	51.81 m ³	25.90 m ³	12.95 m ³
Total	326.11 m³	176.19 m³	101.11 m³

Data collection

Physiological measurements were recorded in both flowering and boll opening periods. For estimating the relative water content (RLWC %), the method of Hayat et al. (2007) was used with the following formula: $RLWC (\%) = [(FW - DW) / (TW - DW)] \times 100$. Chlorophyll content (SPAD) was measured on ten randomly selected plants in each plot with a "SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter (Konica Minolta Company, Japan)". The newly opened and fully expanded top-fifth leaves of the plants were used for the measurements (Johnson & Sounders, 2003; Xie et al., 2016). The leaf area index (LAI) was determined by measuring three times per plot with an "AccuPAR model LP-80 ceptometer (METER Group, USA)". Then, RLWC, SPAD and LAI values were averaged for statistical analysis.

Plant height (cm; PH), number of open bolls plant⁻¹ (BN), 100-seed weight (g; SI), boll weight (g; BW), ginning out-turn (%; GOT) and seed cotton yield (t ha⁻¹; SCY), lint yield (t ha⁻¹; LY) were recorded at randomly selected ten plants at the harvesting time.

Fiber quality traits such as fiber length (mm), fiber fineness (mic.) and fiber strength (g tex⁻¹) were detected using Uster® High Volume Instrument (HVI) 1000 (USTER Technologies, Inc., Knoxville, TN, USA) at a 50 g fiber sample.

Data analysis

The recorded data were subjected to analysis of variance (Steel et al., 1997) according to the split-plot design in RCBD using the 'agricolae' package (Mendiburu & Mendiburu 2019) in R open-source, free software. When a main effect or interaction effect was significant ($p \leq 0.05$), the least significant difference (LSD) test was used to compare treatment means.

RESULTS and DISCUSSIONS

The interaction between irrigation levels and treatments for plant height, boll number, fiber length and fiber strength were significant (Tables 3 and 5). In full irrigation plot, SA and PRO treatments increased plant height compared with PIX and control, whereas non-significant differences among treatments were recorded in deficit irrigation (25%) (Table 4). Stunting in plant height is one of the most important morphological traits affected by abiotic stresses such as drought. Our results contradict the findings of Noreen et al. (2015) and Aziz et al. (2018), who reported that SA increased plant height under water-limited conditions. However, the same researchers emphasized that the varieties used in the study reacted differently to chemical treatments, application phases and frequency under drought conditions.

Table 3. ANOVA for yield components and yield

Çizelge 3. Verim ve verim bileşenleri için varyans analizi

Source of Variation	df	PH	BN	BW	GOT	SI	SCY	LY
Replications	2	4.30	12.19	0.34	0.54	0.01	0.03	0.01
Water Regime (WR)	2	981.65**	39.29**	6.77**	2.13*	1.17*	12.59**	2.17**
Error-1	4	0.88	2.01	0.35	0.19	0.06	0.07	0.01
Treatment (T)	3	77.39**	45.80**	1.09**	0.04	0.45**	1.20**	0.24**
WR × T	6	25.97**	5.94**	0.21	0.52	0.11	0.12	0.02
Error-2	18	0.66	1.34	0.14	0.29	0.05	0.10	0.03
General	35							

*: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$. PH; Plant height (cm), BN; The number of open bolls plant⁻¹, BW; Boll weight (g), GOT; Ginning out-turn (%), SI; 100-seed weight (g), SCY; Seed cotton yield (t ha⁻¹), LY; Lint yield (t ha⁻¹)

The effect of PRO on boll weight was positive and significant at all three irrigation levels. The performance of SA followed PRO, and all three treatments produced more bolls than the control (Table 4). Similarly, the highest boll number values, seed cotton yield and lint yield under water stress were recorded in PRO treatment plots, while seed index values were found to increase in SA-treated plots. It has been emphasized in many studies that osmoregulatory applications improve yield and yield components in crops under drought (Ali and Ashraf, 2011; Noreen et al., 2015; Zhang et al., 2014).

Control plots exhibited the lowest fiber length values at all three irrigation levels, while SA and PRO had the highest lengths. Deficit irrigation was emphasized to reduce significantly fiber length (Lascano & Hicks, 1999; Balkcom et al., 2006; Başal et al., 2009), fiber fineness and fiber strength (Wang et al., 2016; Rehman & Farooq, 2019; Zhao et al., 2019). SA had the highest fiber strength values in full irrigation and 25% deficit irrigation plots. All three treatments had a significant positive effect on fiber length, especially in 25% irrigation. Exogenous applications of SA and PRO have been reported to reduce the adverse effects of drought by regulating osmotic pressure in plants (Zahoor et al., 2017; Tanveer et al., 2019; Hu et al., 2020).

Table 4. Mean values for yield components and yield

Çizelge 4. Verim ve verim bileşenlerine ilişkin ortalama değerler

Water Regime	Treatments	PH	BN	BW	GOT	SI	SCY	LY
100%	Control	78.8 c	17.5 cd	5.73	43.6	10.4	7.33	3.19
	PIX	82.0 b	18.5 de	5.37	43.7	10.0	8.36	3.65
	SA	85.5 a	20.0 bc	5.47	43.9	10.6	7.63	3.35
	PRO	85.5 a	23.5 a	6.47	43.9	10.3	8.29	3.64
	Ave.	83.0	19.9	5.76 A	43.7 B	10.3 A	7.90 A	3.46 A
50%	Control	64.3 g	15.8 e-g	4.63	44.2	9.6	6.36	2.81
	PIX	70.7 e	16.5 ef	5.03	44.8	9.8	6.66	2.98
	SA	70.9 e	19.7 b	5.23	44.7	10.1	6.44	2.88
	PRO	74.8 d	20.7 bc	5.43	44.2	10.0	7.22	3.19
	Ave.	71.4	18.2	5.08 B	44.5 A	9.9 B	6.67 B	2.97 B
25%	Control	63.8 f	14.3 g	3.77	44.9	9.3	5.63	2.53
	PIX	63.5 f	15.5 fg	4.27	44.4	9.8	5.83	2.59
	SA	63.7 f	15.7 fg	4.33	43.8	10.0	5.76	2.52
	PRO	64.3 f	20.1 bc	4.67	44.7	9.8	6.26	2.80
	Ave.	65.1	16.3	4.26 C	44.5 A	9.7 B	5.87 C	2.61 C

Table 4 (continued). Mean values for yield components and yield

Çizelge 4 (devamı). Verim ve verim bileşenlerine ilişkin ortalama değerler

	Control	70.0 b	16.2 b	4.71 b	44.2	9.8 c	6.44 b	2.84 b
Tre. Ave.	PIX	75.5 a	16.5 b	4.89 b	44.3	9.9 bc	6.95 a	3.07 a
	SA	73.3 a	18.6 a	5.01 b	44.1	10.3 a	6.61 b	2.92 b
	PRO	74.9 a	21.1 a	5.52 a	44.3	10.1 ab	7.26 a	3.21 a

When the interaction was significant, means not followed by the same letter(s) in the same column are significantly different. Upper- and lower-case letters were used to compare water regimes and seed priming treatments among themselves, respectively. PH; Plant height (cm), BN; The number of open bolls plant⁻¹, SI; 100-seed weight (g), BW; Boll weight (g), GOT; Ginning out-turn (%), SCY; Seed cotton yield (t ha⁻¹), LY; Lint yield (t ha⁻¹)

Significant differences among irrigation levels for plant height, boll number, boll weight, ginning out-turn, seed index, seed cotton yield and lint yield indicated that deficit irrigation is an important abiotic stress factor that negatively affects yield and yield components (Xiao et al. 2009; Loutfy et al. 2012). As the irrigation level decreased from full irrigation to deficit irrigation (25%), plant height decreased by 21.6%, boll number by 18.1%, boll weight by 26.0%, seed index by 5.8%, seed cotton yield by 25.6% and lint yield by 24.6% (Table 4). Much higher rates of decrease were determined for boll number, weight and yield as a result of drought stress (Zhu et al., 2023; Li et al., 2023).

The significant differences among treatments indicated that PIX, SA and PRO could alleviate the adverse effects of moderate (50%) and severe (25%) irrigation deficiency on plant height, boll number, boll weight, seed index, seed cotton and lint yield, fiber length and fiber strength. PRO and PIX significantly positively affected seed cotton yield and, consequently, lint yield under both control and water stress conditions, consistent with Hamani et al. (2021) and Shafiq et al. (2021). Similarly, PRO and SA significantly increased boll number, weight, and seed index. Although not significant, it is noteworthy that the coarsest fibers were detected in the PRO-treated plots (Table 6). The foliar spray of proline was proved effective in alleviating the adverse effects of drought stress in cotton (Noreen et al., 2013; Ullah et al., 2017). PIX mitigate the negative impact of drought by increasing leaf and root thickness and dry matter, especially by inhibiting gibberellin synthesis (Shahrbano et al., 2022).

Table 5. ANOVA for physiological and fiber quality traits

Çizelge 5. Fizyolojik ve lif kalite özellikleri için varyans analizi

Source of Variation	df	SPAD	LAI	RLWC	FL	FF	FS
Replications	2	60.74	0.13	11.13	0.18	0.04	0.66
Water Regime (WR)	2	79.68	1.94*	135.34*	1.31	0.02	5.88
Error-1	4	22.78	0.27	10.47	0.33	0.13	1.02
Treatment (T)	3	45.18*	0.10	6.34	0.62*	0.05	4.38*
WR × T	6	20.88	0.19	8.93	1.04**	0.01	4.98*
Error-2	18	9.40	0.16	8.74	0.14	0.05	1.38
General	35						

*: $p \leq 0.05$; **: $p \leq 0.01$. SPAD; Soil plant analysis development chlorophyll meter, LAI; Leaf area index (cm²), RLWC; Relative leaf water content (%), FL; Fiber length (mm), FF; Fiber fineness (micronaire), FS; Fiber strength (g tex⁻¹).

SPAD, LAI and RLWC, which are the physio-morphological traits most likely to react to water deficit, were evaluated during the boll opening period. The significant differences among irrigation levels for LAI and RLWC indicated that deficit irrigation adversely affected leaf area and water holding capacity (Table 5). LAI values statistically decreased by 15.36% and 22.15% in 50% and 25% irrigation plots, respectively, while these reductions for RLWC were 6.84% and 10.51% (Table 6). It was emphasized that decreased soil water content negatively affected RLWC and LAI,

necessary for high photosynthetic capacity in cotton (Gadallah, 2000; Ashraf et al., 2020). According to our results, treatments increased SPAD value in all irrigation levels, and SA had a significant performance. It was emphasized that SA, which has a defensive mechanism under stress conditions, increases the chlorophyll content in cotton (El-Beltagi et al., 2017; Heidari et al., 2022), wheat (Khalvandi et al., 2021), okra (Ayub et al., 2020), onion (Semida et al., 2020). Our results indicate that SA decreases the amount of chlorophyll but increases the amount of carotenoid, Anandhi and Ramanujam, 1997; Moharekar et al., 2003) is contradictory. It was concluded that the effect of SA on chlorophyll content and leaf characteristics differed according to stress conditions. In addition, PIX and seed priming plots showed insignificant increases in RWLC. It has been emphasized in many studies that seed priming with PIX under stress conditions positively affects growth parameters, especially during germination and seedling development (Zheng & Liu, 2001; Duan & Tian, 2011; Wang et al., 2019; Wang et al., 2021). Seed priming with PIX decreases leaf phenolic compounds and gibberellin content in roots but increases abscisic acid content and provides favourable performance under drought conditions (Shahrbanoet al., 2022). In fact, PIX is an important growth regulator that regulates cotton growth and increases productivity (Tian et al., 2008; Zhang et al., 2021).

Table 6. Mean values for physiological and fiber quality traits

Çizelge 6. Fizyolojik ve lif kalite özelliklerine ilişkin ortalama değerler

Water Regime	Treatments	SPAD	LAI	RLWC	FL	FF	FS
100%	Control	46.03	3.47	63.10	29.1 de	5.06	30.3 bc
	PIX	49.97	3.57	64.40	29.4 cd	5.14	29.0 cd
	SA	55.23	3.40	62.17	30.2 a	5.16	32.9 a
	PRO	47.07	3.30	62.33	29.8 a-c	5.23	30.0 b-d
	Ave.	49.58	3.43 A	63.00 A	29.6	5.15	30.6
50%	Control	52.47	2.67	59.83	29.2 c-e	5.14	30.2 bc
	PIX	51.50	3.00	59.90	29.3 c-e	5.10	29.9 b-d
	SA	56.13	3.07	60.47	29.8 a-c	5.14	28.5 cd
	PRO	57.57	2.63	56.57	29.6 b-d	5.38	28.0 d
	Ave.	54.42	2.84 B	59.19 B	29.4	5.19	29.2
25%	Control	47.83	2.70	54.47	28.8 ef	5.25	28.9 cd
	PIX	52.20	2.23	59.07	29.8 ac	5.23	29.9 b-d
	SA	51.37	2.93	55.60	30.1 ab	5.13	31.2 ab
	PRO	50.47	2.80	56.40	29.5 b-d	5.28	29.5 b-d
	Ave.	50.47	2.67 B	56.38 B	29.3	5.23	29.9
Treatments Ave.	Control	48.78 b	2.94	59.13	29.0 b	5.15	29.8 b
	PIX	51.22 ab	2.93	60.96	29.5 a	5.16	29.6 b
	SA	54.24 a	3.13	59.41	29.5 a	5.14	30.8 a
	PRO	51.70 ab	2.91	58.43	29.6 a	5.30	29.2 c

When the interaction was significant, means not followed by the same letter(s) in the same column are significantly different. Upper- and lower-case letters were used to compare water regimes and seed priming treatments among themselves, respectively. SPAD; Soil plant analysis development chlorophyll meter, LAI; Leaf area index (cm²), RLWC; Relative leaf water content (%), FL; Fiber length (mm), FF; Fiber fineness (micronaire), FS; Fiber strength (g tex⁻¹).

Similar to the results of many studies, the effect of water deficit on yield, yield components and physio-morphological characteristics was confirmed in this study. Seed treatment with mepiquat chloride and foliar application of salicylic acid and proline alleviated the adverse effects of water deficit. In addition, the application of salicylic acid had favourable fibre quality parameters under deficit irrigation conditions.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The authors declare that their contributions are equal.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Alam, A., Ullah, H., Cha-um, S., Tisarum, R., & Datta, A. (2021). Effect of seed priming with potassium nitrate on growth, fruit yield, quality and water productivity of cantaloupe under water-deficit stress. *Scientia Horticulturae*, 288, 110354. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110354>
- Ali, Q., & Ashraf, M. (2011). Induction of drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) due to exogenous application of trehalose: growth, photosynthesis, water relations and oxidative defence mechanism. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197 (4), 258-271. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2010.00463.x>
- Ali, Q., Ashraf, M., & Athar, H.U.R. (2007). Exogenously applied proline at different growth stages enhances growth of two maize cultivars grown under water deficit conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 39 (4), 1133-1144.
- Anandhi, S., & Ramanujam, M.P. (1997). Effect of salicylic acid on black gram (*Vigna mungo*) cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology*, 2 (2), 138-141.
- Anonymous (2024). *Physical climate risk for global cotton production: Global analysis*. Available from: <https://www.acclimatise.uk.com> [Accessed: January 22, 2024].
- Ashraf, A.M., Ragavan, T., & Naziya Begam, S. (2020). Influence of in-situ soil moisture conservation practices with pusa hydrogel on physiological parameters of rainfed cotton. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 11, 548-557.
- Ayub, Q., Khan, S.M., Mehmood, A., Haq, N. U., Ali, S., Ahmad, T., Ayub, M.U., Hassan, M., Hayat, U., & Shoukat, M. F. (2020). Enhancement of physiological and biochemical attributes of okra by application of salicylic acid under drought stress. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 3 (4), 113-119. <https://doi.org/10.46653/jhst2034113>
- Aziz, M., Ashraf, M., & Javaid, M.M. (2018). Enhancement in cotton growth and yield using novel growth promoting substances under water limited conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 50 (5), 1691-1701.
- Balkcom, K.S., Reeves, D.W., Shaw, J.N., Burmester, C.H., & Curtis, L.M. (2006). Cotton yield and fiber quality from irrigated tillage systems in the Tennessee Valley. *Agronomy Journal*, 98 (3), 596-602. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0219>
- Barros, T.C., de Mello Prado, R., Roque, C.G., Arf, M.V., & Vilela, R.G. (2019). Silicon and salicylic acid in the physiology and yield of cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (5), 458-465. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1567765>
- Basal, H., Dagdelen, N., Unay, A., & Yilmaz, E. (2009). Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195 (1), 19-29. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00340.x>
- Cinar, V.M., Balci, S., & Unay, A. (2022). *Interactive effects of salinity, drought, and heat stresses on physiological process and selection criteria for breeding stress-resistant cotton*. In *Advances in Plant Defence Mechanisms*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105576>

- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., & Akçay, S. (2005). Effects of different trickle irrigation regimes on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield in Western Turkey. *Pakistan of Biological Sciences*, 8 (10), 1387-1391. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2005.1387.1391>
- Drwish, A.S., Fergani, M.A., Hamoda, S.A., & El-temsah, M.E. (2023). Effect of drought tolerance inducers on growth, productivity and some chemical properties of cotton under prolonging irrigation intervals. *Egyptian Journal of Botany*, 63 (1), 113-127. <https://doi.org/10.21608/EJBO.2022.150010.2041>
- Duan, L.S., & Tian, X.L. (2011). *Principle and technology of crop chemical regulation. In the chemical regulation technology of cotton* (pp. 264-278). China Agricultural University Press Peking.
- Ektiren, Y., & Değirmenci, H. (2018). Effect of deficit irrigation applications on plant leaf nutrition elements of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 21 (5), 691-698. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.399149>
- El-Beltagi, H.S., Ahmed, S.H., Namich, A.A.M., & Abdel-Sattar, R.R. (2017). Effect of salicylic acid and potassium citrate on cotton plant under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (1A), 1091-1100.
- Gadallah, M.A.A. (2000). Effects of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. *Journal of Arid Environments*, 44 (4), 451-467. <https://doi.org/10.1006/jare.1999.0610>
- Gikloo, S., & Elhami, B. (2012). Physiological and morphological responses of two almond cultivars to drought stress and cycocel. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (5), 1000-1004.
- Güngör, Y., Erözel, Z., & Yıldırım, O. (1996). *Sulama*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443. Ders Kitabı: 424, 295 s, Ankara.
- Hamani, A.K.M., Li, S., Chen, J., Amin, A.S., Wang, G., Xiaojun, S., Zain, M., & Gao, Y. (2021). Linking exogenous foliar application of glycine betaine and stomatal characteristics with salinity stress tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings. *BMC Plant Biology*, 21 (1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02892-z>
- Hayat, S., Ali, B., Hasan, S.A., & Ahmad, A. (2007). Brassinosteroid enhanced the level of antioxidants under cadmium stress in *Brassica juncea*. *Environmental and Experimental Botany*, 60 (1), 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.06.002>
- Heidaria, M., Moradia, M., Arminb, M., & Ameriana, M.R. (2022). Effects of foliar application of salicylic acid and calcium chloride on yield, yield components and some physiological parameters in cotton. *Sustainability in Food and Agriculture (SFNA)*, 3 (1), 28-32. <http://doi.org/10.26480/sfna.01.2022.28.32>
- Hu, W., Cao, Y., Loka, D.A., Harris-Shultz, K.R., Reiter, R.J., Ali, S., Liu, Y., & Zhou, Z. (2020). Exogenous melatonin improves cotton (*Gossypium hirsutum* L.) pollen fertility under drought by regulating carbohydrate metabolism in male tissues. *Plant Physiology and Biochemistry*, 151, 579-588. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.04.001>
- Hu, W., Gao, M., Du, K., Liu, Y., Xu, B., Wang, Y., Zhou, Z., & Zhao, W. (2023). Combined effect of elevated temperature and drought stress on carbohydrate metabolism of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) subtending leaves. *Physiologia Plantarum*, 175 (1), e13866. <https://doi.org/10.1111/ppl.13866>
- Ibrahim, A.A., El-Waraky, E.A., & Gebaly, S.G. (2023). The physiological response of some cotton cultivars to water stress and growth inducers. *Egyptian Journal of Botany*, 63 (1), 141-157. <https://doi.org/10.21608/ejbo.2022.150436.2045>
- Ibrahim, I.A.E., Yehia, W.M.B., El-Banna, A.A., & Marwa, H.S.H. (2021) Relation of irrigation intervals to yield and its components of some Egyptian cotton varieties. *Journal of the Advances in Agricultural Researches*, 26 (3), 174-183. <https://doi.org/10.21608/JALEXU.2021.95088.1005>
- Iqbal, M., Nisar, N., Khan, R.S.A., & Hayat, K. (2005). Contribution of mepiquat chloride in drought tolerance in cotton seedlings. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4, 530-532.

- İsoçtu, Ç., & Başal, H. (2016). The comparison of yield and fiber quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) progeny rows under full and deficit irrigation. *Adnan Menderes University Faculty of Agriculture Journal of Agricultural Sciences*, 13 (2), 71-77. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.294074>
- Johnson, J.R., & Saunders, J.R. (2002). Evaluation of chlorophyll meter for nitrogen management in cotton. *Annual Report*, 162-163. <http://msucares.com/nmrec/reports/2002>
- Khalvandi, M., Siosemardeh, A., Roohi, E., & Keramati, S. (2021). Salicylic acid alleviated the effect of drought stress on photosynthetic characteristics and leaf protein pattern in winter wheat. *Heliyon*, 7 (1), e05908. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05908>
- Kılınçoğlu, N., Cevheri, C.İ., Cevheri, C., & Nahya, H.Y. (2021). Effects of exogenous glycine betaine application on some physiological and biochemical properties of cotton (*G. hirsutum* L.) plants grown in different drought levels. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5 (4), 689-700. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2021.4.30>
- Lai, Z., Zhang, K., Liao, Z., Kou, H., Pei, S., Dou, Z., Bai, Z., & Fan, J. (2023). Stem hydraulic conductance, leaf photosynthesis, and carbon metabolism responses of cotton to short-term drought and rewatering. *Agronomy*, 14 (1), 71. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010071>
- Lascano, R.J., Hicks, S.K., & Baumhardt, R. (1999). *Cotton lint yield and fiber quality as a function of irrigation level and termination dates in the Texas High Plains*. In: D.A. Richter, ed. Proc. Beltwide Cotton Conference, Orlando, FL, 3-7 January, pp. 1996-1998. National Cotton Council of America, Memphis, TN.
- Li, Y., Hu, W., Zou, J., He, J., Zhu, H., Zhao, W., Wang, Y., Chen, B., Meng, Y., Wang, S., & Zhou, Z. (2023). Effects of soil drought on cottonseed kernel carbohydrate metabolism and kernel biomass accumulation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 195, 170-181. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.12.020>
- Loutfy, N., El-Tayeb, M.A., Hassanen, A.M., Moustafa, M.F., Sakuma, Y., & Inouhe, M. (2012). Changes in the water status and osmotic solute contents in response to drought and salicylic acid treatments in four different cultivars of wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Plant Research*, 125, 173-184. <https://doi.org/10.1007/s10265-011-0419-9>
- Loutfy, N., Hassanein, A.M., Inouhe, M., & Salem, J.M. (2022). Biological aspects and proline metabolism genes influenced by polyethylene glycol and salicylic acid in two wheat cultivars. *Egyptian Journal of Botany*, 62 (3), 671-685. <https://doi.org/10.21608/EJBO.2022.124280.1921>
- Mahdi, A.H.A., Taha, R.S., & Emam, S.M. (2020). Foliar applied salicylic acid improves water deficit-tolerance in Egyptian cotton. *Journal of Plant Production*, 11 (5), 383-389. <https://doi.org/10.21608/jpp.2020.102747>
- Mansour, E., El-Sobky, E.S.E., Abdul-Hamid, M.I., Abdallah, E., Zedan, A.M., Serag, A.M., Silvar, C., El-Hendawy, S., & Desoky, E.S.M. (2023). Enhancing drought tolerance and water productivity of diverse maize hybrids (*Zea mays*) using exogenously applied biostimulants under varying irrigation levels. *Agronomy*, 13 (5), 1320. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051320>
- Mendiburu F., & Mendiburu, M.F. (2019). *Package 'agricolae'. R Package, Version, 1, 3*. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/agricolae.pdf>
- Moharekar, S.T., Lokhande, S.D., Hara, T., Tanaka, R., Tanaka, A., & Chavan, P.D. (2003). Effect of salicylic acid on chlorophyll and carotenoid contents of wheat and moong seedlings. *Photosynthetica*, 41, 315-317.
- Nasir, M.W., Yasmeen, A., Imran, M., & Zoltan, T. (2019). Seed priming to alleviate drought stress in cotton. *Journal of Environmental & Agricultural Science*, 21, 14-22.
- Niakan, M., Habibi, A., & Ghorbanli, M. (2012). Study of pix regulator effect on physiological responses in cotton plant. *Annals of Biological Research*, 3 (11), 5229-5235.
- Noreen, S., Athar, H.U.R., & Ashraf, M. (2013). Interactive effects of watering regimes and exogenously applied osmoprotectants on earliness indices and leaf area index in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) crop. *Pakistan Journal of Botany*, 45 (6), 1873-1881.

- Noreen, S., Zafar, Z.U., Hussain, K., Athar, H.U.R., & Ashraf, M. (2015). Assessment of economic benefits of foliarly applied osmoprotectants in alleviating the adverse effects of water stress on growth and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 47 (6), 2223-2230.
- Pawar, K.R., Wagh, S.G., Sonune, P.P., Solunke, S.R., Solanke, S.B., Rathod, S.G., & Harke, S.N. (2020). Analysis of water stress in different varieties of maize (*Zea mays* L.) at the early seedling stage. *Biotechnology Journal International*, 24 (1), 15-24. <https://doi.org/10.9734/BJI/2020/v24i130094>
- Qi, Q., Wang, N., Ruan, S., Muhammad, N., Zhang, H., Shi, J., Dong, Q., Xu, Q., Song, M., Yan, G., & Zhang, X. (2023). Mepiquat chloride priming confers the ability of cotton seed to tolerate salt by promoting ABA-operated GABA signaling control of the ascorbate-glutathione cycle. *Journal of Cotton Research*, 6 (1), 24. <https://doi.org/10.1186/s42397-023-00162-x>
- Rady, M.M., Taha, R.S., & Mahdi, A.H. (2016). Proline enhances growth, productivity and anatomy of two varieties of *Lupinus termis* L. grown under salt stress. *South African Journal of Botany*, 102, 221-227. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.07.007>
- Rehman, A., & Farooq, M. (2019). *Morphology, physiology and ecology of cotton*. In Cotton Production (eds K. Jabran and B.S. Chauhan), p. 23-46. <https://doi.org/10.1002/9781119385523.ch2>
- Semida, W.M., Abdelkhalik, A., Rady, M.O., Marey, R.A., & Abd El-Mageed, T.A. (2020). Exogenously applied proline enhances growth and productivity of drought stressed onion by improving photosynthetic efficiency, water use efficiency and up-regulating osmoprotectants. *Scientia Horticulturae*, 272, 109580.
- Semida, W.M., Abd El-Mageed, T.A., Mohamed, S.E., & El-Sawah, N.A. (2017). Combined effect of deficit irrigation and foliar-applied salicylic acid on physiological responses, yield, and water-use efficiency of onion plants in saline calcareous soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63 (9), 1227-1239. <https://doi.org/10.1080/03650340.2016.1264579>
- Sezen, M.S., Yazar, A., Tekin, S., Eker, S., & Kapur, B. (2011). Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes. *African Journal of Biotechnology*, 10 (8), 1329-1339. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1689>
- Shafiq, S., Akram, N.A., Ashraf, M., García-Caparrós, P., Ali, O.M., & Latef, A.A.H.A. (2021). Influence of glycine betaine (natural and synthetic) on growth, metabolism and yield production of drought-stressed maize (*Zea mays* L.) plants. *Plants*, 10 (11), 2540. <https://doi.org/10.3390/plants10112540>
- Shahrbano, G., Maryam, N., Omran, A., & Reza, Z.M. (2022). Drought tolerance enhancement in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) by mepiquate chloride seed priming. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 59 (6), 923-934. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/22.1147>
- Silva, I.P.F., Junior, J.F.S., Araldi, R., Tanaka, A.A., Giroto, M., Bosque, G.G., & Lima, F.C.C. (2011). Phenological phases study of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Revista Científica Eletrônica da Agronomia*, 10 (20), 1-10.
- Steel, R.G.D., Torrie, H., & Dickey, D.A. (1997). *Principles and procedures of statistics – A biometrical approach*. 3rd ed. McGraw Hill, Inc. New York.
- Tanveer, M., Shahzad, B., Sharma, A., & Khan, E.A. (2019). 24-Epibrassinolide application in plants: An implication for improving drought stress tolerance in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 135, 295-303. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.12.013>
- Tian, X.L., Wang, G.W., Yang, F.Q., Yang, P.Z., Duan, L.S., & Li, Z.H. (2008). Differences in tolerance to low-potassium supply among different types of cultivars in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Acta Agronomica Sinica*, 34 (10), 1770-1780. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1006.2008.01770>
- Ullah, A., Sun, H., Yang, X., & Zhang, X. (2017). Drought coping strategies in cotton: Increased crop per drop. *Plant Biotechnology Journal*, 15 (3), 271-284. <https://doi.org/10.1111/pbi.12688>

- Wang, N., Wang, X., Shi, J., Liu, X., Xu, Q., Zhou, H., Song, M., & Yan, G. (2019). Mepiquat chloride-priming induced salt tolerance during seed germination of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) through regulating water transport and K^+/Na^+ homeostasis. *Environmental and Experimental Botany*, 159, 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.12.024>
- Wang, N., Wang, X., Zhang, H., Liu, X., Shi, J., Dong, Q., Xu, Q., Gui, H., Song, M., & Yan, G. (2021). Early ABA-stimulated maintenance of Cl-homeostasis by mepiquat chloride priming confers salt tolerance in cotton seeds. *The Crop Journal*, 9 (2), 387-399. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.08.004>
- Wang, R., Gao, M., Ji, S., Wang, S., Meng, Y., & Zhou, Z. (2016). Carbon allocation, osmotic adjustment, antioxidant capacity and growth in cotton under long-term soil drought during flowering and boll-forming period. *Plant Physiology and Biochemistry*, 107, 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.05.035>
- Xiao, X., Yang, F., Zhang, S., Korpelainen, H., & Li, C. (2009). Physiological and proteomic responses of two contrasting *Populus cathayana* populations to drought stress. *Physiologia Plantarum*, 136 (2), 150-168. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2009.01222.x>
- Xie, T.T., Su, P.X., An, L.Z., Shan, L.S., Zhou, Z.J., & Chai, Z.P. (2016). Physiological characteristics of high yield under cluster planting: photosynthesis and canopy microclimate of cotton. *Plant Production Science*, 19 (1), 165-172. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2015.1128088>
- Yehia, W.M.B. (2020). Evaluation of some Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) genotypes to water stress by using drought tolerance indice. *Elixir Agriculture*, 143, 54133-54141.
- Yehia, W.M.B., & El-Menshawie, M.E. (2008). Studied of tolerance of some Egyptian cotton cultivars for drought (water stress). *Journal of Plant Production*, 33 (10), 7041-7051. <https://doi.org/10.21608/jpp.2008.171220>
- Zafar, S., Afzal, H., Ijaz, A., Mahmood, A., Ayub, A., Nayab, A., Hussain, S., Maqsood, U.H., Sabir, M.A., Zulfiqar, U., & Zulfiqar, F. (2023). Cotton and drought stress: An updated overview for improving stress tolerance. *South African Journal of Botany*, 161, 258-268. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.08.029>
- Zahoor, R., Zhao, W., Abid, M., Dong, H., & Zhou, Z. (2017). Potassium application regulates nitrogen metabolism and osmotic adjustment in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) functional leaf under drought stress. *Journal of Plant Physiology*, 215, 30-38. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.05.001>
- Zhang, R., Wang, N., Li, S., Wang, Y., Xiao, S., Zhang, Y., Egrinya Eneji, A., Zhang, M., Wang, B., Duan, L., & Li, Z. (2021). Gibberellin biosynthesis inhibitor mepiquat chloride enhances root K^+ uptake in cotton by modulating plasma membrane H^+ -ATPase. *Journal of Experimental Botany*, 72 (18), 6659-6671. <https://doi.org/10.1093/jxb/erab302>
- Zhang, H., Sun, X., & Dai, M. (2022). Improving crop drought resistance with plant growth regulators and rhizobacteria: Mechanisms, applications, and perspectives. *Plant Communications*, 3 (1), 100228. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2021.100228c>
- Zhang, L.X., Lai, J.H., Liang, Z.S., & Ashraf, M. (2014). Interactive effects of sudden and gradual drought stress and foliar-applied glycinebetaine on growth, water relations, osmolyte accumulation and antioxidant defence system in two maize cultivars differing in drought tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200 (6), 425-433. <https://doi.org/10.1111/jac.12081>
- Zhao, W., Dong, H., Zahoor, R., Zhou, Z., Snider, J.L., Chen, Y., Siddique, K.H., & Wang, Y. (2019). Ameliorative effects of potassium on drought-induced decreases in fiber length of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) are associated with osmolyte dynamics during fiber development. *The Crop Journal*, 7 (5), 619-634. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.03.008>
- Zheng, Q.S., & Liu, Y.L. (2001). Effects of soaking seeds in DPC increasing the salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings and its mechanism. *Cotton Science*, 13 (5), 278-282.

Zhu, L., Li, A., Sun, H., Li, P., Liu, X., Guo, C., Zhang, Y., Zhang, K., Bai, Z., Dong, H., & Liu, L. (2023). The effect of exogenous melatonin on root growth and lifespan and seed cotton yield under drought stress. *Industrial Crops and Products*, 204, 117344. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117344>

Salisilik asit ve silisyumun normal sulama ve su stresi koşullarında erken dönem pamuk gelişimine etkisi

Effect of salicylic acid and silicon on early stage cotton development under normal irrigation and water stress conditions

Rukiye KILIÇ¹, Çetin KARADEMİR¹, Emine KARADEMİR¹

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 29.01.2024 Accepted / Kabul: 14.05.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Pamuk Salisilik asit Silisyum Su stresi Bitki gelişimi</p> <p>Keywords: Cotton Salicylic acid Silicon Water stress Plant development</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Emine KARADEMİR eminekarademir@siirt.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> </p>	<p>Bu araştırma pamukta normal sulama ve %50 su stresi koşullarında salisilik asit ve silisyum uygulamasının bitki gelişimine ve bazı fizyolojik parametrelere etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemede sulama, çeşit ve uygulama olmak üzere üç faktör ele alınmıştır. Materyal olarak üç pamuk çeşidi kullanılmış (Stoneville 468, DP 499 ve SJ-U 86), sulamanın iki seviyesi (Normal sulama ve % 50 su stresi), salisilik asit ile silisyum ise (Kontrol, SA, Sİ ve SA+Sİ) 4 uygulama olarak ele alınmıştır. Araştırmada gövde uzunluğu, gövde ağırlığı, boğum sayısı ve yaprak alanı normal sulama koşullarında, klorofil içeriği ve kök/gövde oranı ise su stresi koşullarında daha yüksek değer vermiştir. Çeşitler arasında kök uzunluğu, kök ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde ağırlığı, boğum sayısı ve kanopi sıcaklığı bakımından önemli farklılıklar elde edilmiştir. Salisilik asit ve silisyum uygulamalarının kök uzunluğu ve gövde ağırlığı ile kök/gövde oranı üzerine önemli etkilerinin bulunduğu belirlenmiş, bu özellikler bakımından en yüksek değerler salisilik asit ve silisyumun birlikte uygulanması ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda su stresinin bitkide birçok büyüme göstergesini olumsuz etkilediği ve çeşitler arasında en iyi değerlerin SJ-U 86 çeşidinden elde edildiği tespit edilmiştir. Salisilik asit ve silisyumun birlikte uygulanması ile daha ümit var sonuçların elde edildiği, su stresi koşullarında SJ-U 86 çeşidinin tercih edilebileceği, ancak su stresinden kaçınılması gerektiği önerilmektedir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This research was carried out to determine the effect of salicylic acid and silicon application on plant development and some physiological parameters in cotton under normal irrigation and 50% water stress conditions. Three factors were considered in the experiment: irrigation, variety and application. Three cotton varieties (Stoneville 468, DP 499 and SJ-U 86) were used as material, two levels of irrigation (Normal irrigation and 50% water stress), and four salicylic acid and silicon applications (Control, SA, SI and SA+SI) were performed. In the study, stem length, stem weight, number of nodes and leaf area showed higher values under normal irrigation, while chlorophyll content and root/shoot ratio showed higher values under water stress conditions. Significant differences were obtained among the varieties in terms of root length, root weight, stem length, stem weight, number of nodes and canopy temperature. It was determined that salicylic acid and silicon applications had significant effects on root length, stem weight and root/shoot ratio and the highest values in terms of these properties were obtained by applying salicylic acid and silicon together. As a result of the study, many growth indicators in the plant were negatively affected by water stress and the best values among the varieties were obtained from the SJ-U 86 variety. In the study, it is seen that more promising results are obtained by applying salicylic acid and silicon together, and it is suggested that the SJ-U 86 variety can be preferred under water stress conditions, but water stress should be avoided.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Kılıç, R., Karademir, Ç., & Karademir, E. (2024). Salisilik asit ve silisyumun normal sulama ve su stresi koşullarında erken dönem pamuk gelişimine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 534-551. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1428057</p>

GİRİŞ

Bitkiler büyüme, gelişme ve üretim süreçlerinde birçok abiyotik stres faktörlerine maruz kalmakta ve karşılaştıkları çevresel stres nedeniyle optimum düzeyde verim ve kaliteye ulaşamamaktadırlar. Salisilik asit ve silisyumun bitkilerde stresin etkisini hafifletebildiği ve bitkileri daha dayanıklı hale getirdiği bilinmektedir.

Salisilik asit bitkilerin stres koşullarına karşı toleransını arttıran, bitki tarafından hem doğal olarak sentezlenebilen, hem de dışarıdan bitkilere uygulanabilen bir asittir. Salisilik asit, bitki bağışıklığının farklı yönlerinde kritik rollere sahip, önemli bir bitki savunma hormonu olarak ortaya çıkmıştır (Zhang & Li, 2019; Sharma ve ark., 2022a). Salisilik asit bitki tarafından sentezlendiği veya dışarıdan uygulandığı zaman floem yoluyla bitkinin farklı organlarına ulaşarak bitki bünyesinde ilerler (Kleier, 1988; Rocher ve ark., 2006; Culpan & Arslan, 2018). Salisilik asit hem biyotik hem de abiyotik faktörlere karşı bitki toleransında merkezi bir role sahiptir; metal toksisitesi, kuraklık, yüksek tuzluluk, soğutma ve ısı gibi abiyotik stres faktörlerinin hafifletilmesinde rol oynar. Bitkiler aleminde her yerde bulunduğu tespit edilmiş, büyüme ve çiçeklenme ile çeşitli abiyotik ve biyotik streslere karşı rolü çeşitli çalışmalarla vurgulanmıştır (Raskin ve ark., 1990; Sharma ve ark. 2022b). Salisilik asit, stres koşullarında bitkilerde büyüme, gelişme ve savunma tepkilerinde kilit rol oynayan bir sinyal molekülü olarak kabul edilir (Dong ve ark., 2015).

Salisilik asidin stomaların kapanması için gerekli olan koruyucu hücrelerin işleyişinde ve fotosentezde hayati bir rolü bulunmaktadır (Melotto ve ark. 2006; Vlot ve ark., 2009; Sharma ve ark., 2022b). Abiyotik stres koşullarına maruz kalan bitkilerde, antioksidan aktivitenin artırılması, reaktif oksijen türleri (ROS) seviyelerinin düşürülmesi ve bodur büyümenin eski haline getirilmesi dahil olmak üzere birçok olumlu etkisi tespit edilmiştir. Böylece salisilik asidin bitkiler üzerindeki çoklu biyotik ve abiyotik stres etkilerinin hafifletilmesine yardımcı olduğu belirtilmiştir (El-Sherif, 2022). Salisilik asit ilk olarak söğüt kabuğundan izole edilmiş olup, bitkilerde endojen olarak sentezlenen yedi karbon içeren fenolik bir bileşiktir. Salisilik asidin etkisi, bitki türüne, çevresel koşullara, uygulanan yöntem ve salisilik asit uygulamasının dozuna bağlıdır. Yetersiz çevresel koşullar, bu koşullara karşı koruma sağlayan endojen salisilik asit seviyelerini artırabilir. Dahası, dışarıdan uygulanan salisilik asit, farklı streslerin olumsuz etkilerini hafifletir ve bitkilerin fotosentetik verimliliğini ve değişen çevre koşullarına uyumlarını geliştirir (Janda ve ark., 2014; Amer ve ark., 2022).

Silisyum (Si) gibi abiyotik stres uyarıcıları büyümeyi, verimi ve bitki üretiminin kalitesini arttırmak için kullanılabilir, çünkü Si enzimlerin etkisinin yanı sıra osmoregülatör olarak ve kloroplast pigment sentezi dahil olmak üzere bitkinin fizyolojisi üzerinde etki eder ve reaktif oksijen türlerini (ROS) ortadan kaldırmak için antioksidan savunma mekanizmasını aktive eder (Ferraz ve ark., 2021; Shahzad ve ark., 2022). Silisyum dünya yüzeyinde oksijenden sonra en çok bulunan ikinci element olmasına rağmen, bitki biyolojisindeki rolü henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Silisyum toprakta silika ve silikatlar halinde bulunur. Toprakta bulunan silisyumun büyük bir kısmı bitkilerin alamadığı silikon dioksit (SiO₂) formundadır. Bol miktarda bulunabilmesinin yanı sıra, silisyumun toprakta bitkiler tarafından bulunabilen formu çoğunlukla sınırlayıcı bir faktördür. Bu nedenle bitkilerde silisyum alımını ve silisyumdan üretilen faydaları geliştirmek için, dokularda silisyum alımının ve taşınmasının moleküler temelini anlaşılmaması büyük değere sahiptir (Zargar ve ark., 2019).

Magnezyum, kalsiyum ve alüminyum gibi bazı mineraller silisyumla birleşerek doğada silikatlar oluştururlar. Bitki kökleri aktif süreç yoluyla silisik asit formundaki silisyumu alır (Shahzad ve ark., 2022). Ancak türe ve kök alım mekanizmasına bağlı olarak birikim kuru ağırlığın %0.1-10'u arasında değişebilir. Silisyum ayrıca kök tüylerinden önce yan köklerde emilir ve daha sonra terleme yoluyla sürgünlere taşınır. Taşınan silisyum sürgünlerde amorf silika formunda biriktirilir. Bitkilerdeki silisyum fazlalığı ciddi hasara neden olmaz ve muhtemelen birden fazla fayda sağlayabilir (Ma & Yamaji, 2006). Silisyum, özellikle stres koşulları altında bitki büyümesine çeşitli faydalar sağlamadaki çok yönlü rolü nedeniyle çok yetenekli bir mikro besin maddesi olarak kabul edilir (Zargar ve ark., 2012). Silisyum, bitkilerin tuz ve kuraklık stresine, çeşitli patojenlere, hastalık ve zararlılara, farklı ağır metallerle karşı toleransını artırma potansiyeline sahiptir ve aynı zamanda ürünün üretimini ve kalitesini de iyileştirir. Kuraklık stresi

ürünün büyümesini ve verimini de azaltır ve küresel ısınma nedeniyle etkisi giderek artmaktadır. Silisyum nanopartikülleri su tutma kapasitesini artırarak kuraklık stresini hafifletmede de etkilidir. Bitkilerde hücre duvarını güçlendirerek onların savunma mekanizmasını arttırmaktadır (Laing & Adandonon, 2008). Yapılan araştırmalarda silisyum kullanımı ile zararlıların azaldığı yönünde önemli bulgular elde edilmiştir (Ma, 2004; Samal ve ark., 2023) Silisyum uygulaması yoluyla artan kuraklık toleransı, bitkilerde stoma iletkenliğini ve fotosentez mekanizmasını daha fazla düzenleyebilmektedir (Koentrojo ve ark., 2020). Silisyum emilimi, farklı biyotik ve abiyotik stresler altındaki farklı genetik davranışlar nedeniyle türler veya bireyler arasında farklılık gösterebilir. Tuz stresi altındaki tarla bitkilerinde silisyum uygulaması üzerine pek çok çalışma yapılmıştır (Kazemi ve ark., 2012).

Barros ve ark. (2019), pamuk bitkisine salisilik asit (210 mg/L) ve silisyum (3.6 g/L) uyguladıklarını, uygulamayı ayrı ayrı ve birlikte yeşil aksama uyguladıklarını, salisilik asit ve silisyum uygulamasının su kullanım etkinliğini arttırarak fotosentez ve stoma iletkenliği gibi fizyolojik parametreleri desteklediğini, pamuk verimindeki artışa yol açan koza sayısı, koza ağırlığı ve bitki boyunda artış sağladığını, verimde kontrol uygulamasına kıyasla önemli düzeyde artış sağladığını, ancak salisilik asidin tek başına kullanılmasıyla önemli bir verim artışı sağlamadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışma pamukta su stresi ve normal sulama koşullarında salisilik asit ve silisyumun tek başına ve birlikte uygulanmasıyla 3 farklı pamuk çeşidinde erken dönem bitki gelişimine ve fizyolojik parametrelere etkisini belirlemek ve elde edilen sonuçlara göre abiyotik stres koşullarında yürütülecek başka araştırmalarda bu bulgulardan yararlanabilmek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait laboratuvarında tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede sulama, çeşit ve uygulama olmak üzere üç faktör ele alınmıştır. Çalışmada üç pamuk çeşidi materyal olarak kullanılmış (Stoneville 468, DP 499 ve SJ-U 86), sulamanın iki seviyesi ele alınmış (Normal sulama ve % 50 su stresi), salisilik asit ile silisyum ise (Kontrol, SA, Si ve SA+Si) olmak üzere 4 uygulama olarak incelenmiştir.

Çalışmada her bitkiye bitkiler 3 yapraklı ve 5 yapraklı dönemde iken (Kontrol, SA, Si ve SA + Si) yapraklardan uygulanmıştır. Silisyum uygulaması %26 SiO₂ ve %13 K₂O içerikli potasyum silikat, önerilen dozda (2ml/L), salisilik asit (SA) ise 0.5 mM oranında hazırlanmıştır. SA+Si ise SA (0.25 mM) + Si (1 ml/L) oranlarında uygulanmış, kontrol uygulamasında ise sadece saf su kullanılmıştır.

Pamuk çeşitlerine ait tohumların ekim işlemi 9 cm çapında ve 21 cm yükseklikteki saksılara, 2:1 oranında torf-perlit karışımından oluşan harca su tutma kapasitesi belirlendikten sonra yapılmıştır. Su tutma kapasitesini belirlemek için torf ve perlit karışımı ile doldurulmuş saksılar uzun süre su altında tutulmuş ve ardından 1 gün üstü kapatılarak bekletilmiştir. Bekletilerek drenaj sağlandıktan (24 saat) sonra yaş ağırlığı tartılıp 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulup 24 saat bekletildikten sonra, kuru ağırlığı tartılmış ve tutulan toplam su miktarı hesaplanmıştır. Aradaki fark su tutma kapasitesi olarak belirlenmiştir (Verdonck ve Gabriels, 1992). Her bir saksıya 3 tohum olacak şekilde ekim yapılmıştır. Tohumlar çimlendikten sonra bitki sayısı bire indirilerek stres uygulamasına başlanmıştır. Saksılar, 16/8 saat fotoperiyotta ve 25/20 °C (gündüz/gece) sıcaklık koşullarındaki ve % 40±2 nem koşullarında iklim kabininde yetiştirilmiştir. Su tutma kapasitesi %100 (normal sulama) ve %50 (su stresi) olacak şekilde sulama yapılmıştır. Sulamalar haftada bir olacak şekilde saksı ağırlığına göre 5 kez yapılmıştır. Uygulamalar 2 kez yapraklara sprey şeklinde yapılmıştır. İlk uygulama bitkiler 3 yapraklı dönemde iken uygulanmış, ikinci uygulama ise bitkiler 5 yapraklı dönemde iken uygulama yapılmıştır. Çalışmada bitkiler 2 aylık bir gelişme periyodundan sonra bitki gelişimleri incelenmiştir. İncelenen özelliklere ait detaylı bilgiler aşağıda verilmiştir.

İncelenen özellikler

Kök uzunluğu, bitki topraktan çıkarıldıktan sonra kök bölgesinin toprak yüzeyine gelen noktaya kadar olan kısmı kesilmiş ve kök bölgesi bu noktadan en alt kök uzantısına kadar cm cinsinden ölçülmüştür.

Kök ağırlığı, bitkinin toprak altında kalan kısmı kök bölgesi olarak değerlendirilmiş ve hassas terazide tartılıp g/bitki cinsinden hesaplanmıştır.

Gövde uzunluğu, toprak seviyesinden bitkilerin en üst seviyesindeki yaprak uzantısına kadar olan mesafe gövde uzunluğu olarak cm cinsinden ölçülmüştür.

Gövde ağırlığı, bitkinin toprak üstünde kalan kısmı gövde bölgesi olarak değerlendirilmiş ve hassas terazide tartılıp g/bitki cinsinden hesaplanmıştır.

Kök/Gövde oranı, kök uzunluğunun gövde uzunluğuna oranlanması ile elde edilmiştir.

Boğum Sayısı, ana gövde üzerinde oluşan boğumlar adet olarak sayılmış ve ortalaması alınmıştır.

Yaprak alanı, bitkinin tüm yaprakları tarayıcıda tarandıktan sonra Image j programıyla cm²/bitki cinsinden hesaplanmıştır.

Kanopi sıcaklığı, bitki sıcaklığı veya kanopi sıcaklığı Infrared termometre (IR 2956 IR Model) yardımı ile belirlenmiştir. Alet bitkinin 30 cm üzerinden ve 30°C açı ile tutularak veriler alınmıştır.

Klorofil içeriği, Minolta SPAD-502 aleti yardımı ile belirlenmiştir. Ölçümlerde bitkinin en üst kısmında bulunan yeni açmış ve tam gelişmiş 3. yaprağında klorofil içeriği belirlenmiştir.

Deneme sonucunda elde edilen veriler tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistik analizler JMP pro 14 paket programı yardımı ile yapılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında ise LSD_(0.05) testi kullanılmıştır.



Şekil 1. Pamukta yaprakтан uygulama ve fide gelişimi
Figure 1. Foliar application and seedling development in cotton



Şekil 2. Kanopi sıcaklık ölçümü, kökleri yıkanmış fide ve yaprak alanı ölçümü

Figure 2. Canopy temperature measurement, root washed seedling and leaf area measurement

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada incelenen özelliklere ait elde edilen ortalama değerler ve oluşan gruplamalar Çizelge 1’de verilmiştir.

Kök uzunluğu (cm)

Çizelge 1’den kök uzunluğu değerlerinin 27.77 ile 31.00 cm arasında değiştiği görülmektedir. Su stresi ve normal sulamanın kök uzunluğuna etkisinin önemli olmadığı görülürken, çeşit ve uygulamaların kök uzunluğuna önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasında %1 önem düzeyinde istatistiki farklılıkların elde edildiği, en yüksek kök uzunluğu değerinin SJ-U 86 çeşidinden elde edildiği (30.87 cm) ve bu çeşidin a grubunda yer aldığı görülmektedir. DP 499 ve STV 468 çeşitlerinin aynı istatistiki grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Salisilik asit ve silisyum uygulamalarının kök uzunluğuna etkisinin %5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. En yüksek kök uzunluğu değeri SA+Sİ uygulamasından elde edilirken (31.00 cm), en düşük değer SA uygulamasından (27.77 cm) elde edilmiştir. Kök uzunluğu üzerine sulama x çeşit ve çeşit x uygulama interaksiyonunun önemli olduğu Çizelge 1 de görülmektedir. Sulama x çeşit interaksiyonu incelendiğinde en yüksek kök uzunluğu değerinin su stresi koşullarında SJ-U 86 çeşidinden elde edildiği, en düşük değer ise normal sulama koşullarında Stoneville 468 çeşidinden elde edildiği Şekil 3’te görülmektedir. Çeşit x uygulama interaksiyonu dikkate alındığında en yüksek kök uzunluğu değerinin 32.33 cm ile SJ-U 86 çeşidinin kontrol uygulamasından elde edildiği, en düşük değer ise 25.00 cm ile Stoneville 468 çeşidinde SA uygulamasından elde edildiği Şekil 4’te görülmektedir.

Çizelge 1. Çalışmada incelenen özelliklere ait elde edilen değerler ve oluşan gruplamalar

Table 1. Obtained values and groupings of the traits examined in the study

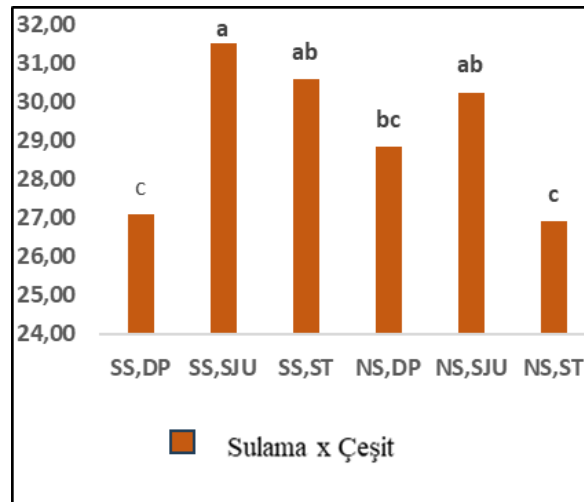
	Kök Uzunluğu	Kök Ağırlığı	Gövde Uzunluğu	Gövde Ağırlığı	Kök/Gövde Oranı	Boğum Sayısı	Yaprak Alanı	Kanopi Sıcaklığı	SPAD Değeri
Sulama									
Su stresi (%50)	29.72	1.95	16.34b	7.67b	1.84 a	4.33b	233.81b	21.59	46.50 a
Normal sulama (%100)	28.66	2.17	18.35a	9.74a	1.57 b	5.02a	298.80a	21.48	42.81 b
Çeşit									
DP 499	27.95b	2.14a	16.58b	7.61 b	1.72	5.00a	250.69	21.76a	44.14
SJ-U 86	30.87a	2.26a	18.92a	9.53 a	1.65	4.37b	273.00	21.43b	45.70
ST 468	28.75b	1.77b	16.53b	8.99 a	1.76	4.66ab	275.21	21.41b	44.12

Çizelge 1 (devamı). Çalışmada incelenen özelliklere ait elde edilen değerler ve oluşan gruplamalar

Table 1 (continued). Obtained values and groupings of the traits examined in the study

Uygulama									
Kontrol	29.50ab	2.07	17.40	8.97a	1.70 ab	4.72	261.35	21.49	45.10
SA	27.77b	2.08	17.76	7.79b	1.59 b	4.50	264.49	21.64	45.23
Si	28.50b	2.08	16.97	9.02a	1.70 ab	4.83	264.97	21.49	44.69
SA+Si	31.00a	2.01	17.25	9.06a	1.84 a	4.66	274.40	21.52	43.59
Genel Ortalama	29.19	2.06	17.34	8.71	1.70	4.68	266.30	21.54	44.65
CV (%)	10.65	23.30	8.65	16.53	14.70	12.82	14.67	1.57	7.99
LSD _{0.05} S.	Ö.D.	Ö.D.	0.70**	0.68**	0.12**	0.28**	18.51**	Ö.D.	1.69**
LSD _{0.05} Ç.	1.80**	0.26**	0.86**	0.82**	Ö.D.	0.34**	Ö.D.	0.18**	Ö.D.
LSD _{0.05} U.	2.07*	Ö.D.	Ö.D.	0.96*	0.16*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD _{0.05} S. x Ç.	2.55*	Ö.D.	1.22*	Ö.D.	Ö.D.	0.48*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD _{0.05} Ç. x U.	3.61*	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD _{0.05} S. x U.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
LSD _{0.05} S. x Ç. x U.	Ö.D.	Ö.D.	2.47**	2.37*	Ö.D.	Ö.D.	64.13*	Ö.D.	Ö.D.

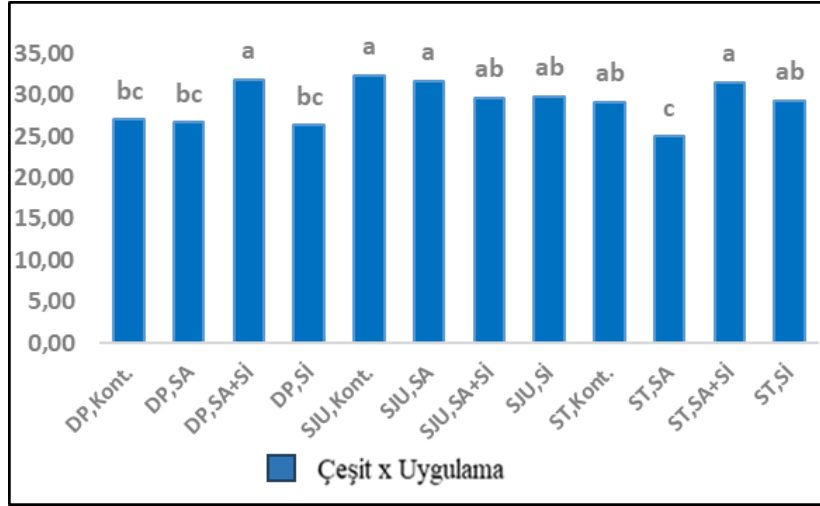
LSD; * ise %5'e göre önemli, ** ise %1'e göre önemli, CV: Varyasyon Katsayısı, S: Sulama, Ç: Çeşit, U: Uygulama



*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 3. Kök uzunluğunda sulama x çeşit interaksyonu

Figure 3. Irrigation x variety interaction in root length



*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 4. Kök uzunluğunda çeşit x uygulama interaksiyonu

Figure 4. Variety x treatment interaction in root length

İnteraksiyonların önemli olması çeşitlerin sulamalara ve uygulamalara tepkilerinin değişebileceğini göstermektedir. Çalışmada su stresi ile normal sulama arasında kök uzunluğu bakımından önemli bir farklılık elde edilememiştir. Luo ve ark. (2016), hafif ve başlangıç aşamasındaki kuraklık stresinin pamukta kök uzunluğunu arttırdığını, ancak uzun süreli su eksikliğinin kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında kök aktivitesini azalttığını bildirmiştir. Veesar ve ark. (2020); Arif ve ark. (2023) kuraklık stresinin kök uzunluğunu azalttığını belirtmişlerdir. Mahmood ve ark. (2022), kök uzunluğu, kök hacmi ve kök sayısını içeren özelliklerin, toleranslı genotiplerde önemli ölçüde daha yüksek diferansiyel tepkilere sahip en iyi göstergeler olduğunu, bu kök büyüme özelliklerinin, fotosentat ve prolin birikimiyle birleştiğinde, aynı zamanda kuraklık stresine karşı direncin de temel göstergeleri olduğunu bildirmişlerdir. Kök uzunluğunun su stresi koşullarında bitkinin daha derin katmanlardan suyu almasına yardımcı olabildiği de belirtilmektedir (Ludlow & Muchow, 1990). Pamuk bitkilerinde kuraklık stresi ve ilgili sinyalleme ve düzenleyici yollar tarafından indüklenen proteomik, transkriptomik ve diğer omikler tarafından çeşitli genler tanımlanmış ve karakterize edilmiştir. Pamuk bitkisinde özelliklerin anlaşılması, kök mimarisi, stoma iletkenliği, fotosentez ve kuraklık stresindeki ozmotik düzenlemenin ve pamuğun kuraklığa tolerans kabiliyetinin artırılmasının önemli olduğu bildirilmektedir (Ullah ve ark., 2017).

Silisyum ile ilgili yapılan çalışmalar silisyumun birçok üründe kök uzunluğunu arttırdığını, kök uzaması ve ikincil kök özelliklerinin geliştirilmesinin, stres koşulları altında bitkinin gelişimine katkıda bulunacağı bildirilmiştir (Tripathi ve ark., 2021). Salisilik asidin düşük konsantrasyonu kök büyümesini destekleyebilirken, yüksek SA konsantrasyonu kök büyümesini engelleyebilmektedir (Cao ve ark., 2022). Salisilik asidin 0.5 mM dozunun kök uzunluğunu artırdığı, 0.5 ile 3.0 mM dozunun ise kök uzunluğunu azalttığı yönünde araştırma sonuçları bulunmaktadır (Bagautdinova ve ark., 2022). Yürütülen bu çalışmada en yüksek kök uzunluğunun salisilik asit ve silisyumun birlikte uygulanması (SA+ Sİ) ile elde edildiği görülmektedir, bu durum kök uzunluğunu arttırmak için salisilik asit ve silisyumun birlikte kullanılabileceğini göstermektedir.

Kök ağırlığı (g)

Kök ağırlığı değerlerinin 1.77 ile 2.26 g arasında değiştiği Çizelge 1'de görülmektedir. Bu özellik bakımından çeşitler arasındaki farklılığın %1 düzeyinde önemli olduğu, sulama ve uygulamanın ise önemli olmadığı belirlenmiştir. Çeşitler arasında en yüksek kök ağırlığı değeri SJ-U 86 çeşidinden elde edilmiş (2.26 g) ve bu çeşidi DP 499 çeşidi (2.14 g) takip ederek aynı istatistikî grupta yer almışlardır. En düşük kök ağırlığı değeri ise Stoneville 468 çeşidinden

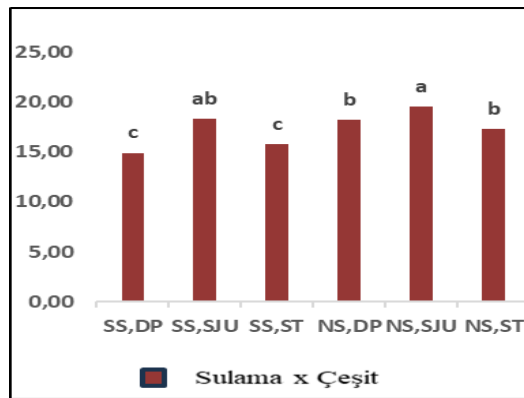
(1.77 g) elde edilmiştir. Kök ağırlığı bakımından sulama x çeşit, çeşit x uygulama, sulama x uygulama ve sulama x çeşit x uygulama interaksiyonlarının önemli olmadığı belirlenmiştir.

Bitkilerin kuraklığa tepkisinin belirlenmesinde kök özelliklerinin önemli olduğu bilinmektedir, su eksikliği yalnızca sürgünlerin büyüme hızını, bitki boyunu ve verimi azaltmakla kalmaz, aynı zamanda kök büyümesini de etkiler (Malik ve ark., 1979; Başal & Ünay, 2006). Taze kök ağırlığının su stresinden olumsuz yönde etkilendiği (Jaafar ve ark., 2021) tarafından da belirtilmiştir. Kuraklık stresi koşullarında kök büyümesinin sürgün büyümesine göre daha az hassas olduğu, kuraklık stresine maruz kalan pamuk fidelerinin kök uzunluğunda bir miktar artış olmakla birlikte kök çapında azalma görüldüğü bildirilmiştir (Pace ve ark., 1999). Çalışmada normal sulama su stresi ile kıyaslandığında daha yüksek kök ağırlığı elde edilmesine rağmen, iki uygulama arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir.

Silisyum ve salisilik asit uygulamalarının kök ağırlığı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar silisyumun bitkide kök kuru ağırlığını arttırdığı, besin ve su alınımını destekleyerek kök büyümesini ve gelişimini desteklediği, ağır metal stresi koşullarında köklerin hem taze hem de kuru ağırlığını arttırdığı yönündedir (Tripathi ve ark., 2021). Hussein ve ark. (2012), 200 ppm dozunda uygulanan salisilik asit uygulaması ile pamukta kök kuru ağırlığının arttığını bildiren bulguları ile araştırma sonuçlarının farklılık gösterdiği görülmektedir. Mısır bitkisinde yapılan çalışmalarda SA'in yaprağa püskürtülmesi ile bitkinin dört yapraklı döneminde kuraklık stresinin etkilerini değiştirmek için oldukça ekonomik ve etkili bir yol olabileceği belirtilmiştir (Latif ve ark., 2016).

Gövde uzunluğu (cm)

Gövde uzunluğu değerlerinin 16.34 ile 18.92 cm arasında değiştiği Çizelge 1'de görülmektedir. Sulama, çeşit, sulama x çeşit ve sulama x çeşit x uygulama interaksiyonunun gövde uzunluğunda önemli olduğu, uygulama, çeşit x uygulama ve sulama x uygulama interaksiyonunun ise önemli olmadığı aynı Çizelge'den izlenebilmektedir. Sulamanın gövde uzunluğuna önemli etkisinin olduğu belirlenmiş ve normal sulamada 18.35 cm, su stresinde ise 16.34 cm gövde uzunluğu değeri elde edilmiştir. Normal sulama a grubunda yer alırken, su stresi b grubunda yer alarak 2 farklı istatistiki grup oluşmuştur. Gövde uzunluğu bakımından çeşitler arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiş, SJ-U 86 çeşidi (18.92 cm) gövde uzunluğunda en yüksek değeri göstererek a grubunda yer almış, DP 499 ve Stoneville 468 çeşitleri benzer değerler göstererek b grubunu paylaşmışlardır. Salisilik asit ve silisyumun gövde uzunluğuna etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte sulama x çeşit ve sulama x çeşit x uygulama interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir. Sulama x çeşit interaksiyonu incelendiğinde normal sulama koşullarında SJ-U 86 çeşidinin en yüksek gövde uzunluğu değerini gösterdiği, en düşük değer ise su stresi koşullarında DP 499 çeşidinden elde edildiği Şekil 5'de görülmektedir.

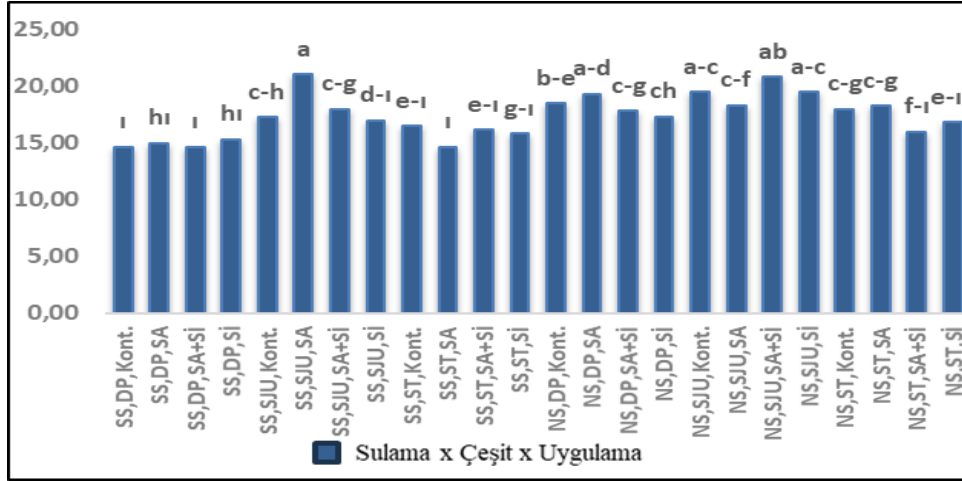


*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 5. Gövde uzunluğunda sulama x çeşit interaksiyonu

Figure 5. Irrigation x variety interaction in shoot length

Gövde uzunluğu bakımından sulama x çeşit x uygulama interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiş, en yüksek değer su stresi koşullarında SJ-U 86 çeşidinde ve SA uygulamasından elde edildiği (21.00 cm), en düşük değer ise (14.67 cm) ile su stresi koşullarında Stoneville 468 çeşidinde SA uygulaması, su stresi koşullarında DP 499 çeşidinde SA+Sİ uygulaması ve su stresi koşullarında DP 499 çeşidi ve kontrol uygulamalarından elde edildiği tespit edilmiştir (Şekil 6).



*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 6. Gövde uzunluğunda sulama x çeşit x uygulama interaksiyonu

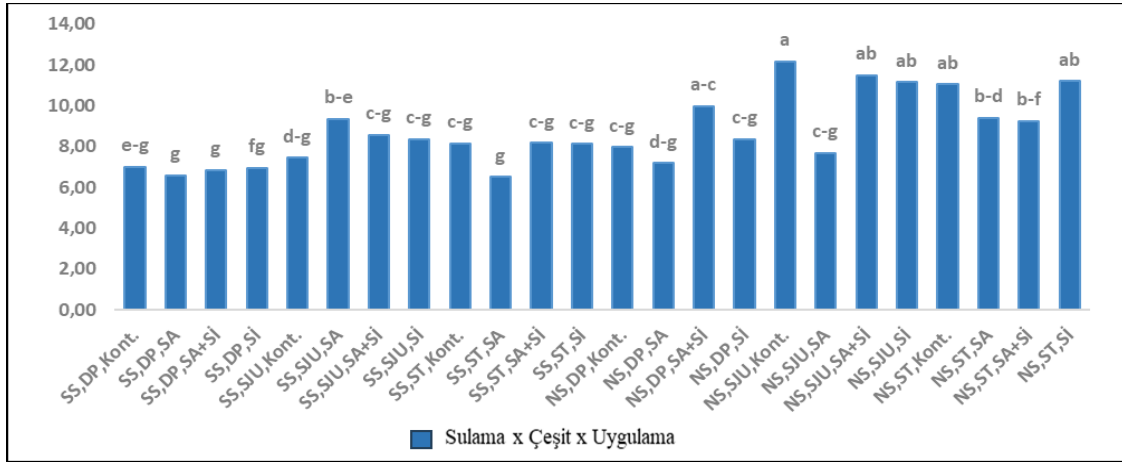
Figure 6. Irrigation x variety x treatment interaction in shoot length

Önceki çalışmalar gövde uzunluğu ve kök uzunluğunun abiyotik stres koşullarında özellikle kuraklık stresinden etkilendiğini, gövde uzunluğunu ve bitkinin çıkış gücünü etkileyen parametrenin kök gelişimi olduğunu göstermiştir (Başal & Ünay, 2006). Su stresinin pamukta bitki boyu/üst aksam oranını azalttığını belirten (Veesar ve ark., 2020; Loka ve ark., 2011; Mahmood ve ark., 2022; Arif ve ark., 2023) ile benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Santos ve ark. (2020) silisyumun yeşil aksama uygulandığında gövde uzunluğunda (bitki boyunda) önemli bir fark elde edilemediğini, ancak toprağa uygulandığında önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Salisilik asidin bitki boyuna önemli bir etkisinin olduğunu bildiren (Barros ve ark., 2019; Borzouyi ve ark., 2021; Heidari ve ark., 2022)'nin bulgularından farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir.

Gövde ağırlığı (g)

Çalışmada gövde ağırlığı değerlerinin 7.61 ile 9.74 g arasında değiştiği görülmektedir. Bu özellik bakımından sulama, çeşit, uygulama ile sulama x çeşit x uygulama interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir. Normal sulama koşullarında 9.74 g, su stresi uygulandığında ise 7.67 g gövde ağırlığı değeri elde edilmiş ve iki farklı istatistiki grup oluşmuştur. Su stresi gövde ağırlığında % 21.21 oranında bir azalışa yol açmıştır. Çeşitler arasındaki farklılığın da önemli olduğu görülmekte olup, en yüksek değer SJ-U 86 çeşidinden (9.53 g) elde edilmiş, bu çeşidi Stoneville 468 çeşidi (8.99 g) takip ederek aynı istatistiki grupta yer almışlardır. En düşük değer ise DP 499 çeşidinden (7.61 g) elde edilmiştir. Salisilik asit ve silisyum uygulamaları incelendiğinde SA+Sİ uygulamasından en yüksek gövde ağırlığı değerinin elde edildiği (9.06 g), en düşük değer ise SA uygulamasından elde edildiği (7.79 g) görülmektedir (Çizelge 1). Gövde ağırlığı bakımından sulama x çeşit x uygulama interaksiyonu önemli bulunmuştur. En yüksek değer normal sulama koşullarında SJ-U 86 çeşidinin kontrol uygulamasından elde edildiği (12.19 g), en düşük değer ise su stresi koşullarında Stoneville 468 çeşidinin SA uygulamasından elde edildiği (6.52 g) belirlenmiştir (Şekil 7). Gövde ağırlığının su stresinden olumsuz etkilendiği birçok çalışmada bildirilmiştir (Loka ve ark., 2011; Başal & Ünay, 2006; Wang ve ark., 2016; Jaafar ve ark., 2021; Arif ve ark., 2023).

Hussein ve ark. (2012), salisilik asidin gövde ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Kaydan ve ark. (2007) buğdayda yapılan çalışmalarda da salisilik asidin gövde ağırlığını arttırdığını rapor etmişlerdir. Silisyum ile ilgili yapılan araştırmalar silisyumun gövde ağırlığını arttırdığı yönündedir (Jam ve ark., 2023).



*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 7. Gövde ağırlığı özelliğinde sulama x çeşit x uygulama interaksiyonu

Figure 7. Irrigation x variety x treatment interaction in shoot weight

Kök gövde oranı

Denemede kök gövde oranının 1.57 ile 1.84 arasında değiştiği, sulamalar ve uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 1’de görülmektedir. Normal sulamada kök gövde oranı 1.57 iken, su stresinde 1.84 olduğu, en yüksek kök gövde oranının su stresi uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Su stresi koşullarında kökler daha derinlere inerken kök uzunluğu normal sulamaya göre daha yüksek değer göstermiş, bu da kök gövde oranının daha yüksek olmasına yol açmıştır. Uygulamalar arasında da önemli farklılığın bulunduğu, en yüksek değer SA + Sİ uygulaması ile edildiği görülmektedir.

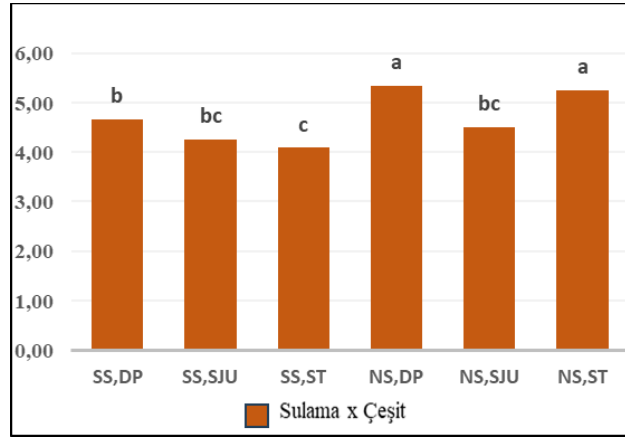
Wang ve ark. (2021) kök gövde oranı üzerine silisyumun önemli bir etkisinin olmadığını, ancak silisyumun kuraklık stresi koşullarında su alımını arttırdığını bildirmişlerdir. Zhou ve ark. (2018)’nin yaptığı çalışmada kuraklık stresi koşullarında kök-gövde oranının arttığı bildirilmiştir. Benzer bulgular Kou ve ark. (2022) tarafından da belirtilmiştir. Kuraklık stresi koşulları altında kök-gövde oranının arttığı birçok çalışmada rapor edilmiştir, bu durumun verimli su ve besin alımı için kaynağın köke tahsis edilmesine olanak tanıyan bir kuraklıktan kaçınma stratejisi olduğu belirtilmektedir. Ancak literatürlerde bu oranın azaldığı da rapor edilmiştir (Pace ve ark., 1999).

Boğum sayısı (adet/bitki)

Çizelge 1’den bitkide boğum sayısı değerlerinin 4.33 ile 5.02 adet/bitki arasında değiştiği görülmektedir. Bu özellik bakımından sulama, çeşit ve sulama x çeşit interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiştir. Normal sulama koşullarında 5.02 adet, su stresi koşullarında ise 4.33 adet boğum sayısı değeri elde edilmiştir. Su stresi koşullarında bitkide oluşan boğum sayısı % 13,75 oranında azalmıştır. Çeşitler arasında boğum sayısı bakımından önemli farklılıklar elde edilmiş olup, DP 499 çeşidinden en yüksek (5.00 adet/bitki), SJ-U 86 çeşidinden en düşük değer (4.37 adet/boğum) elde edilmiştir. Sulama x çeşit interaksiyonu incelendiğinde en yüksek değer normal sulama koşullarında DP 499 çeşidinden elde edildiği (5.33 adet/bitki), en düşük değer ise su stresi koşullarında Stoneville 468 çeşidinden elde edildiği (4.08 adet/bitki) izlenebilmektedir (Şekil 8).

Kuraklık stresinin boğum sayısı değerinde azalmaya yol açtığı görülmektedir. Benzer bulgular (Gerik ve ark., 1996; Saleem ve ark., 2016; Mamatha & Jaybhaye, 2018, Ayele ve ark., 2020; Arif ve ark., 2023) tarafından da bildirilmiştir. Pace ve ark. (1999), normal sulamada 9.40, su stresinde 7.80 adet boğum sayını elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Salisilik asit ve silisyum uygulamalarının boğum sayısında önemli bir farklılığa yol açmadığı izlenebilmektedir. Salisilik asidin boğum sayısında önemli bir farklılığa yol açmadığı (Aziz ve ark., 2018; Kassem, 2008; Kılıç & Karademir, 2023) tarafından da bildirilmiştir.



*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 8. Boğum sayısı özelliğinde sulama x çeşit interaksiyonu

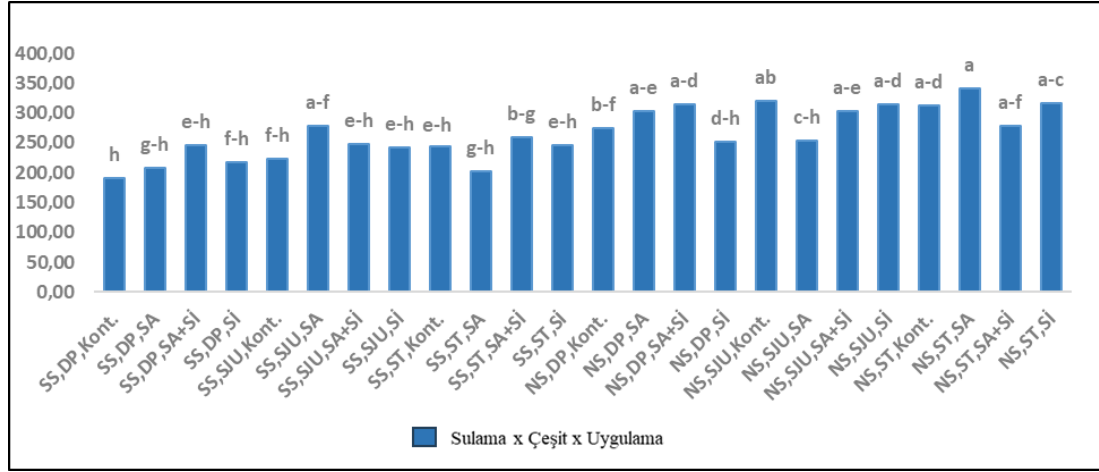
Figure 8. Irrigation x variety interaction in number of node

Yaprak alanı (cm²)

Yaprak alanı değerlerinin 233.81 ile 298.80 cm² arasında değiştiği Çizelge 1' den izlenebilmektedir. Su stresi ve normal sulamanın bu özellik bakımından önemli bir farklılığa yol açtığı görülmektedir. Normal sulama koşullarında 298.80 cm² yaprak alanı değeri elde edilirken, su stresi koşullarında yaprak alanının 233.81 cm² olduğu belirlenmiştir. Normal sulama ile kıyaslandığında su stresinin yaprak alanında % 21.75 oranında azalmaya yol açtığı tespit edilmiştir. Çalışmada çeşitler arasındaki ve uygulamalar arasındaki farklılığın önemli olmadığı, ancak sulama x çeşit x uygulama interaksiyonunun önemli olduğu görülmektedir. En yüksek yaprak alanı normal sulama koşullarında Stoneville 468 çeşidi ve SA uygulamasından elde edilirken (341.35 cm²), en düşük değer su stresi koşullarında DP 499 çeşidinden ve kontrol uygulamadan elde edildiği (190.79 cm²) belirlenmiştir (Şekil 9).

Su stresinin yaprak alanında azalmaya yol açtığı (Pace ve ark., 1999; Pettigrew, 2004; Arif ve ark., 2023) tarafından da bildirilmiştir. Karademir ve ark. (2012) su stresinin yaprak alanında %30 oranında azalmaya yol açtığını bildirirken, Ödemiş ve Candemir, 2023, yürüttükleri iki yıllık çalışmada su stresinin yaprak alanında ilk yıl %40, ikinci yıl ise % 22 oranında bir azalışa yol açtığını bildirmişlerdir.

Hussein ve ark. (2012) salisilik asit kullanımı ile yaprak alanında önemli bir farklılığın olmadığını bildirirken, silisyumun yaprak alanını % 5.37 oranında arttırdığını belirtmişlerdir. Liang ve ark. (2023), silisyumda optimal etkinin 100 mg L⁻¹ dozunda SiO₂-NPs (silicon dioksit nanopartiküllerinin uygulanması) ile elde edildiğini ve uygulanması ile yaprak alanının arttığı belirtilmiştir. Jam ve ark. (2003) silisyum uygulamasının yaprak alanını arttırdığını bildirmişlerdir.



*: SS: Su stresi (% 50), NS: Normal sulama (tam sulama), DP: DP 499, SJU: SJ-U 86, ST: Stoneville 468

Şekil 9. Yaprak alanı özelliğinde sulama x çeşit x uygulama interaksiyonu

Figure 9. Irrigation x variety x treatment interaction in leaf area

Kanopi sıcaklığı (°C)

Denemede elde edilen kanopi/bitki sıcaklığı değerlerinin 21.41 ile 21.76 arasında değiştiği Çizelge 1'den izlenebilmektedir. Bu özellik bakımından sulama ve uygulamanın önemli olmadığı belirlenirken, çeşitler arasında önemli istatistiksel farklılıklar elde edilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek kanopi sıcaklığı değeri DP 499 çeşidinden (21.76) elde edilmiş ve bu çeşit a grubunda yer almıştır. SJ-U 86 ve Stoneville 468 çeşitlerinin daha düşük değer göstererek b grubunda yer aldıkları belirlenmiştir. Çalışmada su stresi ile normal sulama arasında kanopi sıcaklığı bakımından önemli bir farklılık elde edilememiştir, ancak yapılan araştırmalarda su stresinin tespitinde kanopi sıcaklığının kullanılabilirliği ve bunun ürün verimi ile ilişkisi pamuk ve diğer tarla ürünlerinde vurgulanmıştır (Conaty ve ark., 2015; Ninanya ve ark., 2021).

Klorofil içeriği (SPAD değeri)

Klorofil içeriği değerleri 42.81 ile 46.50 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Klorofil içeriği değeri sulama farklılığından önemli düzeyde etkilenirken, çeşit ve uygulamanın önemli olmadığı belirlenmiştir. Normal sulama koşullarında klorofil içeriği değerinin (SPAD değerinin) 42.81 olduğu, su stresi koşullarında ise 46.50 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada su stresi koşullarında daha yüksek klorofil içeriğinin (SPAD değerinin) elde edildiği görülmektedir. Normal sulama ile kıyaslandığında su stresi koşullarında % 8.61 oranında klorofil içeriği değerinde bir artış görülmüştür. Sonone ve ark. (2020), bitkinin büyümesinin ilk aşamalarında toplam klorofil içeriğinin hem stresli hem de stressiz genotiplerde stabil olduğunu, ancak stres altındaki genotiplerde büyümenin vejetatif aşamasında klorofil pigmentlerinin yıkımının başladığını, su eksikliğinin bitkide klorofil pigmentleri gibi farklı biyomoleküllerin sentezini olumsuz etkilediğini ve bunun da kütlü pamuk veriminde düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Rehman ve ark. (2022), kuraklık stresi koşullarında 7 pamuk çeşidini test ettiklerini, tüm çeşitlerin prolin ve malondialdehit içeriğinde artış gösterdiğini, ancak sınırlı su temini altında klorofil içeriğinde önemli bir değişiklik gözlenmediğini bildirmişlerdir. Mahmood ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmalarda bitkide su stresi arttıkça fotosentez ve klorofil içeriği de dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik özelliklerde azalma da olduğu gözlemlenmiştir. Stres koşulları altında bitkilerdeki klorofil içeriği değerinin bitki türüne bağlı olarak değişebileceği belirtilmektedir (Monteoliva ve ark., 2021), bu nedenle, klorofil içeriğinin tek başına kuraklığa toleransı garanti etmeyeceği, ancak kuraklığa toleranslı adayların fotosentez hızlarının incelenmesiyle bu sınırlamanın üstesinden gelenebileceği belirtilmektedir.

Sarwar ve ark. (2018) salisilik asidin pamukta klorofil içeriği değerine önemli bir etkisinin olmadığını belirten sonuçlarla araştırma bulguları benzerlik göstermektedir. Ancak elde edilen bulgular salisilik asidin klorofil içeriğine önemli etkisinin olduğunu bildiren (Heidari ve ark., 2022; Naz ve ark., 2022) ile salisilik asidin klorofil içeriğini arttırdığını bildiren Omar ve ark. (2018) ile paralellik göstermemektedir. Silisyum ile ilgili yürütülen çalışmalarda klorofil içeriğinin arttığı rapor edilmiştir (Khandaker ve ark., 2011; Huseein ve ark., 2012; de Souza Junior ve ark., 2021; Jam ve ark., 2023).

Sonuç olarak; çalışma salisilik asit ve silisyumun normal sulama ve su stresi koşullarında pamukta erken dönem bitki gelişimine etkisini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında ve iklim kabininde yürütülmüştür. Materyal olarak üç farklı pamuk çeşidinin kullanıldığı çalışmada, çeşit (DP 499, SJ-U 86, Stoneville 468), sulama (normal sulama ve % 50 su stresi) ve uygulama (kontrol, SA, Sİ, SA+ Sİ) ele alınmıştır. Tesadüf parsellerinde 3 faktörlü olarak yürütülen bu çalışmada normal sulama ve su stresi koşullarında gövde uzunluğu, gövde ağırlığı, kök gövde oranı, boğum sayısı, yaprak alanı ve klorofil içeriği değeri bakımından önemli istatistiki farklılıkların elde edildiği belirlenmiştir.

Gövde uzunluğu, gövde ağırlığı, boğum sayısı ve yaprak alanı değerleri normal sulama koşullarında daha yüksek değerler gösterirken, klorofil içeriği ve kök gövde oranı su stresi koşullarında daha yüksek değer göstermiştir. Çeşitler arasında kök uzunluğu, kök ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde ağırlığı, kök gövde oranı, boğum sayısı ve kanopi sıcaklığı bakımından önemli farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasında yaprak alanı ve klorofil içeriği bakımından önemli bir farklılık elde edilememiştir. Salisilik asit ve silisyum uygulamalarının kök uzunluğu, gövde ağırlığı ve kök gövde oranı üzerinde önemli etkisinin bulunduğu belirlenmiş, bu özellikler bakımından en yüksek değerler salisilik asit ve silisyumun birlikte uygulanması ile elde edilmiştir.

Sulama x çeşit interaksiyonunun kök uzunluğu, gövde uzunluğu ve boğum sayısı özelliklerinde, çeşit x uygulama interaksiyonunun kök uzunluğunda, sulama x çeşit x uygulama interaksiyonunun ise gövde uzunluğu, gövde ağırlığı ve yaprak alanı özelliklerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda su stresinin bitkinin gelişim döneminde birçok büyüme göstergesini olumsuz etkilediği, bu nedenle su stresinden kaçınılması gerektiği, çeşitler arasında en iyi değerlerin SJ-U 86 çeşidinden elde edildiği, bitki büyüme düzenleyicilerinden salisilik asit ve silisyumun birlikte uygulanması ile daha ümitvar sonuçların elde edildiği görülmekte olup, yapılacak çalışmalarda su stresi koşullarında SJ-U 86 çeşidinin tercih edilebileceği önerilmektedir.

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

Aamer, M., Chattha, M.U., Hassan, M.U., Ahmed, H.A.I., Haiying, T., Rasheed, A., Guoqin, H., & Shahzad, B. (2022). Regulation of photosynthesis by salicylic acid under optimal and suboptimal conditions. *Managing Plant Stress Using Salicylic Acid: Physiological and Molecular Aspects*, 258-269. <https://doi.org/10.1002/9781119671107.ch14>

- Arif, T., Chaudhary, M.T., Majeed, S., Rana, I.A., Ali, Z., Elansary, H.O., Moussa, I.M., Sun, S., & Azhar, M.T. (2023). Exploitation of various physio-morphological and biochemical traits for the identification of drought tolerant genotypes in cotton. *BMC Plant Biology*, 23 (1), 508. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04441-2>
- Ayele, A.G., Dever, J.K., Kelly, C.M., Sheehan, M., Morgan, V., & Payton, P. (2020). Responses of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) lines to irrigated and rainfed conditions of texas high plains. *Plants*, 9 (11), 1598.
- Aziz, M., Ashraf, M., & Javaid, M.M. (2018). Enhancement in cotton growth and yield using novel growth promoting substances under water limited conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 50 (5), 1691-1701. <https://doi.org/10.3390/plants9111598>
- Bagautdinova, Z.Z., Omelyanchuk, N., Tyapkin, A.V., Kovrizhnykh, V.V., Lavrekha, V.V., & Zemlyanskaya, E.V. (2022). Salicylic acid in root growth and development. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (4), 2228. <https://doi.org/10.3390/ijms23042228>
- Barros, T.C., de Mello Prado, R., Roque, C.G., Arf, M.V., & Vilela, R.G. (2019). Silicon and salicylic acid in the physiology and yield of cotton. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (5), 458-465. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1567765>
- Başal, H., & Ünay, A. (2006). Water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (3), 101-111.
- Borzouyi, Z., Armin, M., & Marvi, H. (2021). The effect of time and type of stress moderators on yield and yield components of cotton on conventional and double-cropping systems under saline conditions. *Journal of Cotton Research*, 4 (1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s42397-021-00103-6>
- Cao, Z., Wang, X., & Gao, Y. (2022). Effect of plant growth regulators on cotton seedling root growth parameters and enzyme activity. *Plants*, 11, 2964. <https://doi.org/10.3390/plants11212964>
- Conaty, W.C., Mahan, J.R., Neilsen, J.E., Tan, D.K., Yeates, S.J., & Sutton, B.G. (2015). The relationship between cotton canopy temperature and yield, fibre quality and water-use efficiency. *Field Crops Research*, 183, 329-341. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.08.010>
- Culpan, E., & Arslan, B. (2018). Salisilik asit uygulamasının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7 (2), 173-178. <https://doi.org/10.29278/azd.476336>
- de Souza Junior, J.P., de Mello Prado, R., Soares, M.B., Silva, F.J.L., Guedes, V.H.F., Sarah, M.M.S., & Cazetta, J.O. (2021). Effect of different foliar silicon sources on cotton plants. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 95-103. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00345-4>
- Dong, Y.J., Wang, Z.L., Zhang, J.W., Liu, S., He, Z.L., & He, M.R. (2015). Interaction effects of nitric oxide and salicylic acid in alleviating salt stress of *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15 (3), 561-573. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000024>
- El-Sherif, N.A. (2022). Salicylic acid and its crosstalk with other plant hormones under stressful environments. *Managing Plant Stress Using Salicylic Acid: Physiological and Molecular Aspects*, 304-317. <https://doi.org/10.1002/9781119671107.ch16>
- Ferraz, R.L.D.S., Costa, P.D.S., Magalhães, I.D., Medeiros, A.D.S., Viégas, P.R.A., & Melo, A.S.D. (2021). Physiological adjustments, fiber yield and quality of colored cotton BRS Topázio cultivar under leaf silicon spraying. *Ciência e Agrotecnologia*, 45, e005721. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145005721>
- Gerik, T.J., Faver, K.L., Thaxton, P.M., & El-Zik, K.M. (1996). Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water use, and yield. *Crop Science*, 36 (4), 914-921. <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600040017x>
- Heidari, M., Moradi, M., Armin, M., & Amerian, M.R. (2022). Effects of foliar application of salicylic acid and calcium chloride on yield, yield components and some physiological parameters in cotton. *Sustainability in Food and Agriculture*, 3, 28-32. <https://doi.org/10.26480/sfna.01.2022.28.32>

- Hussein, M.M., Mehanna, H., & Abou-Baker, N.H. (2012). Growth, photosynthetic pigments and mineral status of cotton plants as affected by salicylic acid and salt stress. *Journal of Applied Sciences Research*, (November), 5476-5484.
- Jaafar, K.S., Mohammed, M.A., & Mohammed, S. M. (2021). Screening for drought tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using *in vitro* technique. *Journal of Dryland Agriculture*, 7 (4), 52-59. <https://doi.org/10.5897/JODA2021.0067>
- Jam, B.J., Shekari, F., Andalibi, B., Fotovat, R., Jafarian, V., Najaf, J., Uberti, D., & Mastinu, A. (2023). Impact of silicon foliar application on the growth and physiological traits of *Carthamus tinctorius* L. exposed to salt stress. *Silicon*, 15, 1235-1245.
- Janda, T., Gondor, O.K., Yordanova, R., Szalai, G., & Pál, M. (2014). Salicylic acid and photosynthesis: signalling and effects. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36, 2537-2546. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1620-y>
- Karademir, Ç., Karademir, E., Çopur, O., & Gençer, O. (2012). Effect of drought stress on leaf area in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *11th Meeting of Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton for the Mediterranean and Middle East Regions*, 5-7 November, Antalya.
- Kassem, M. (2008). Cotton response to foliar application of salicylic acid under the environmental conditions of upper Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 86 (4), 1477-1488.
- Kaydan, D., Yağmur, M., & Okut, N. (2007). Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (2) 114-119. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000444
- Kazemi, M., Gholami, M., & Hassanvand, F. (2012). Effects of silicon on antioxidative defense system and membrane lipid peroxidation in gerbera cut flower. *Asian Journal of Biochemistry*, 7 (3), 171-176. <https://doi.org/10.3923/ajb.2012.171.176>
- Khandaker, L., Akond, M., & Oba, S. (2011). Foliar Application of salicylic acid improved the growth, yield and leaf's bioactive compounds in red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 74, 77-86. <https://doi.org/10.2478/v10032-011-0006-6>
- Kılıç, R., & Karademir, C. (2023). Effect of salicylic acid application on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*, 56 (4) (196), 597-617. <https://doi.org/10.46909/alse-564118>
- Kleier, D.A. (1988). Phloem mobility of xenobiotics: I. Mathematical model unifying the weak acid and intermediate permeability theories. *Plant Physiology*, 86 (3), 803-810. <https://doi.org/10.1104/pp.86.3.803>
- Koentorojo, Y., Sukendah, S., Purwanto, E., & Purnomo, D. (2020). Stomatal behaviour of soybean under drought stress with silicon application. *Annals of Agri-Bio Research*, 25 (1), 103-109.
- Kou, X., Han, W., & Kang, J. (2022). Responses of root system architecture to water stress at multiple levels: A meta-analysis of trials under controlled conditions. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1085409. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1085409>
- Laing, M., & Adandonon, A. (2005). Silicon and insect management—review. *In Proceedings of the III Silicon in Agriculture Conference* (pp. 22-26).
- Latif, F., Ullah, F., Mehmood, S., Khattak, A., Khan, A.U., Khan, S., & Husain, I. (2016). Effects of salicylic acid on growth and accumulation of phenolics in *Zea mays* L. under drought stress. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 66 (4), 325-332. <https://doi.org/10.1080/09064710.2015.1117133>
- Liang, Y., Liu, H., Fu, Y., Li, P., Li, S., & Gao, Y. (2023). Regulatory effects of silicon nanoparticles on the growth and photosynthesis of cotton seedlings under salt and low-temperature dual stress. *BMC Plant Biology*, 23 (1), 504. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04509-z>
- Ludlow, M.M., & Muchow, R.C. (1990). A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 43, 107-153. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60477-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60477-0)

- Luo, H.H., Zhang, Y.L., & Zhang, W.F. (2016). Effects of water stress and rewatering on photosynthesis, root activity, and yield of cotton with drip irrigation under mulch. *Photosynthetica*, 54 (1), 65-73. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0165-7>
- Loka, D.A., Oosterhuis, M., & Ritchie, G.L. (2011). Water-deficit stress in cotton. pp. 37-72. In: D.M. Oosterhuis (ed.). *Stress physiology in cotton*. The Cotton Foundation, Memphis, Tennis.
- Ma, J.F. (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50 (1), 11-18. <https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408447>
- Ma, J.F., & Yamaji, N. (2006). Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science*, 11 (8), 392-397. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.06.007>
- Mahmood, T., Iqbal, M.S., Li, H., Nazir, M.F., Khalid, S., Sarfraz, Z., Hu, D., Baojun, C., Geng, X., Tajo, S.M., Dev, W., Iqbal, Z., Zhao, P., Hu, G., & Du, X. (2022). Differential seedling growth and tolerance indices reflect drought tolerance in cotton. *BMC Plant Biology*, 22 (1), 331. <https://doi.org/10.1186/s12870-022-03724-4>
- Malik, R.S., Dhankar, J.S., & Turner, N.C. (1979). Influence of soil water deficits on root growth of cotton seedlings. *Plant and Soil*, 53, 109-115.
- Mamatha, K., & Jaybhaye, P.R. (2018). Impact of drought weather condition on bt cotton growth, development and yield. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 6, 2332-2338.
- Melotto, M., Underwood, W., Koczan, J., Nomura, K., & He, S.Y. (2006). Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion. *Cell*, 126 (5), 969-980. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.06.054>
- Monteoliva, M.I., Guzzo, M.C., & Posada, G.A. (2021). Breeding for drought tolerance by monitoring chlorophyll content. <https://www.walshmedicalmedia.com/author/mariela-ineacutes-monteoliva-21662>
- Naz, S., Bilal, A., Saddiq, B., Ejaz, S., Ali, S., Ain Haider, S.T., Sardar, H., Nasir, B., Ahmad, I., & Tiwari, R.K., Lal, M.K., Shakoor, A., Alyemeni, M.N., Mushtaq, N., & Altaf, M.A. (2022). Foliar application of salicylic acid improved growth, yield, quality and photosynthesis of pea (*Pisum sativum* L.) by improving antioxidant defense mechanism under saline conditions. *Sustainability*, 14, 14180. <https://doi.org/10.3390/su142114180>
- Ninanya, J., Ramírez, D.A., Rinza, J., Silva-Díaz, C., Cervantes, M., García, J., & Quiroz, R. (2021). Canopy temperature as a key physiological trait to improve yield prediction under water restrictions in potato. *Agronomy*, 11, 1436. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071436>
- Omar, A.M., Menshawi, M.E., Okkiah, S.E., & EL Sabagh, A. (2018). Foliar application of organic compounds stimulate cotton (*Gossypium barbadense* L.) to survive late sown condition. *Open Agriculture*, 3, 684-697. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0072>
- Ödemiş, B., & Kazgöz Candemir, D. (2023). The effects of water stress on cotton leaf area and leaf morphology. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (1), 140-149. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.992764>
- Pace, P.F., Cralle, H.T., El-Halawany, S.H.M., Cothren, J.T., & Senseman, S.A. (1999). Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. *Journal of Cotton Science*, 3, 183-187.
- Pettigrew, W.T. (2004). Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. *Agronomy Journal*, 96 (2), 377-383. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.3770>
- Raskin, I., Skubatz, H., Tang, W., & Meeuse, B.J. (1990). Salicylic acid levels in thermogenic and non-thermogenic plants. *Annals of Botany*, 66 (4), 369-373. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088037>
- Rehman, T., Tabassum, B., Yousaf, S., Sarwar, G., & Qaisar, U. (2022) Consequences of drought stress encountered during seedling stage on physiology and yield of cultivated cotton. *Frontiers in Plant Science*, 13, 906444. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.906444>
- Rocher, F., Chollet, J.F., Jousse, C., & Bonnemain, J.L. (2006). Salicylic acid, an ambimobile molecule exhibiting a high ability to accumulate in the phloem. *Plant Physiology*, 141 (4), 1684-1693. <https://doi.org/10.1104/pp.106.082537>

- Saleem, M.F., Sammar Raza, M.A., Ahmad, S., Khan, I.H., & Shahid, A.M. (2016). Understanding and mitigating the impacts of drought stress in cotton-a review. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53 (3). <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/16.3341>
- Samal, I., Bhoi, T.K., Mahanta, D.K., & Komal, J. (2023). Establishing the role of silicon (Si) in Plant resistance to insects: A bibliometric approach. *Silicon*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12633-023-02821-9>
- Santos, A.F.B. dos; Teixeira, G.C.M., Campos, C.N.S., Baio, F.H.R., de Mello Prado, R., Teodoro, L.P.R., Vilela, R.G., de Paiva Neto, V.B., & Teodoro, P.E. (2020). Silicon increases chlorophyll and photosynthesis and improves height and NDVI of cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch). *Research, Society and Development*, 9 (7). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3826>.
- Sarwar, M., Saleem, M.F., Ullah, N., Rizwan, M., Ali, S., Shahid, M.R., Alamri, S.A., Alyemeni, M.N., & Ahmad, P. (2018). Exogenously applied growth regulators protect the cotton crop from heat-induced injury by modulating plant defense mechanism. *Science Report*, 8, 17086. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35420-5>
- Shahzad, S., Ali, S., Ahmad, R., Ercisli, S., & Anjum, M.A. (2022). Foliar application of silicon enhances growth, flower yield, quality and postharvest life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) under saline conditions by improving antioxidant defense mechanism. *Silicon*, 14, 1511-1518. <https://doi.org/10.1007/s12633-021-00974-z>
- Sharma, A., Bhardwaj, R., Kumar, V., Zheng, B., & Tripathi, D. K. (Eds.). (2022a). Managing plant stress using salicylic acid: physiological and molecular aspects, John Wiley & Sons. Editor(s): Sharma, A., Bhardwaj, R., Kumar, V., Zheng, B., Tripathi, D.K. <https://doi.org/10.1002/9781119671107>
- Sharma, N., Sharma, V., Sharma, V., & Bhardwaj, R. (2022b). Salicylic acid: A regulator of plant growth and development. *Managing Plant Stress Using Salicylic Acid: Physiological and Molecular Aspects*, 1-15. <https://doi.org/10.1002/9781119671107.ch1>
- Sonone, M.P., Rathod, T.H., & Dhage, P.S. (2020). Effect of moisture stress on total chlorophyll content of cotton. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9 (3), 2206-2208. <https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i3aj.11641>
- Tripathi, P., Subedi, S., Khan, A.L., Chung, Y.S., & Kim, Y. (2021). Silicon effects on the root system of diverse crop species using root phenotyping technology. *Plants*, 10 (5), 885. <https://doi.org/10.3390/plants10050885>
- Ullah, A., Sun, H., Yang, X., & Zhang, X. (2017). Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. *Plant Biotechnology Journal*, 15 (3), 271-284. <https://doi.org/10.1111/pbi.12688>
- Veesar, N.F., Jatoi, W.A., Gandahi, N., Aisha, G., Solangi, A.H., & Memon, S. (2020). Evaluation of cotton genotypes for drought tolerance and their correlation study at seedling stage. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 29 (1), 22090-22099. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2020.29.004738>
- Verdonck, O., & Gabriels, R. (1992). Reference method for the determination of physical properties of plant substrates. II. Reference method for the determination of chemical properties of plant substrates. *Acta Horticulturae*, 302 (10), 169-79. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1992.302.16>
- Vlot, A.C., Dempsey, D.M.A., & Klessig, D.F. (2009). Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annual Review of Phytopathology*, 47, 177-206. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.050908.135202>
- Wang, R., Ji, S., Zhang, P., Meng, Y., Wang, Y., Chen, B., & Zhou, Z. (2016). Drought effects on cotton yield and fiber quality on different fruiting branches. *Crop Science*, 56 (3), 1265-1276. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.08.0477>
- Wang, M., Wang, R., Mur, L.A.J., Ruan, J., Shen, Q., & Guo, S. (2021). Functions of silicon in plant drought stress responses. *Horticulture Research*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00681-1>
- Zargar, S.M., Macha, M.A., Nazir, M., Agrawal, G.K., & Rakwal, R. (2012). Silicon: A multitasking micronutrient in OMICS perspective - An update. *Current Proteomics*, 9 (4), 245-254. <https://doi.org/10.2174/157016412805219152>

- Zargar, S.M., Mahajan, R., Bhat, J., Nazir, M., & Deshmuck, R. (2019). Role of silicon in plant stress tolerance: Opportunities to achieve a sustainable cropping system. *Biotech*, 9, 73. <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1613-z>
- Zhang, Y., & Li, X. (2019). Salicylic acid: biosynthesis, perception, and contributions to plant immunity. *Current Opinion in Plant Biology*, 50, 29-36. <https://doi.org/10.2174/157016412805219152>
- Zhou, G., Zhou, X., Nie, Y., Bai, S.H., Zhou, L., & Shao, J., Cheng, W., Wang, J., Hu, F., & Fu, Y. (2018). Drought induced changes in root biomass largely result from altered root morphological traits: Evidence from a synthesis of global field trials. *Plant Cell Environment*, 41 (11), 2589-2599. <https://doi.org/10.1111/pce.13356>

Determination of the physiological response of lettuce to different irrigation water salinities (NaCl) and leaching fractions

Marulun farklı sulama suyu tuzluluklarına ve yıkama fraksiyonlarına karşı fizyolojik tepkisinin belirlenmesi

Berkant ÖDEMiŞ¹, Derya KAZGÖZ-CANDEMİR¹, Cihan KARACA²

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, 31040, Hatay, Türkiye.

²Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Farm Structures and Irrigation, 07070, Antalya, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Received / Geliş: 07.04.2024 Accepted / Kabul: 24.05.2024</p> <p>Keywords: Chlorophyll concentrations Chlorophyll content Greenhouse <i>Lactuca sativa</i> L. Soil salinity Stomatal conductance Washing rate</p> <p>Anahtar Kelimeler: Klorofil konsantrasyonu Klorofil içeriği <i>Lactuca sativa</i> L. Sera Toprak tuzluluğu Stoma iletkenliği Yıkama oranı</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Berkant ÖDEMiŞ bodemisenator@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.</p> <p>© 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>The Amik Plain, where the experiment was conducted, is increasingly salinised owing to improper irrigation methods, excessive irrigation, drainage and groundwater use. This situation indicates that soil salinity will increase even more in the future. The study was conducted using a factorial experimental design in potted conditions inside the greenhouse to investigate the impacts of three distinct levels of irrigation water salinity (EC_i) ($EC_{i-0} = 0.5 \text{ dS m}^{-1}$ (control), $EC_{i-2} = 2 \text{ dS m}^{-1}$ and $EC_{i-4} = 4 \text{ dS m}^{-1}$) and four different leaching fraction (LF) ($LF_0=0\%$, $LF_{10}=10\%$, $LF_{20}=20\%$, $LF_{30}=30\%$) on stomatal conductance (g_s), leaf surface temperature (LSt), chlorophyll content (SPAD), chlorophyll concentrations (Chl-<i>a</i>, Chl-<i>b</i>, and Chl-<i>tot</i>) and yield parameters in 'Cospirina' lettuce plants. As a result of the study, soil salinity (EC_e) increased from 0.82 dS m^{-1} to 2.09 dS m^{-1} with increasing EC_i. As EC_i increased, plant water consumption (PWC) decreased from 8.92 to 5.71 L pot^{-1}, yield decreased from 276 g pot^{-1} to 198 g pot^{-1}, g_s decreased from $266 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ to $215 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. LSt increased by 2.17% in EC_{i-2} and 6.4% in EC_{i-4} compared to the control. As EC_e increased, yield decreased by 10% in EC_{i-2} and 28% in EC_{i-4} compared to the control treatment. Chl-<i>tot</i> and Chl-<i>a</i> were significantly affected by the increase in EC_e ($r^2=0.96^*$, $r^2=0.99^{**}$, respectively), while Chl-<i>b</i> was not affected. In contrast to soil salinity, leaching fraction had a positive effect on plant physiology.</p> <p>ÖZET</p> <p>Denemenin yürütüldüğü Amik Ovası yanlış sulama yöntemleri, aşırı sulama, drenaj ve yeraltı su kullanımı nedeniyle hızla tuzlanmaktadır. Bu durum, toprak tuzluluğunun gelecekte daha da artacağını göstermektedir. Araştırma, 'Cospirina' çeşidi marul bitkisinde 3 farklı sulama suyu tuzluluğu (EC_i) ($EC_{i-0} = 0.5 \text{ dS m}^{-1}$ (kontrol), $EC_{i-2} = 2 \text{ dS m}^{-1}$ and $EC_{i-4} = 4 \text{ dS m}^{-1}$) ve 4 farklı yıkama oranlarının (LF) ($LF_0=0\%$, $LF_{10}=10\%$, $LF_{20}=20\%$, $LF_{30}=30\%$) stoma iletkenliği (g_s), yaprak yüzey sıcaklığı (LSt), klorofil içeriği (SPAD) ve klorofil konsantrasyonları (Chl-<i>a</i>, Chl-<i>b</i> ve Chl-<i>tot</i>) ve verim parametrelerine etkilerini belirlemek amacıyla seradaki saksı koşullarında faktöriyel deneme deseninde yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, EC_i arttıkça, toprak tuzluluğu (EC_e) 0.82 dS m^{-1} den, 2.09 dS m^{-1}'ye artmıştır. EC_i'nin artmasıyla bitki su tüketimi (PWC) 8.92'den 5.71 L pot^{-1}'ye, verim 276 g pot^{-1}'den 198 g pot^{-1}'a, g_s, $266 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$'den $215 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$'a azalmıştır. LSt, EC_{i-0}'a göre EC_{i-2}'de $\%2.17$, EC_{i-4}'de $\%6.4$ artmıştır. EC_e arttığında verim tanık konuya göre, EC_{i-2}'de $\%10$ ve EC_{i-4}'de $\%28$ azalmıştır. Chl-<i>tot</i> ve Chl-<i>a</i>, EC_e'deki artıştan önemli ölçüde etkilenirken (sırasıyla $r^2=0.96^*$, $r^2=0.99^{**}$), Chl-<i>b</i> etkilenmemiştir. Toprak tuzluluğunun aksine yıkama oranları bitki fizyolojisini olumlu etkilemiştir.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Ödemiş, B., Kazgöz Candemir, D., & Karaca, C. (2024). Determination of the physiological response of lettuce to different irrigation water salinities (NaCl) and leaching fractions. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (2), 552-568. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1466659</p>

INTRODUCTION

Türkiye is among the Mediterranean countries that will be most affected by climate change. Hatay province, located in the Eastern Mediterranean region, has been experiencing drought and decreased precipitation due to climate change in recent years. Farmers in this region have to use salty groundwater or drainage water for irrigation, resulting in yield and quality losses, particularly in field crops and vegetables. The use of irrigation water with a high electrical conductivity of 7-8 dS m⁻¹ in certain areas of the Amik and Samandağ plains in Hatay province has resulted in soil salinization (Ödemiş et al., 2019). Salinity and alkalinity issues are prevalent in about 1.92% (1.5 million ha) of Türkiye due to the widespread use of saline water, and approximately 32.5% of irrigated lands are affected by salinity problems (Kanber et al., 2005). Research indicates that over 20% of the world's arable land is negatively affected by salinity stress and 7% of the world's 930 million ha of land has problems due to soil salinity (Arora, 2019; Szabolcs, 1994). Khamidov et al. (2022) reported that climate change will significantly affect soil salinization in the future, and according to the results of model studies, slightly saline soils in Uzbekistan will decrease between 2050 and 2100, while medium (from 31.2% to 32.5%) and high saline soils (from 13.4% in 2050 to 15.1% in 2100) will increase in the same period.

Lettuce is one of the most significant leafy vegetables consumed raw and can be cultivated year-round using breeding varieties in both open fields and under protective cover (Aydinsakir et al., 2019; Ibrahim et al., 2024; Islam et al., 2021). Lettuce, an annual and cool-climate vegetable, can be grown in a short period of 2-3 months. In Türkiye, 562 000 tons were produced in 2022 (TUİK, 2024), and the highest production was in the Mediterranean region (Gün, 2019). Lettuce (*Lactuca sativa* L.), which is rich in iron, contains 94-95% water in its leaves and is widely preferred for daily nutrition. However, high salinity is one of the most significant problems in its production (Shi et al., 2022). Lettuce yields are reduced due to poor soil quality, adverse environmental conditions, and inadequate water quality for irrigation. Although it is possible to increase salt tolerance and yield by applying necessary nutrients, soil compaction due to over-fertilization is also an important cause of yield reduction (Sardar et al., 2023). To mitigate the negative effects of salt stress on yield and growth, it is recommended to irrigate lettuce frequently with good quality water (Yurtseven & Bozkurt, 1997). However, in areas where the use of saline water is unavoidable, it is important to understand the effects of salt stress. It should be noted that the response to salinity varies depending on plant varieties and production conditions, resulting in different salt-yield relationships for lettuce, as shown in previous studies. Qin et al. (2013) reported that lettuce is sensitive or moderately sensitive to salinity. De Pascale and Barbieri (1995) found that lettuce is moderately salt tolerant, but growth and yield decrease at soil salinity levels (EC_e) higher than 2-2.6 dS m⁻¹. Ünlükara et al. (2008) reported that yield decreased by 9.3% per 1 dS m⁻¹ after EC_e of 1.1 dS m⁻¹. Cahn and Ajwa (2004) found that growth ended at EC_e greater than 2 dS m⁻¹, and Barassi et al. (2006) reported that plant growth, seed germination, and leaf moisture content decreased at EC_e greater than 2 dS m⁻¹. Other researchers have obtained similar results (Al-Maskri et al., 2010; Mekki & Orabi, 2007; Miceli et al., 2003).

Salt-tolerant plant breeding, soil reclamation, and soil leaching are methods commonly used to reduce the negative effects of soil salinity and increase plant productivity. Leaching applications are particularly effective in areas with drainage systems (Ödemiş, 2001). Leaching is necessary to prevent the accumulation of soluble salts in the root zone and to promote sustainable irrigated agriculture. Several studies have shown that leaching practices using saline water have a significant effect on increasing plant yield, dry matter content, fruit quality, and decreasing soil salinity (Erdem & Kale Çelik, 2018; Isayenkov, 2012; Xu & Mou, 2015).

Plant adaptation studies, carried out at physiological, molecular and biochemical levels to better understand the plant response to salinity, continue in both model plants and cultivated plants (Acosta-Motos et al., 2017; Gupta & Huang, 2014). Salt stress occurs physiologically in a manner similar to drought stress. Insufficient water uptake in the root zone causes stomata to close, leaf area to shrink, transpiration, photosynthesis, and chlorophyll

concentration to decrease because of stress. Measuring these responses of plants (time and severity of stress) and taking measures in a short time increases the amount of product. Various tools have been developed to show the stress levels of plants to recognize early that the plant is stressed and to take precautions. These tools can be used to easily measure the physiological responses of plants under field conditions. The reduction in gas transfer by the closure of the plant's stomata can be measured using a porometer under water stress conditions, and the increased leaf temperature due to reduced transpiration as a result of stomatal closure can be measured with an infrared thermometer. The decrease in leaf chlorophyll content as a result of stress was measured using the SPAD. SPAD can also provide insights into the nitrogen content and health of plants. It is important to know which parameter is the first physiological response to stress, whether caused by salinity or drought, and its effect on yield. Thus, stress can be predicted early, and measures can be taken. Ödemiş and Çalışkan (2014) reported that among the parameters of photosynthesis, transpiration (T_r), and stomatal conductance (g_s) in potato plants, g_s was the most affected by salinity and photosynthesis rate (P_n) was the least affected. Vos and Groenwold (1989) reported that stomatal conductance responded to water deficiency in soil earlier than photosynthesis.

This study investigated the effects of different irrigation water salinity levels and leaching fractions on yield, vegetative characteristics, soil salinity, Plant water consumption, and physiological parameters (stomatal conductance, chlorophyll content, leaf surface temperature, chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll) in lettuce plants grown in potted media under greenhouse conditions. Regression models were used to determine the effect of leaching on salinity-induced stress, the physiological parameters that are most sensitive to stress, and their effects on yield and yield components.

MATERIALS and METHODS

Soil, climate, and crop characteristics

The research was carried out in an unheated plastic greenhouse in Hatay Province between February and April 2021 in medium-textured soil. Soil analyses showed pH 8.06, soil salinity (EC_e) 0.492 dS m^{-1} , $CaCO_3$ 2.05 (%), nitrogen 0.05 %, organic matter 1.04 (%), field capacity 24.5 (% P_w), wilting point 11.5 (% P_w). The region where the study area is located reflects the typical climatic characteristics of the Mediterranean region: hot and dry summers and mild and rainy winters. Temperature and relative humidity values inside the greenhouse were measured hourly using the climate sensor (HOBO, MX1101, Onset, BlvdBourne, USA) instrument at a height of 1.5 meters from the ground and were determined as 16.8°C - 17.6°C and 58.8% - 63.5%, respectively. The study was conducted using potted plants with a width of 30 cm and a height of 40 cm (Ödemiş & Çalışkan, 2014). Each pot was filled (23.9 kg) equally with after sieving the soils. Beneath the pots, bottom plates were placed to collect the drainage water. *Lactuca sativa* L. var. Longifolia Lam. cv. Cospirina was used as plant material. This variety is suitable for greenhouse and open field production, summer, and early autumn cultivation, and has strong leaves and a heavy core structure. It also has a high tolerance to leaf tip burns (Syngenta, 2020).

Experimental treatments

Lettuce was irrigated with tap water until it had 8-10 leaves. The experiment was conducted with irrigation waters of three different irrigation water salinity levels ($EC_{i-0} = 0.5$ dS m^{-1} (control), $EC_{i-2} = 2$ dS m^{-1} , $EC_{i-4} = 4$ dS m^{-1}) and four different leaching fractions (($LF_0=0\%$, $LF_{10}=10\%$, $LF_{20}=20\%$, $LF_{30}=30\%$). It was conducted in a factorial trial design with 5 replications. Leaching fractions were obtained by adding 10%, 20% and 30% irrigation water to the irrigation water required for the field capacity of the control pot before each irrigation. The salinity levels of the irrigation water were adjusted using NaCl. The electrical conductivity of the applied irrigation water (EC_i) was controlled using a portable Consort C533 EC meter (Consort bvba, Yunhout, Belgium) before each irrigation.

Measurements

Soil salinity (EC_e , $dS\ m^{-1}$): Soil samples were taken on March 13, 19, and 30 from the pots exposed to the same treatments outside the experiment after the saline water treatments were started and the plants reached the growth and development stage. Saturated soil pastes were prepared from each soil sample, and soil water was extracted after 24 hours. The electrical conductivities of the extracted soil water (EC_e , $dS\ m^{-1}$) for each treatment were measured using a Consort C533 EC meter (Consort bvba, Yunhout, Belgium).

Yield and vegetative characteristics: At harvest, the aboveground parts of the plants were cut and first the head mass (yield $g\ plant^{-1}$) was weighed. Then, the commercial head mass ($g\ plant^{-1}$) weight was determined by discarding the poor-quality leaves in the head mass. Root length (cm), root width (cm), commercial head length (cm), commercial head diameter (cm), number of leaves (number), number of commercial leaves (pieces), leaf width (cm), and leaf length (cm) were measured to determine the effects of the treatments on the vegetative characteristics of lettuce.

Physiological measurements: stomatal conductivity (g_s) (Kim et al., 2004), leaf surface temperature (LSt), chlorophyll content (SPAD) Gianquinto et al. (2004) and chlorophyll concentrations (Chl-*a*, Chl-*b* and Chl-*tot*) were measured on two leaves between 11:00-14:00 h, one day before irrigation in each replicate after the leaves reached a measurable size during the experiment, and Chl-*a*, Chl-*b*, and Chl-*tot* concentration ($mg\ g^{-1}$) were measured only at harvest. The stomatal conductivity was measured using an SC-1 leaf porometer (Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA). The instrument was calibrated using standard calibration paper before each measurement. SPAD values related to chlorophyll content in the leaves were measured with a hand-held SPAD-502 (Konica–Minolta, Inc., Osaka, Japan). The leaf surface temperature was measured 2 times from four sides of each crop using an infrared thermometer (IR Temp Meter, Spectrum Tech. Inc., Aurora, USA).

Chlorophyll concentration was determined by the weight of the leaves taken from each treatment at harvest, they were homogenized by adding 1-2 ml of 80% acetone in a porcelain mortar and then filtered through coarse filter paper into 10 ml glass tubes and then added 10 ml of 80% acetone completed with acetone (Arnon, 1949). The obtained solutions were read on a spectrophotometer at wavelengths of 645, 663 and 652 nm, and chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll concentrations ($mg\ g^{-1}$) were determined (Lichtenthaler & Wellburn, 1983).

Plant water consumption (PWC): The pots were weighed and the required irrigation water for the field capacity was determined and applied to the plants before each irrigation. The pots were weighed again just before the next irrigation cycle (after a period of 7 ± 1 days), and the difference was evaluated as weekly PWC. Electronic weighing scale was used for pot weighing. This process was repeated throughout the experiment, and the seasonal PWC was determined (Eq. 1).

Irrigation scheduling and Plant water consumption (PWC): To determine the irrigation water to be applied in each irrigation, the pots were weighed just before irrigation and calculated using Equation 1 (Ayers & Westcot, 1985).

$$I = \frac{(W_{fc} - W) / \rho_w}{1 - LF} \quad \text{Eq. (1)}$$

where I is the amount of applied irrigation water (L); W_{fc} and W are the weight of lysimeter at field capacity and just before irrigation (kg); ρ_w is bulk density of water ($1\ kg\ L^{-1}$) and LF is the leaching fraction.

During the growing season, the pots were weighed every 5-6 days, and 40-50% of the available water was considered as the threshold for irrigation. In the growing season irrigation was performed every 7 ± 1 days. Irrigation water was applied using graduated containers, with an accuracy of 0.1 liters. Plant water consumption between two consecutive irrigations was determined by using Equation 2 (Ödemiş et al., 2019).

$$PWC = \frac{W_n - W_{n+1}}{\rho_w} + I - D_p \quad \text{Eq. (2)}$$

where PWC is the plant water consumption between two consecutive irrigations (L); W_n and W_{n+1} are the weight of pot before n^{th} and $n + 1^{\text{th}}$ irrigation application (kg); ρ_w is bulk density of water (1 kg L^{-1}); I is the amount of applied irrigation water (L) and D_p is the amount of drainage water accumulated in the pots 1 day after irrigation (L).

This process was repeated throughout the experiment. The actual PWC was calculated by subtracting the weight of the lettuce from the weight of the observation pots at the end of the experiment.

Statistical analyses

The relationships between soil salinity and g_s , LSt, SPAD, Chl-*a*, Chl-*b*, Chl-*tot* and yield parameters were determined using the linear regression model given in Equation 3.

$$y = ax + b \quad \text{Eq. (3)}$$

where y is the soil salinity; x is the measured value of the selected variable; a and b are the slope and intercept of the fitted line, respectively.

The determination coefficients (r^2) for the linear relationships between each variable and soil salinity were calculated using Equation 4.

$$r^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)(Y_i - \bar{Y}_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_i)^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2} \quad \text{Eq. (4)}$$

where: r^2 the determination coefficient; x_i and y_i are individual data points; and \bar{X}_i and \bar{Y}_i are the means of the variables. r^2 equal to 1 indicates the strongest possible linear relationship between the variables in the regression model. All statistical analyses were performed using OriginPro v2023b (OriginLab Corporation, Northampton, MA, USA).

RESULTS and DISCUSSIONS

Effect of climatic conditions in greenhouse on soil salinity

Greenhouse temperature ranged between 2.7°C and 43.7°C and relative humidity between 17.1% and 88.7% from planting to harvest. The temperature increased by 0.66°C and the relative humidity increased by 0.03% per day on average. The soil temperature increased because of the increase in greenhouse temperature and decrease in soil moisture. Differences of up to 5°C in the soil temperature were measured before and after irrigation. The effect of greenhouse temperature on soil temperature increased as soil salinity increased, and soil moisture decreased. The daily increase in soil temperature was 1°C at EC_{i-2} and 1.3°C at EC_{i-4} . Doubling irrigation water salinity (from 2 dS m^{-1} to 4 dS m^{-1}) increased soil temperature by 30%. This situation shows that soil warming will be affected by soil salinity as well as air temperature in the process of climate change.

Increased soil salinity can be exacerbated by human activities, such as increasing temperatures, rising sea water levels, seawater intrusion, erosion of minerals, over-fertilization, and over-irrigation (Shrivastava & Kumar, 2015). The saline drainage water used in areas where water resources are insufficient on a global scale can increase the severity of soil salinity and temperature. Soil temperature caused by irrigation water salinity during plant growth and development may cause yield losses in plants with shallow root structures. In our study, the soil temperature

decreased with an increase in leaching rates applied to reduce the effect of irrigation water salinity on salt accumulation in the soil. The soil temperature decreased by 1°C at 10% leaching fraction and by 2°C at 20% and 30% after irrigation. Considering that soil temperature has a high correlation with salinity, it is thought that the main factor in the decrease in temperature with increasing leaching fraction is due to a less saline and more saturated layer with leaching. Although leaching is considered as an option for preventing soil salinity, it is not possible to be a definite solution due to the unfavorable quality and quantity of water resources in the future.

Soil salinity (EC_e)

The soil salinity varied depending on the applied irrigation water salinity, leaching rate, soil depth, and time. Salt accumulation in the soil increased as the irrigation water salinity increased. Soil salinity increased from 0.569 dS m⁻¹ to 1.159 dS m⁻¹ at EC_{i-0} with no leaching ($EC_{i-0} \times LF_0$) at the beginning of the trial. Leaching prevented reaching the equilibrium of soil salinity, and drainage water and soil salinity reached balance only after the 4th irrigation. Similarly, Ayers and Westcot (1985) stated that soil and drainage water salinity can reach equilibrium only after 4-6 irrigations and that differences in climate, soil conditions, and management practices change the equilibrium period.

Leaching has been the most important practice in the reduction of soil salinity. It was observed that the efficiency of leaching was higher, and it could leach more salt, particularly at high soil salinities. 30% leaching rate reduced soil salinity by 23% in EC_{i-2} (from 1.416 dS m⁻¹ to 1.145 dS m⁻¹) and 40% in EC_{i-4} (from 2413 μ mhos cm⁻¹ to 1719 μ mhos cm⁻¹) (Table 1). Saline water (up to 11 dS m⁻¹) has been used successfully in combination with commercial irrigation to irrigate a number of crops globally (Karlberg, 2005) and Israel has successfully used saline groundwater by 3.0 dS m⁻¹ in 25-30% leaching rate (Miyamoto et al., 1984).

Table 1. Effects of different levels of irrigation water salinity and leaching fractions on EC_e , yield and PWC

Çizelge 1. Farklı sulama suyu tuzluluk seviyeleri ve yıkama fraksiyonlarının EC_e , verim ve PWC üzerindeki etkileri

Salinity Treat.	LF	EC_e (dS m ⁻¹)	Yield (g pot ⁻¹)	PWC (L pot ⁻¹)	g_s (mmol m ⁻² s ⁻¹)	LSt (°C)	Spad	Chl a (mg g ⁻¹)	Chl b (mg g ⁻¹)	Chl tot (mg g ⁻¹)
$EC_{i-0.5}$	LF ₀	0.91	267	7.32	220	21.98	37.88	0.355	0.116	0.549
	LF ₁₀	0.80	275	8.25	254	21.52	38.75	0.377	0.118	0.589
	LF ₂₀	0.74	282	9.64	284	21.38	40.79	0.410	0.128	0.544
	LF ₃₀	0.85	280	10.50	305	20.21	40.99	0.383	0.110	0.505
EC_{i-2}	LF ₀	1.41	219	7.00	229	23.42	38.58	0.334	0.117	0.507
	LF ₁₀	1.36	233	7.52	235	22.71	39.42	0.426	0.125	0.523
	LF ₂₀	1.31	268	7.84	272	21.46	39.61	0.357	0.116	0.610
	LF ₃₀	1.14	271	8.46	284	21.00	40.17	0.345	0.105	0.486
EC_{i-4}	LF ₀	2.41	182	5.00	203	23.85	36.40	0.292	0.104	0.479
	LF ₁₀	2.14	188	5.44	205	22.87	37.24	0.392	0.093	0.426
	LF ₂₀	2.10	210	5.94	216	22.69	39.73	0.292	0.116	0.559
	LF ₃₀	1.72	212	6.46	238	21.69	40.38	0.332	0.095	0.425
Mean										
$EC_{i-0.5}$		0.83 b	276 a	8.92 a	266 a	21.27 c	39.60	0.381 a	0.118	0.547 a
EC_{i-2}		1.31 ab	248 ab	7.71 a	255 a	22.15 b	39.45	0.366 ab	0.116	0.532 b
EC_{i-4}		2.09 a	198 b	5.71 b	215 b	22.78 a	38.44	0.327 b	0.102	0.472 c
LF ₀		1.58 a	222.67 b	6.44 b	231.4 b	23.08 a	37.62	0.353 ab	0.112	0.512 b
LF ₁₀		1.44 ab	232.00 b	7.07 ab	257.2 b	22.37 b	38.47	0.353 ab	0.112	0.512 b
LF ₂₀		1.38 ab	253.22 a	7.81 ab	275.4 a	21.84 b	40.04	0.398 a	0.120	0.571 a
LF ₃₀		1.24 b	254.33 a	8.47 a	217.4 c	20.97 c	40.51	0.327 b	0.103	0.472 c

The difference in salinity between the upper and lower soil layers increased over time, as water transported upwards by capillary action evaporated. However, the time-dependent rate of salt accumulation in the upper soil layers increased at the beginning of the experiment due to capillarity and the rate of increase decreased as the harvest time approached. In the first sampling, EC_e in the 0-10 cm layer increased by 186% in EC_{i-0} and 287% in EC_{i-4} compared to the 30-40 cm. The rate of salt transport decreased towards harvest, despite the difference between the 0-10 cm and 30-40 cm layers was 2-3 fold during the irrigation period. These results are in agreement with those of previous studies. Studies have shown that the highest salt accumulation between two irrigations is observed in the upper layers and under the root zone under normal conditions (under homogeneous soil profile and same soil structure conditions), and that the soil salinity in these layers can be up to 2 to 3 folds higher than that in the other layers (Shalhevet, 1984).

Where EC_e is the electrical conductivity of the extracted soil water, and $EC_{i-0.5}$, EC_{i-2} , and EC_{i-4} indicate the irrigation water salinity levels of 0.5 $dS\ m^{-1}$, 2 $dS\ m^{-1}$ and 4 $dS\ m^{-1}$, respectively. LF_0 , LF_{10} , LF_{20} , and LF_{30} represent the 0, 10%, 20%, and 30% leaching fraction rates, respectively.

Plant water consumption (PWC)

PWC is a complex process involving the interaction of crops (cultivar and genetics), soil (soil moisture and nutrient content), and climatic conditions (vapor pressure deficit, air temperature, wind and sunshine period and intensity). Plants grown under cool conditions are more tolerant to salinity than those grown under hot conditions (Niu et al., 2019). In our study, PWC was measured at a low level because lettuce was grown during a cool period, even though it was grown under greenhouse conditions. In addition, PWC decreased as the salinity increased. Similar results have been reported in many studies and in other crops (Heidarpour et al., 2009; Jiang et al., 2012; Çebi et al., 2018; Yavuz et al., 2023). PWC varied between 7.32-10.5 L (mean 8.92 L) in EC_{i-0} , 7.0-8.46 L (mean 7.71 L) in EC_{i-2} , and 5.0-6.46 (mean 5.71 L) in EC_{i-4} . Compared with the control treatment, PWC decreased by 14% in EC_{i-2} and 36% in EC_{i-4} . The PWC increased as the leaching rates increased (Table 1). The average PWC was 5.0 L in LF_0 , 5.44 L in LF_{10} , 5.94 L in LF_{20} and 6.46 L in LF_{30} . Compared to LF_0 , the PWC increased proportionally by 8% in LF_{10} , 19% in LF_{20} , and 29% in LF_{30} . On average, PWC decreased by 2.5 L for a 1 $dS\ m^{-1}$ increase in EC_e ($r^2=0.99^{**}$). A decrease in the leaching fraction significantly reduces PWC by increasing irrigation water salinity (Heidarpour et al., 2009). Since the amount of leaching caused different amounts of EC_e at each salinity treatment, the relationship between PWC due to leaching rates was different; PWC decreased by 5.08 L at EC_{i-2} and 2.12 L at EC_{i-4} for 1 $dS\ m^{-1}$ EC_e increase. Ünlükara et al. (2008) reported that PWC decreased with the proportional increase in EC_e and PWC decreased by 0.24 $g\ pot^{-1}$ per unit increase in EC_e and the lowest PWC was measured at the highest salinity.

The salt concentration of the layer close to the soil surface and the time the plant is exposed to salinity are some of the most important factors affecting plant yield. Although it is very important that the soil salt concentration exceeds the threshold value of the plant in terms of yield reduction, many studies have shown that the time the root zone is exposed to salinity is the most important factor (Maas et al., 1986; Maas & Poss, 1989). The lettuce yield ranged from 182 $g\ plant^{-1}$ ($EC_{i-4} \times LF_{10}$) to 282 $g\ plant^{-1}$ ($EC_{i-0} \times LF_{20}$) (Table 1), and the yield decreased with increasing soil salinity (EC_e) and increased with increasing leaching rate. After EC_e of 0.825 $dS\ m^{-1}$ (threshold value), the yield decreased by 22% for every 1 $dS\ m^{-1}$. When EC_e increased from 0.825 $dS\ m^{-1}$ (EC_{i-0}) to 1.31 $dS\ m^{-1}$ (EC_{i-2}) and 2.09 $dS\ m^{-1}$ (EC_{i-4}), yield decreased by 10% and 28%, respectively. Ünlükara et al. (2008) reported that lettuce yield decreased by 25.3%, 31.4%, 48.5%, 56.8% and 69.7% for EC_i 1.5, 2.5, 3.5, 5 and 7 $dS\ m^{-1}$, respectively. Heidarpour et al. (2009) reported that an increase in irrigation water salinity (EC_i) and a decrease in leaching fraction caused a significant decrease in yield, and increased EC_i increased Cl^- and Na^+ accumulation in the plant, but leaching application decreased this accumulation. Exogenous nitric oxide (NO) application partially reduced the effects of salt stress in lettuce, whereas salt stress (compared to the control) caused a significant decrease in growth, yield, carotenoids, and photosynthetic pigments and significantly affected oxidative compounds. In addition, salt stress

decreased nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K⁺) ions and increased Na⁺ ions in lettuce leaves (Sardar et al., 2023).

Stomatal conductivity

Stomata are responsible for gas exchange between the intercellular space of the leaf and the atmosphere and for the control of water vapor outflow (Kerepesi & Galiba, 2000). Owing to their immediate response to changes in soil moisture, stomatal conductivity decreases when water decreases or osmotic pressure increases in the root zone. In our experiment, irrigation water salinity ($p < 0.01$), leaching fractions ($p < 0.05$) and their interactions ($p < 0.05$) were effective on stomatal conductance. Increasing soil salinity decreased the water uptake of the roots and caused a decrease in stomatal conductance (Figure 1). The average EC_e and g_s values were 0.83 dS m⁻¹ - 266 mmol m⁻² s⁻¹ at EC_{i-0.5}, 1.31 dS m⁻¹ - 255 mmol m⁻² s⁻¹ at EC_{i-2} and 2.09 dS m⁻¹ - 215 mmol m⁻² s⁻¹ at EC_{i-4}. The highest g_s was 305 mmol m⁻² s⁻¹ at EC_{i-0.5} × LF₃₀ (0.85 dS m⁻¹), and the lowest g_s was 203 mmol m⁻² s⁻¹ at EC_{i-4} × LF₀ (2.41 dS m⁻¹). g_s decreased as the soil salinity increased and the leaching fraction decreased (Figure 2).

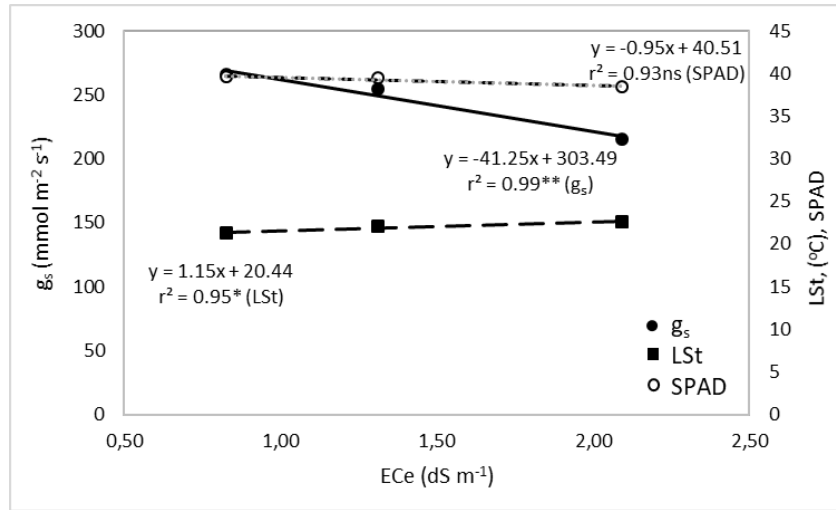


Figure 1. Relationship between seasonal average g_s , LSt and SPAD values and soil salinity at different irrigation water salinity levels

Şekil 1. Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinde sezonluk ortalama g_s , LSt ve SPAD değerleri ile toprak tuzluluğu arasındaki ilişki

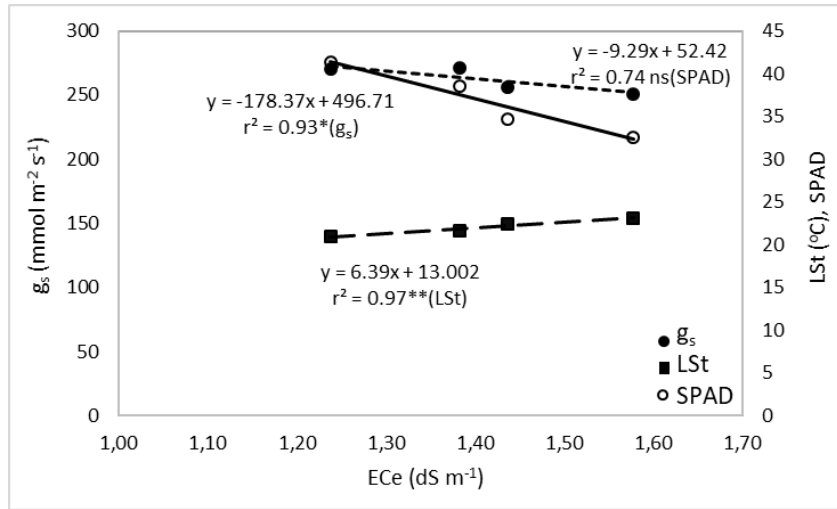


Figure 2. Relationship between seasonal average g_s , LSt and SPAD values and soil salinity in different leaching fractions

Şekil 2. Farklı yıkama fraksiyonlarında sezonluk ortalama g_s , LSt ve SPAD değerleri ile toprak tuzluluğu arasındaki ilişki

The most stable effect of leaching fraction on g_s was observed at EC_{i-4} . g_s was more stable at low soil salinity; the positive contribution of leaching fraction to soil salinity did not affect g_s in EC_{i-0} and EC_{i-2} . Yield increased linearly in all treatments as g_s increased. However, the yield was linear and insignificant ($r^2=0.86ns$) in EC_{i-0} , linear and significant ($r^2 = 0.96^*$) in EC_{i-2} , and polynomial and significant ($r^2=0.99^{**}$) in EC_{i-4} owing to the increase in g_s .

The stomatal conductivity increased and then decreased in all treatments on the measurement dates. While the average g_s was $257 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in the first measurements, it was 382 and $209 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ at the beginning and end of the maximum development period, respectively, and $143 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ at harvest. In addition to the normal senescence cycle of lettuce, salt stress accelerates plant senescence and weakens stomatal conductivity, and the stomata react later, even if irrigation is applied. The change in stomatal conductivity between the two irrigation cycles was similar to the change in stomatal conductivity from sowing to harvest. It was also observed that g_s did not increase immediately after irrigation but decreased after reaching a maximum value following a recovery phase of 1 or 2 days. These results are in agreement with those of other studies investigating the effects of salt stress in potatoes (Ödemiş & Çalışkan, 2014) and drought stress in cotton (Kazgöz Candemir & Ödemiş, 2021) on stomatal conductivity.

Leaf surface temperature (LSt)

After a healthy plant is irrigated, g_s increases and cooling occurs on the leaf surface. However, when the plant loses water and g_s begins to decrease, LSt approaches the air temperature (T_a). If the stress continues after this stage, LSt becomes slightly warmer than T_a . An increase in the difference between LSt and T_a indicated an increase in the stress level of the plant. Plants respond similarly to drought and salinity stress (Oosterhuis, 2001). In our experiment, irrigation water salinity ($p<0.05$), leaching fractions ($p<0.01$) and their interactions ($p<0.05$) were effective on leaf surface temperature. The LSt increased as salinity increased (Figure 1). LSt increased by 2.07% at EC_{i-2} and 7.09% at EC_{i-4} compared with the control. The max. and min LSt was measured in $EC_{i-4} \times LF_0$ (23.85°C) and $EC_{i-0} \times LF_3$ (20.21°C) interactions. As the leaching fractions increased in EC_{i-2} and EC_{i-4} , LSt also decreased as EC_e decreased (Figure 2). The regression coefficient (r^2) between EC_e and LSt varied according to salinity, and the highest relation was observed in EC_{i-4} (3.07°C increase in 1 dS m^{-1}). The difference between LSt- T_a was affected by EC_e as well as LF ($p<0.01$). The max. LSt- T_a difference was observed in LF_{30} (5.66°C) and the minimum in LF_0 (4.00°C). The increase in T_a caused a significant difference between LSt- T_a and the plants were exposed to more stress during

these periods. Previous studies examining the change in LSt under water stress conditions showed that the LSt-T_a difference (leaf surface temperature-air temperature difference) increased as the irrigation time was getting closer and decreased after irrigation because of the increase in g_s (Ödemiş & Kazgöz Candemir, 2023). Hancı and Tuncer, (2020) reported that LSt made no difference at 0 and 100 mM salt concentrations but increased slightly at 200 mM.

SPAD

Chlorophyll molecules are the basic biological components of the photosynthetic process, and any reduction in leaf chlorophyll content can disrupt photosynthetic mechanisms and reduce yields (Shin et al., 2020). Chlorophyll is the primary pigment involved in the capture of light for photosynthesis and other photochemical and non-photochemical reactions; thus, the amount of light absorbed by a leaf is related to its chlorophyll content. Leaf chlorophyll content, besides its importance in light capture, can also be used as an indicator of the light environment during plant growth. Traditional methods for determining leaf chlorophyll content have been found to cause damage to the leaves and result in time-consuming processes to achieve accurate and clear results, prompting the development of a portable chlorophyll meter (SPAD-502) by the Minolta Corporation in the 1990s. The SPAD-502 was used as a tool to assess leaf nitrogen content in plants. Since there is a close relationship between leaf nitrogen and leaf chlorophyll content subsequent research has demonstrated that the SPAD device could be used to determine plant chlorophyll content under field conditions (Marenco et al., 2009). The increase in soil salinity did not cause a significant change in the SPAD (Figure 1). The mean SPAD value was measured at 39.60 at EC_{i-0.5}, 39.45 at EC_{i-2} and 38.44 at EC_{i-4}. Adhikari et al. (2019) reported that salinity stress decreased the chlorophyll index by 5-14%. SPAD values were not affected by EC_e measured at leaching fractions (Figure 2). SPAD was measured as 38.47 at 10% leaching, 40.04 at 20% leaching, and 40.51 at 30% leaching. Similar to stomatal conductance, SPAD showed a decreasing trend towards harvest. SPAD was 44.29 at the first measurement approximately 15 days after lettuce planting and decreased to 35.77 at harvest. The decreasing trend varied among treatments; there was a linear and significant decrease in EC_{i-2} and EC_{i-4}, whereas a polynomial and insignificant decrease was determined in EC_{i-0.5}. The lowest SPAD values at harvest were measured at 33.12 and 35.02 in EC_{i-2} and EC_{i-4} treatments, respectively. The relationship between SPAD and yield was influenced by the EC_e and leaching levels. A unit increase in the SPAD value resulted in a 47 g increase in yield ($y = 47.123x - 1612.7$ $r^2 = 0.99^{**}$). However, the effect of leaching fractions on SPAD-yield was significant only for EC_{i-4} ($y = 7.88x - 105.11$ $r^2 = 0.99^{**}$).

Chlorophyll concentration

Apart from the stomata, which regulate gas exchange during photosynthesis, chloroplasts containing chlorophyll significantly influence photosynthesis. Initially, although photosynthesis is reduced by stomatal factors, continued stress or increased severity leads to depression in chloroplast and enzyme activity, resulting in a decrease in chlorophyll concentration (Miller et al., 2010). In our study, as soil salinity increased, both Chl-*tot* and Chl-*a* concentrations decreased ($r^2=0.96^*$, $r^2=0.99^{**}$), whereas Chl-*b* remained unaffected (Figure 3). The highest Chl concentration was measured in EC_{i-0}. Although lower concentrations were measured in EC_{i-2} and EC_{i-4} than in EC_{i-0}, the concentrations in EC_{i-0} and EC_{i-2} were approximately the same. Chl-*b* was the lowest in EC_{i-0} (0.102 mg g⁻¹), whereas it was measured at approximately the same level in EC_{i-0} and EC_{i-2} (0.116 mg g⁻¹-0.118 mg g⁻¹). Chl-*a*, Chl-*b*, and Chl-*tot* chlorophyll concentrations were measured at the same level in the LF₀ and LF₁₀ treatments (0.353 mg g⁻¹ in Chl-*a*, 0.112 mg g⁻¹ in Chl-*b*, and 0.512 mg g⁻¹ in Chl-*tot*). The effects of the leaching fractions on the SPAD and chlorophyll concentrations were similar.

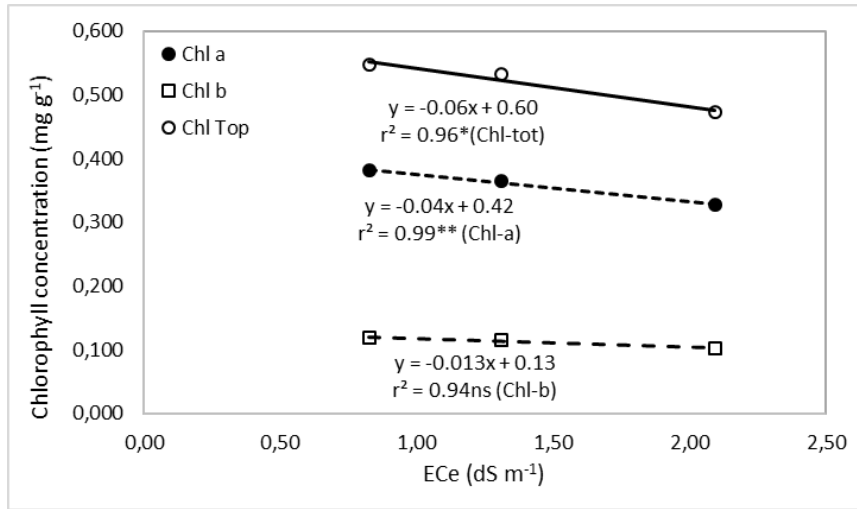


Figure 3. The relationship between chlorophyll concentrations and soil salinity at different irrigation water salinity levels

Şekil 3. Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinde klorofil konsantrasyonları ile toprak tuzluluğu arasındaki ilişki

Our findings indicate that the salinity levels we studied caused a significant decrease in chlorophyll a and total chlorophyll contents in lettuce leaves. The level of soil salinity that causes stress affects chlorophyll concentration by leading to higher salt accumulation in the leaves and oxidizing chlorophyll and chloroplasts, resulting in decreased concentrations of pigment proteins (Aftab et al., 2011). These results are consistent with previous research showing a significant decrease in chlorophyll concentration with increasing salt stress (Shin et al., 2020; Babaousmail et al., 2022; Sardar et al., 2023). Linear and significant relationships were found between chlorophyll concentrations and SPAD values ($p < 0.01$). However, Ödemiş et al. (2019) did not find a consistent relationship between chlorophyll concentration and SPAD in cotton plants exposed to drought stress. There were insignificant relationships between Chl-*a*, Chl-*b* and Chl-*tot* and SPAD in the first year and significant relationships only with Chl-*a* in the second year ($r^2 = 0.65$). The differences between studies are thought to stem from differences in soil, plant, and climate conditions, as well as the severity of stress and cultural practices.

Effect of soil salinity and leaching rates on vegetative characteristics

The root length, root width, leaf number, number of commercial leaves, and leaf length decreased as salinity increased ($p < 0.01$). Commercial fruit length, diameter, and biomass were not affected by the increase in salinity. Root length 1.16 cm, root width 0.35 cm, leaf number 2.90, number of commercial leaves 1.75, leaf width 0.92 cm and leaf length 0.88 cm decreased with one unit increase in EC_e .

The vegetative parameters affected by the leaching rates and the level of the effect varied depending on the increase in EC_e . Leaching fractions affected only leaf number in $EC_{i-0.5}$, root length, root width, commercial fruit diameter, number of leaves, number of commercial leaves, and biomass in EC_{i-2} , and root width, commercial fruit diameter, number of leaves, number of commercial leaves, leaf width, leaf length, and biomass in EC_{i-4} . When both the EC_e and leaching rates were considered, it was observed that increases in both variables did not form a consistent model for vegetative characteristics. Al-Maskri et al. (2010) stated that some vegetative traits decreased with salinity at 0, 50 mM, and 100 mM, while others were not affected by salinity increase, showing inconsistent changes. The findings of Bar-Yosef et al. (2005) indicated that lettuce vegetative characteristics are not equally affected by salinity at the same level. For example, while leaf number decreased with salinity in Ünlükara et al. (2008) and our study, it was not affected by salinity in Andriolo et al. (2005). Additionally, although biomass was not affected by the salinity increase in our study, it decreased in Al-Maskri et al. (2010).

Table 2. Significance levels of regression analysis of physiological parameters and yield parameters under irrigation water salinity level and leaching fractions ($y=ax+b$, r^2 , $n=4$)Çizelge 2. Sulama suyu tuzluluk seviyesi ve yıkama fraksiyonları altında fizyolojik parametreler ve verim parametrelerinin regresyon analizinin anlamlılık düzeyleri ($y=ax+b$, r^2 , $n=4$)

Treat.	Physiological parameter	Yield	Root Length	Root Width	Com. Fruit Length	Com		Num		Leaf Length	Biomass
						Fruit Diameter	Leaf Number	Com Leaf	Leaf Width		
EC _i	g _s	**	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns
	LSt	**	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	**
	SPAD	**	**	**	ns	ns	ns	**	**	**	**
	Chl-tot	*	**	ns	ns	ns	ns	**	*	**	ns
	Chl-a	**	**	*	ns	ns	ns	**	**	**	ns
	Chl-b	*	*	ns	ns	ns	ns	**	*	*	ns
LF	g _s	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LSt	**	**	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns
	SPAD	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
	Chl-tot	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Chl-a	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Chl-b	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

where EC_i is the irrigation water salinity level; LF is the leaching fractions; **, * and ns indicate the significance level of $p < 0.01$, $p < 0.05$ and non-significant, respectively.

Effect of physiological parameters on yield and vegetative characteristics

The average soil salinity had approximately the same level of impact on g_s, LSt, and SPAD values, affecting both yield and vegetative characteristics of lettuce (Table 2). Only the relationship between g_s and Biomass was not significant. The effects of Chl-tot, Chl-a, and Chl-b on the yield and vegetative characteristics were mostly insignificant. This is because the chlorophyll concentrations in EC_{i-0.5} and EC_{i-2} were measured close to each other. The physiological parameters measured at the leaching fractions affected fewer vegetative traits. g_s, LSt, and SPAD values were effective on yield, root length, root width, and leaf number, whereas only g_s and LSt were effective on commercial fruit lengths, respectively (Table 2). The chlorophyll concentration values, depending on leaching fraction rates, did not significantly affect any of the yield or vegetative traits.

In this study, the responses of Chl-a, Chl-b, Chl-tot, g_s and LSt to soil salinity were significant ($r^2=0.99^{**}$ and $r^2=0.95^*$). However, salinity changes caused by leaching prevented a clear response from g_s and LSt. The fact that both g_s and LSt responded to stress in a short time and showed a high regression relationship with yield shows that they have a high potential for use in predicting crop yield. SPAD measurements, which are recommended because chlorophyll analyses are damaging to the plant and time consuming, were found to have a high relationship with yield but a low relationship with salinity. This suggests that the relationship between yield and salinity is more closely related to the duration of exposure to salinity than to instantaneous soil salinity. In our experiment, with an irrigation interval of approximately one week, g_s and LSt responded shortly after being relieved from stress, while the same response was not observed in SPAD measurements. Therefore, it was concluded that SPAD would respond significantly only under prolonged conditions of salinity or water stress. g_s, LSt and SPAD values decreased towards harvest. The particularly high decreasing trend in EC_{i-4} indicates that lettuce enters a rapid aging process under stress. Soil salinity significantly decreased lettuce yield and the development of a significant part of the vegetative parts, whereas leaching application had a positive effect on yield and vegetative characteristics. Although the

increase in leaching rate decreased soil temperature, doubling the irrigation water EC_i (from 2 dS m^{-1} to 4 dS m^{-1}) increased soil temperature by an average of 30%. An increase in soil temperature with increasing salinity will increase the importance of soil management planning and irrigation scheduling during climate change. Despite the positive effects of leaching on soil salinity and plant water consumption have been observed, continuous leaching practices have not been considered as a sustainable option in water-limited areas. Instead, it may be recommended to use saline water in rotation (freshwater-drainage water-freshwater) or saline water during growth periods when salinity tolerance is high. In our study, the salt threshold value of lettuce was determined to be 0.825 dS m^{-1} , and the yield decreased by 22% at 1 dS m^{-1} . This value provided by continuous irrigation reflects an average response. If we had used rotational irrigation or different developmental stages of lettuce, the response to salinity would probably have been different. In addition, towards the end of the growth period, the plant's salt tolerance would increase, and the possibility of using saline water would increase. For this reason, in salt-yield relationships, studies that reveal the response of developmental periods to salinity should be emphasized instead of seasonal salt-yield relationships.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Hatay Mustafa Kemal University for the financial support of the project numbered 22YL022.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The authors declare that they have contributed equally 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

- Acosta-Motos, J., Ortuño, M., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M., & Hernandez, J. (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. *Agronomy*, 7 (1), 18. <https://doi.org/10.3390/agronomy7010018>
- Adhikari, N. D., Simko, I., & Mou, B. (2019). Phenomic and physiological analysis of salinity effects on lettuce. *Sensors*, 19 (21), 4814. <https://doi.org/10.3390/s19214814>
- Aftab, T., Khan, M.M.A., da Silva, J.A.T., Idrees, M., Naeem, M., & Moinuddin. (2011). Role of salicylic acid in promoting salt stress tolerance and enhanced artemisinin production in *Artemisia annua* L. *Journal of Plant Growth Regulation*, 30 (4), 425-435. <https://doi.org/10.1007/s00344-011-9205-0>
- Al-Maskri, A., Al-Kharusi, L., Al-Miqbali, H., & Khan, M.M. (2010). Effects of salinity stress on growth of lettuce (*Lactuca sativa*) under closed-recycle nutrient film technique. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12 (3), 377-380.
- Andriolo, J.L., Luz, G.L.D, Witter, M.H., Godoi, R.D.S., Barros, G.T., & Bortolotto, O.C. (2005). Growth and yield of lettuce plants under salinity. *Horticultura Brasileira*, 23 (4), 931-934. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362005000400014>
- Arnon, D.I. (1949). Cooper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24 (1), 1115. <https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1>

- Arora, N.K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*, 2 (2), 95-96. <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>
- Aydinsakir, K., Karaca, C., Ozkan, C.F., Dinc, N., Buyuktas, D., & Isik, M. (2019). Excess nitrogen exceeds the European standards in lettuce grown under greenhouse conditions. *Agronomy Journal*, 111 (2), 764-769. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.07.0425>
- Ayers, A.S., & Westcot, D.W. (1985). *Water quality for agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29.
- Babaousmail, M., Nili, M.S., Brik, R., Saadouni, M., Yousif, S.K.M., Omer, R.M., Osman, N.A., Alsahli, A.A., Ashour, H., & El-Taher, A.M. (2022). Improving the tolerance to salinity stress in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) using exogenous application of salicylic acid, yeast, and zeolite. *Life*, 12 (10), 1538. <https://doi.org/10.3390/life12101538>
- Bar-Yosef, B., Markovich, T., & Levkovich, I. (2005). Lettuce response to leachate recycling in an arid zone greenhouse. *Acta Horticulturae*, 697, 243-250. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.697.29>
- Barassi, C.A., Ayrault, G., Creus, C.M., Sueldo, R.J., & Sobrero, M.T. (2006). Seed inoculation with *Azospirillum mitigates* NaCl effects on lettuce. *Scientia Horticulturae*, 109 (1), 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.025>
- Cahn, M., & Ajwa, H. (2004). Management of salinity for lettuce production. University of California Cooperative Extension Monterey County. <https://cemonterey.ucanr.edu/files/171001.pdf>
- Çebi, U.K., Selçuk, Ö., Altıntaş, S., Yurtseven, E., & Öztürk, O. (2018). Effect of different irrigation levels and irrigation water salinity on water use efficiency and yield of tomato grown in greenhouse. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 33-46.
- De Pascale, S., & Barbieri, G. (1995). Effects of soil salinity from long-term irrigation with saline-sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. *Scientia Horticulturae*, 64 (3), 145-157. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(95\)00823-3](https://doi.org/10.1016/0304-4238(95)00823-3)
- Erdem, F., & Kale Çelik, S. (2018). Farklı tuzluluk ve yıkama suyu oranlarına sahip sulama sularının ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) gelişimi, verimi ve drenaj suyu kalitesine etkisi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, 73-82.
- Francois, L.E., Donovan, T.J., Maas, E.V., & Rubenthaler, G.L. (1988). Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of triticale. *Agronomy Journal*, 80 (4), 642-647. <https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000040019x>
- Gianquinto, G., Goffart, J.P., Olivier, M., Guarda, G., Colauzzi, M., Dalla Costa, L., Delle Vedove, G., Vos, J., & Mackerron, D.K.L. (2004). The use of hand-held chlorophyll meters as a tool to assess the nitrogen status and to guide nitrogen fertilization of potato crop. *Potato Research*, 47 (1-2), 35-80. <https://doi.org/10.1007/BF02731970>
- Gün, A. (2019). Marulda (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) organik gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 78 s, Ordu.
- Gupta, B., & Huang, B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2014/701596>
- Hancı, F., & Tuncer, G. (2020). How do foliar application of melatonin and l-tryptophan affect lettuce growth parameters under salt stress? *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8 (4), 960-964. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i4.960-964.3224>
- Heidarpour, M., Mostafazadeh-Fard, B., Arzani, A., Aghakhani, A., & Feizi, M. (2009). Effects of irrigation water salinity and leaching fraction on yield and evapotranspiration in spring wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40 (15-16), 2521-2535. <https://doi.org/10.1080/00103620903111384>

- Ibrahim, Y.M., Buyuktas, D., & Karaca, C. (2024). Evaporation and transpiration components of crop evapotranspiration and growth parameters of lettuce grown under greenhouse conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 150 (5). <https://doi.org/10.1061/JIEDDH.IRENG-10256>
- Isayenkov, S.V. (2012). Physiological and molecular aspects of salt stress in plants. *Cytology and Genetics*, 46 (5), 302-318. <https://doi.org/10.3103/S0095452712050040>
- Islam, R., Solaiman, A.H.M., Kabir, M.H., Arefin, S.M.A., Azad, M.O.K., Siddiquee, M.H., Alsanius, B.W., & Naznin, M.T. (2021). Evaluation of lettuce growth, yield, and economic viability grown vertically on unutilized building wall in Dhaka City. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, 582431. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.582431>
- Jiang, J., Huo, Z., Feng, S., & Zhang, C. (2012). Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. *Field Crops Research*, 137, 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.08.019>
- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S., & Yılmaz, N. (2005). Sulama, drenaj ve tuzluluk. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 213-251.
- Kazgöz Candemir, D., & Ödemiş, B. (2021). Effects of foliar sulfur applications in cotton crop on stomatal conductance under water stress. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 171-182. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.806526>
- Kerepesi, I., & Galiba, G. (2000). Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Science*, 40 (2), 482-487. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402482x>
- Khamidov, M., Ishchanov, J., Hamidov, A., Donmez, C., & Djumaboev, K. (2022). Assessment of soil salinity changes under the climate change in the Khorezm Region. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (14), 8794. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148794>
- Kim, H.H., Goins, G.D., Wheeler, R.M., & Sager, J.C. (2004). Stomatal conductance of lettuce grown under or exposed to different light Qualities. *Annals of Botany*, 94 (5), 691-697. <https://doi.org/10.1093/aob/mch192>
- Lichtenthaler, H.K., & Wellburn, A.R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11 (5), 591-592. <https://doi.org/10.1042/bst0110591>
- Maas, E.V., & Poss, J.A. (1989). Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. *Irrigation Science*, 10 (4). <https://doi.org/10.1007/BF00257496>
- Maas, E.V., Poss, J.A., & Hoffman, G.J. (1986). Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. *Irrigation Science*, 7 (1). <https://doi.org/10.1007/BF00255690>
- Marenco, R.A., Antezana-Vera, S.A., & Nascimento, H.C.S. (2009). Relationship between specific leaf area, leaf thickness, leaf water content and SPAD-502 readings in six Amazonian tree species. *Photosynthetica*, 47 (2), 184-190. <https://doi.org/10.1007/s11099-009-0031-6>
- Mekki, B.B., & Orabi, S.A. (2007). Response of prickly lettuce to uniconazole and irrigation with diluted seawater. *American–Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2 (6), 611-618. [http://www.idosi.org/aejaes/jaes2\(6\)/1.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes2(6)/1.pdf)
- Miceli, A., Moncada, A., & D'Anna, F. (2003). Effect of salt stress in lettuce cultivation. *Acta Horticulturae*, 609, 371-375. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.56>
- Miller, G., Suzuki, N., Ciftci-Yilmaz, S., & Mittler, R. (2010). Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, Cell & Environment*, 33 (4), 453-467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02041.x>
- Miyamoto, S., Moore, J., & Stichler, C. (1984). Overview of saline water irrigation in Far West Texas. In J. R. Replogle & K. G. Renard (Eds.), *Water today and tomorrow* (pp. 222-230). Proc. Speciality Conf. Irrigation and Drainage Division of ASCE.

- Ödemiş, B. (2001). Farklı nitelikteki sulama sularının ve yıkama oranlarının pamuk bitkisinin değişik gelişme dönemlerindeki etkilerinin irdelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 227 s, Adana.
- Ödemiş, B., Buyuktas, D., & Çalışkan, M.E. (2019). Effects of saline irrigation water and proline applications on yield, vegetative and physiological characteristics of potato crop (*Solanum tuberosum* L.). *Derim*, 36 (1), 54-63. <https://doi.org/10.16882/derim.2018.407736>
- Ödemiş, B., & Çalışkan, M.E. (2014). Photosynthetic response of potato plants to soil salinity. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Special Issue, 1429-1439.
- Ödemiş, B., & Kazgöz Candemir, D. (2023). The effects of water stress on cotton leaf area and leaf morphology. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26 (1), 140-149. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.992764>
- Oosterhuis, D. (2001). Physiology and nutrition of high yielding cotton in the USA. *Informações Agronômicas*, 95, 18-24.
- Qin, L., Guo, S., Ai, W., Tang, Y., Cheng, Q., & Chen, G. (2013). Effect of salt stress on growth and physiology in amaranth and lettuce: Implications for bioregenerative life support system. *Advances in Space Research*, 51 (3), 476-482. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2012.09.025>
- Sardar, H., Khalid, Z., Ahsan, M., Naz, S., Nawaz, A., Ahmad, R., Razzaq, K., Wabaidur, S.M., Jacquard, C., Širić, I., Kumar, P., & Abou Fayssal, S. (2023). Enhancement of salinity stress tolerance in lettuce (*Lactuca sativa* L.) via foliar application of nitric oxide. *Plants*, 12 (5), 1115. <https://doi.org/10.3390/plants12051115>
- Shalhevet, J. (1984). Management of irrigation with brackish water. In I. Shainberg & J. Shalhevet (Eds.), *Soil Salinity and Irrigation*. Ecological Studies 51 (pp. 298-318). Springer.
- Shi, M., Gu, J., Wu, H., Rauf, A., Emran, T. Bin, Khan, Z., Mitra, S., Aljohani, A.S.M., Alhumaydhi, F.A., Al-Awthan, Y.S., Bahattab, O., Thiruvengadam, M., & Suleria, H.A.R. (2022). Phytochemicals, nutrition, metabolism, bioavailability, and health benefits in lettuce-A comprehensive review. *Antioxidants*, 11 (6), 1158. <https://doi.org/10.3390/antiox11061158>
- Shin, Y.K., Bhandari, S.R., Jo, J.S., Song, J.W., Cho, M.C., Yang, E.Y., & Lee, J.G. (2020). Response to salt stress in lettuce: Changes in chlorophyll fluorescence parameters, phytochemical contents, and antioxidant activities. *Agronomy*, 10 (11), 1627. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111627>
- Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22 (2), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>
- Syngenta (2020). Lettuce variety catalogue (In Turkish). Katalog_60301. https://www.syngenta.com.tr/sites/g/files/kgtney1481/files/media/document/2020/08/11/katalog_60301.pdf (Erişim tarihi: 31.05.2021)
- Szabolcs, I. (1994). Soils and salinisation. In M. Pessarakali (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress* (pp. 3-11). Marcel Dekker.
- TÜİK. (2024). *Bitkisel üretim istatistikleri-tarım alanları*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Ünlükara, A., Cemek, B., Karaman, S., & Erşahin, S. (2008). Response of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*) to salinity of irrigation water. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36 (4), 265-273. <https://doi.org/10.1080/01140670809510243>
- Vos, J., & Groenwold, J. (1989). Characteristics of photosynthesis and conductance of potato canopies and the effects of cultivars and transient drought. *Field Crops Research*, 20 (4), 237-250. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(89\)90068-3](https://doi.org/10.1016/0378-4290(89)90068-3)
- Xu, C., & Mou, B. (2015). Evaluation of lettuce genotypes for salinity tolerance. *HortScience*, 50 (10), 1441-1446. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.10.1441>

- Yavuz, D., Rashid, B.A.R., & Seymen, M. (2023). The influence of NaCl salinity on evapotranspiration, yield traits, antioxidant status, and mineral composition of lettuce grown under deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 310, 111776. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111776>
- Yurtseven, E., & Bozkurt, D.O. (1997). Effects of irrigation water quality and soil moisture content on crop yield and quality of lettuce. *Journal of Agricultural Sciences*, 3 (2), 44-51. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000311

Asmada deniz yosunu ve maya uygulamalarının biyostimulant ve tuz stresine karşı etkilerinin belirlenmesi

Determination of the effects of seaweed and yeast applications as biostimulants and against salt stress in grapevine

Hande TAHMAZ¹, Damla YÜKSEL KÜSKÜ², Birhan KUNTER¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye.

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 24.04.2024 Accepted / Kabul: 06.06.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Nero D'Avola <i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Antioksidan enzim aktivitesi Fotosentetik pigment Abiyotik stres</p> <p>Keywords: Nero D'Avola <i>Ascophyllum nodosum</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Antioxidant enzyme activity Photosynthetic pigment Abiotic stress</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Hande TAHMAZ tahmazhande@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/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Yapraktan deniz yosunu (<i>Ascophyllum nodosum</i>) ve maya (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) ekstraktı uygulamalarının Nero D'Avola (<i>Vitis vinifera</i> L.) çeşidinde yarattığı bazı değişimler, tuz stresi etkisinde ve tuz stresi olmaksızın incelenmiştir. Yaprak su potansiyelindeki düşüşü önleyen en etkili uygulama tuz stresine karşı deniz yosunu kullanımı olmuştur. Toplam fenolik bileşik, EC₅₀, ABTS, katalaz, süperoksid dismütaz seviyeleri en yüksek tuz stresi altında deniz yosunu uygulanmış bitkilerde sırasıyla 8 048 mg GAE kg⁻¹, 0.201 mg mL⁻¹, 0.745 mg mL⁻¹, 0.077 mmol g⁻¹ dakika⁻¹, 56.7 U g⁻¹ olarak ölçülmüştür. Karetonoid, klorofil-a, klorofil-b düzeyleri sadece deniz yosunu uygulaması ile sırasıyla 1.313 mg g⁻¹, 3.373 mg g⁻¹, 1.077 mg g⁻¹ değerlerinde en yüksek seviyede saptanmıştır. Sonuçlar tuz stresi altında koruyucu etki gösteren antioksidan bileşiklerin, deniz yosunu uygulaması ile en yüksek seviyeye ulaştığını göstermiştir. Temel bileşen analizi ile TFB, CAT ile ABTS parametreleri ve ayrıca fotosentetik pigment parametreleri ile bağlı su içerikleri yakın ilişkili olarak belirlenmiştir. Araştırmada çalışılan iki farklı biyostimülanttan <i>Ascophyllum nodosum</i>'un tuz stresine karşı daha yüksek potansiyel koruma sağlayabileceği sonucuna varılmış, <i>Saccharomyces cerevisiae</i>'nin fotosentetik pigment, fenolik içerik ve antioksidan aktivite ve enzimler de artış yaratarak savunma mekanizmasını güçlendirdiği tespit edilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The effects of foliar applications of seaweed (<i>Ascophyllum nodosum</i>) and yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) extracts on Nero D'Avola (<i>Vitis vinifera</i> L.) cultivar were investigated with or without salt stress. The most effective treatment that prevented the decrease in leaf water potential was the use of seaweed against salt stress. Total phenolic compounds, EC₅₀, ABTS, catalase, superoxide dismutase levels were measured as 8 048 mg GAE kg⁻¹, 0.201 mg mL⁻¹, 0.745 mg mL⁻¹, 0.077 mmol g⁻¹ min⁻¹, 56.7 U g⁻¹ in seaweed treated plants under the highest salt stress, respectively. The highest levels of caretonoid, chlorophyll-a, chlorophyll-b were detected with only seaweed treatment at 1.313 mg g⁻¹, 3.373 mg g⁻¹, 1.077 mg g⁻¹, respectively. The results showed that antioxidant compounds, which play a protective role under salt stress, reached the highest level with seaweed supplementation. Principal component analysis showed that TFB, CAT and ABTS parameters as well as photosynthetic pigment parameters and relative water contents were closely related. Of the two different biostimulants studied in the research, <i>Ascophyllum nodosum</i> was found to provide higher potential protection against salt stress, while <i>Saccharomyces cerevisiae</i> was found to strengthen the defense mechanism by increasing photosynthetic pigment, phenolic content and antioxidant activity and enzymes.</p>
Cite/Atf	Tahmaz, H., Yüksel Küskü, D., & Kunter, B. (2024). Asmada deniz yosunu ve maya uygulamalarının biyostimulant ve tuz stresine karşı etkilerinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 569-588. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1472846

GİRİŞ

Bağcılık ve şarap endüstrisi, ürün, istihdam, katma değer ve inovasyon oluşturma kapasitesi ile dünya ekonomisinde özgün bir yere sahiptir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2024) son verilerine göre dünyada yaklaşık 6.7 milyon hektar bağ alanında, hektar başına ortalama 11 ton verimle toplam 74.9 milyon ton yaş üzüm üretilmiştir. Türkiye' de ise 384 537 hektar alanda 2 099 859 ton sofralık, 1 681 808 ton kurutmalık ve 383 333 ton şaraplık olmak üzere toplam 4 165 000 ton üzüm üretilmiştir (TÜİK, 2024). Türkiye, dünya bağ alanı sıralamasında beşinci, üzüm üretiminde ise altıncı sıradaki yerini uzun yıllardır korumaktadır. Dünya ekosistemi son yirmi yılda iklim değişimi olarak tanımlanan çok boyutlu bir süreç ile karşılaşmıştır. Doğal faktörlerin etkisi antropojenik faktörlerden daha az olmasına rağmen, hem doğal hem de yapay faktörler iklimde değişikliklere yol açmaktadır (Ullah ve ark., 2021). Küresel iklim değişikliği senaryosunda, tüm bitkisel üretim gibi bağcılık da yeni zorluklar ve tehditlerle karşı karşıyadır (Monteiro ve ark., 2022). Biyotik ve abiyotik streslerin, bitkilerin büyüme gelişme ve verimini sınırlayabildikleri bilinmektedir (Shukla ve ark., 2019). Tuzluluk asmaların sağlıklı büyüme ve gelişmesi ve dolayısıyla bağcılık faaliyetleri için engelleyici bir stres faktörüdür. Tuz, bitkiler üzerindeki zararlı etkisini ozmotik stres ve iyon toksisitesi olmak üzere iki mekanizma ile gösterir. İlk etki kısa süreli olmakla birlikte kök ve toprak çözültüsü arasındaki ozmotik potansiyeli azaltan ve su mevcudiyetini infiltre eden Na^+ ve Cl^- alımı nedeniyle oluşur (Abbasi ve ark., 2016). İkinci etki, yüksek Na^+ , Cl^- veya SO_4^{2-} konsantrasyonlarının besin alımını etkileyen iyon toksisitesine neden olmasıdır (Tavakkoli ve ark., 2011). Sodyum klorür (NaCl) toksisitesi, bitkilerin tuz stresine toleransının bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik (EC) ile doğrudan ilişkilidir (Isla & Aragüés, 2010).

Bağcılar stres koşulları altında asmaların büyüme ve gelişmesi ile üzümlerin kalitesini koruma ihtiyacı duyarken, biyotik ve abiyotik stresi artıran iklim değişikliği nedeniyle büyük zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bağcılığın sürdürülebilir ve çevre dostu bir faaliyet alanı olarak dönüşüm ve gelişiminde biyostimülantların kullanılması gündeme gelmektedir. Biyostimülant, beslenme verimliliğini, abiyotik ve biyotik stres toleransını ve/veya ürün verimini ve kalite özelliklerini artırmak amacıyla bitkilere uygulanan doğal maddelerin ve/veya mikroorganizmaların karışımlarını içeren formüle edilmiş bir üründür (Traon ve ark., 2014; Du Jardin, 2015; Yakhin ve ark., 2017). Abiyotik ve biyotik stres azaltıcı olarak farklı biyostimülant uygulamaları araştırmalara konu olmuştur (Secco ve ark., 2015; Gutiérrez-Gamboa ve ark., 2019; Basile ve ark., 2020; Bodin ve ark., 2020; Olavarrieta ve ark., 2022; Martínez-Lorente ve ark., 2024). Biyostimülantlar, biyotik ve abiyotik stres etkilerine karşı doğrudan mücadele edenler, ya da elisitör işlevi görenler, bir diğer ifade ile savunma mekanizmasını uyarıcılar olmak üzere farklı özelliklere sahiptirler. Bu biyostimülantlardan bazıları ısırgan otu, Japon Knotweed ve deniz yosunu özleri gibi bitki özleridir. Maya ekstraktları, üre, kaolin gibi, özellikle iklim değişikliklerinden kaynaklanan stresle mücadelede ilgi çekici olmaya başlayan biyostimülantlar da vardır (Monteiro ve ark., 2022). Biyostimülantlar, bitkilerin olumsuz çevre koşullarına uyum sağlamalarına yardımcı olan fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri uyarabilen maddelerle formüle edildikleri için tarımda oldukça önemli hale gelen agronomik ürünlerdir (García-Sánchez ve ark., 2022). Bitkilerde strese karşı toleransı artırabilen biyostimülantların kullanılmasının mineral beslemenin verimliliğini, abiyotik strese (kuraklık, yüksek sıcaklıklar, tuzluluk, ağır metaller vb.) karşı direnci ve verimi artırabileceği veya bu koşullar altında iyi bir verim ve hasat kalitesini korumak için bitkilerin temel mineral besin maddelerinin içeriğine bakılmaksızın kalite özelliklerini artırabileceği belirlenmiştir (Tariq & ark., 2020).

Deniz yosunu formülasyonlarının biyostimülant olarak kullanımı uzun yıllardır rapor edilmektedir (Verkleij, 1992; Zodape ve ark., 2011). Pigmentasyonlarına göre üç ana grupta sınıflandırılırlar: kahverengi (Phaeophyta), kırmızı (Rhodophyta) ve yeşil algler (Chlorophyta) (Khan ve ark., 2009). Deniz yosunları çeşitli makro ve mikro besinler, vitaminler, amino asitler, sitokinler, oksinler ve absisik asit içermektedir (Khan ve ark., 2009; Zodape, ve ark., 2011). Tarımsal düzeyde, bir dizi ticari deniz yosunu ekstraktı ürünü mevcuttur ve çeşitli çalışmalar bunların etkilerini göstermiştir (Gutiérrez-Gamboa ve ark., 2021; Topuz ve ark., 2023; Zagzog & Qaoud, 2023). Kahverengi deniz yosunu olan *Ascophyllum nodosum* L. tarımda en çok kullanılan ve üzerinde en çok araştırma

gerçekleştirilen türdür (Dinis ve ark., 2016; Taskos ve ark., 2019; Correia ve ark., 2020). *Vitis vinifera* L.' de yapılan bazı çalışmalar yapraktan gerçekleştirilen uygulamanın biyotik ve abiyotik stresin etkilerini kontrol etmek ve önlemek için faydalı olduğunu göstermiştir (Jaulneau ve ark., 2011). Maya ekstraktları, üzüm bağlarında amino asitlerin, uçucu bileşiklerin sentezini geliştirmek gibi amaçlarla kullanılmıştır (Gutiérrez-Gamboa ve ark., 2019). Maya ekstraktlarının kullanıldığı çeşitli çalışmalar, bu ekstraktların etkinliğini metil jasmonat, kitosan ve deniz yosunları gibi diğer bileşiklerle karşılaştırmaktadır (Portu ve ark., 2016; Gutiérrez-Gamboa ve ark., 2017). Bu çalışmada, Nero D'Avola üzüm çeşidinde yarı-kontrollü sera koşullarında yapraktan uygulanan *Ascophyllum nodosum* ve *Saccharomyces cerevisiae* ekstraktlarının tuz stresi altında meydana getirdiği etkiler ile tuz stresinin oluşturulmadığı koşullarda biyostimülantların etkileri incelenmiştir. Bu amaçla yapraklarda toplam fenolik bileşik, antioksidan aktivite, antioksidan enzim, fotosentetik pigment, yaprak su potansiyeli ve bağıl su içeriği düzeylerindeki değişimler belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bitkisel materyal

Araştırma Nero D'Avola (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin kendi kökleri üzerinde yetiştirilen iki yaşlı saksı asmaları üzerinde yürütülmüştür. Asmalar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü serasında 10 litrelik kum, torf, perlit, kokopitten (1:1:1:1 h/h) oluşan köklendirme ortamında, 2021 yılı budama döneminde Uzbaş Tarım'dan (Urla, Türkiye) temin edilen bir yaşlı dalların köklendirilmesi ile elde edilen fidanlardır. Asmalar 2023 yılı kış döneminde iki göz üzerinden budanmış ve sürgünler 30 yapraklı olduklarında sera içerisinde tuz stresi ve biyostimülant uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmada toplam 36 adet asma kullanılmıştır.

Tuz stresi ve biyostimülant uygulamaları

Araştırmada maya (*Saccharomyces cerevisiae*-Zymaflore FX 10, Laffrot, Fransa) ve deniz yosunu ekstresi (*Ascophyllum nodosum*-Searius, Gübretaş, Türkiye) olmak üzere iki farklı biyostimülant uygulanmıştır. Tuz stresi için NaCl (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Çalışma, 1. kontrol (K), 2. tuz (T), 3. maya+tuz stresi (MT), 4. deniz yosunu+tuz stresi (YT), 5. maya (M) ve 6. tuz deniz yosunu (Y) olmak üzere planlanmıştır. Her grupta 6 adet asma kullanılmıştır. K grubu bitkilerine sadece saf su verilmiştir. Biyostimülant uygulamaları bitki başına olmak üzere, M uygulaması, *Saccharomyces cerevisiae* (Zymaflore FX 10, Laffrot, Fransa) mayası 400 mg 200 mL⁻¹, Y uygulaması, *Ascophyllum nodosum* deniz yosunu ekstresinin ticari preparatının (Searius, Gübretaş, Türkiye) 0.4mL 200 mL⁻¹ oranında saf su ile karıştırılarak yapraktan spreyleneceğiyle gerçekleştirilmiştir. Tuz stresi uygulanacak olan kombinasyonlarda M ve Y biyostimülant uygulamaları tuz uygulamasından bir hafta önce yapılmıştır (04.07.2023). Biyostimülant uygulamasından bir hafta sonra yapılan T uygulaması bitki başına 150 mM tuz (NaCl) konsantrasyonu olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (11.07.2023). Tuz çözeltisi ilgili kombinasyonlarda saksı asmalarının kök bölgesine bir defada ve el ile sulama şeklinde uygulanmıştır.

Yaprak su potansiyeli

Deneme bitkilerinin yaprak su potansiyelleri basınç çemberi cihazı (PMS Instrument Co, model 1000, Corvallis, Oregon, USA) ile ölçülmüştür. Bitkilerin kilitli plastik poşetlere alınan alttan 3. sağlıklı yaprakları transpirasyonu önlemek için alüminyum folyo ile kapatılmış ve 30 dakika bekletilmişlerdir. Sonrasında bistüri yardımı ile yaprak sapları ile birlikte kesilmiş ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar -MPa olarak ifade edilmiştir. Yaprak su potansiyeli ölçümleri tuz uygulamasından önce (0. saat) kontrol amaçlı ve sonrasında 24., 48., 72., 96., 120., 144., 168. saatlerde öğleden sonra 14:00'da ölçülmüştür.

Yaprak örneklerinin alınması

T uygulamasından 168. saat sonra, tüm uygulamalar ve kontrol asmalarından alttan ilk 4 yaprakları alınarak, yapraklar saf su ile nemlendirilmiş temiz tek kullanımlık havlu ile temizlenmiştir. Örneklerin RWC (Leaf relative water content) içerikleri aynı gün ölçülmüş, toplam fenolik bileşik, antioksidan kapasite, antioksidan enzim ve fotosentetik pigment analizleri gerçekleştirilmek üzere yaprak örnekleri -40°C'de muhafaza edilmişlerdir.

Yaprakların bağıl su içerikleri (%RWC)

Yaprakların bağıl su içerikleri (%RWC) Kirnak ve ark. (2001)'e göre ölçülmüştür. Önce 1 cm yarıçaplı yaprak parçaları hazırlanarak yaş ağırlıkları (YA) belirlenmiştir. Yaprak parçaları petri kapları içerisindeki damıtılmış suya yerleştirildikten sonra buzdolabında 24 saat bekletilerek yaprakların turgorlu ağırlıkları (TA) belirlenmiştir. Kuru ağırlığı (KA) ölçmek için ise yaprak parçaları 80°C'de 24 saat boyunca etüvde kurutulmuş ve ardından tartılmıştır. Yaprak RWC yüzdesi formüle göre hesaplanmıştır: $RWC (\%) = [(YA - KA)/(TA - KA)] \times 100$. **Eq.(1)**

Yaprakların toplam fenolik bileşik içerikleri

Yaprakların toplam fenolik bileşik ve antioksidan kapasite analizleri için ekstraksiyonu Duan vd. (2016)'ya göre yapılmıştır. Bu amaçla önce sıvı azotla toz haline getirilmiş 600 mg yaprak dokusu 50 mL' lik santrifüj tüplerine alınmış, üzerlerine 5mL %100 metanol ilave edilmiş ve üniform örnekleme maksimize etmek ve tam ekstraksiyonu sağlayabilmek amacıyla 5 dakika homojenizatörde (Ultra-Turrax T25-Germany) parçalanmıştır. Sonrasında tüpler içerisindeki örnekler ultrasonik banyoda (Jeiotech US-Korea) 30 dakika süreyle bekletilmiş, ardından 10 000 rpm ve 4°C'deki santrifüjde 10 dakika santrifüjlenmiştir (Sigma 3K30-Germany). Santrifüj işlemi sona erdiğinde supernatant alınmış ve gözenek boyutu 0.45 µm olan PVDF filtreler (Millipores-USA) kullanılarak filtrelenmiş ve analizlerde kullanmak amacıyla 4°C'de saklanmıştır. Yaprak ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri Singletton ve Rossi (1965)'e göre belirlenmiştir. 765 nm'deki absorpsiyon değerleri Shimadzu UV 1208 model UV VIS spektrofotometre cihazı (Japan) ile ölçülmüş ve 500-5 000 ppm konsantrasyonlarındaki gallic acid standartlarından hazırlanan solüsyonların da ölçülmesiyle elde edilen grafik yardımıyla ($R^2=0.997$) sonuçlar $mg\ kg^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

Yaprakların antioksidan kapasiteleri

Yaprakların antioksidan kapasiteleri DPPH ve ABTS yöntemleri ile belirlenmiştir. Serbest radikal 2,2-difenil-1-pikrilhidrazili (DPPH) süpürme kapasitesi Hatano ve ark., (1988)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Ekstrakt çözeltisi (0.3 mL), DPPH radikalleri (6×10^{-5} mol L^{-1}) içeren 2.7 mL metanol çözeltisi ile karıştırılarak, karanlıkta ve oda sıcaklığında 60 dakika bekletilmiştir. DPPH radikalinin indirgenmesi 517 nm'deki absorpsiyon düşüşünün sürekli izlenmesiyle ölçülmüştür (Shimadzu UV 1208 model UV VIS spektrofotometre, Japan). DPPH süpürme etkisi aşağıdaki denklem kullanılarak DPPH renk değişiminin yüzdesi olarak hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Süpürme etkisi} = [(A_{DPPH} - A_{\text{örnek}}) / A_{DPPH}] \times 100 \text{ Eq.(2)}$$

Çözeltideki ekstrakt konsantrasyonuna karşı süpürücü etki yüzdesi grafiğinden %50 inhibisyon sağlayan ekstrakt konsantrasyonu (EC_{50}) hesaplanmıştır.

ABTS yöntemi, Karaçelil ve ark., (2015) tarafından tarif edilen, numunenin ABTS radikalini inhibe etme kapasitesine dayanan yöntemine göre uygulanmıştır. ABTS radikali potasyum persülfat ($K_2S_2O_8$) ile kimyasal reaksiyon sonucu üretilmiştir. 25 mL ABTS'ye ($7\text{ mmol } L^{-1}$), 440 mL $K_2S_2O_8$ ($140\text{ mmol } L^{-1}$) ilave edilmiş ve radikal oluşması için çözelti oda sıcaklığında 12-16 saat boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Önceki çözeltinin hacmi 734 nm'de (Shimadzu UV 1208 model UV VIS spektrofotometre, Japan) 0.70 ± 0.02 absorpsiyon değerine ulaşana kadar etanol içinde seyreltilmiştir. Radikal oluştuktan sonra ABTS radikal çözeltisinden 2 mL alınarak, farklı konsantrasyonlarda ($0.01\text{ mg } mL^{-1}$ - 2 mg

mL^{-1}) 100 mL asma yaprağı ekstraktı ile karıştırılmış ve absorbands 734 nm' de ölçülmüştür. ABTS süpürme etkisi DPPH yöntemi için daha önce belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

Yaprakların antioksidan enzim aktiviteleri

1 g taze yaprak 5 mL pH 7.6'da ekstraksiyon çözeltisi (100 mM Na-fosfat, 0.5 mM EDTA- Na_2 ve 1 mM askorbik asit) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 14 000 g'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant, katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (APX) enzim analizlerinde ham enzim ekstraktı olarak kullanılmıştır (Güneş ve ark., 2006). Katalaz aktivitesi, H_2O_2 ' nin ayrışmasını takiben 1 dakika boyunca 240 nm'de absorbandsın azalması ile test edilmiştir (Çakmak ve ark., 1993). Süperoksit dismutaz aktivitesi nitroblue tetrazolium (NBT) yöntemi ile test edilmiştir. NBT' nin foto-kimyasal indirgenmesinin inhibisyonu spektrofotometrik olarak 560 nm' de ölçülmüştür (Gong ve ark., 2005). Askorbat peroksidaz aktivitesi, askorbatın azalmasını takip ederek ve 290 nm' de absorbands değişimini ölçerek test edilmiştir (Nakano & Asada, 1981). CAT ve APX enzim aktiviteleri $\text{mmol g}^{-1} \text{min}^{-1}$, SOD aktivitesi U g^{-1} olarak ifade edilmiştir.

Yaprakların fotosentetik pigment içerikleri

Yaprak örneklerinin klorofil-a, klorofil-b ve karotenoid düzeyleri Salachna ve ark. (2015)'a göre belirlenmiştir. Bu amaçla 0.5 g taze yaprak dokusu, 15 ml %80 aseton ile bir havanda öğütülerek homojen bir ekstakt oluşturulmuş ve daha sonra 10 000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiş ve sonrasında süpernatant ayrılmıştır. Ekstraktların 441, 646, 652, and 663 nm'de ölçümleri absorbandsları kaydedilmiş ve aşağıdaki formüllere göre hesaplamalar yapılmıştır. Kontrol olarak %80 aseton kullanılmış ve ölçümler "Shimadzu" marka "UV-1280" model spektrofotometre cihazı (Japan) ile yapılmıştır.

$$\text{Klorofil-a (mg g}^{-1}\text{)} = (12.21 \times A_{663} - 2.81 \times A_{646}) \times (V / 1000 \times m) \text{ Eq.(3)}$$

$$\text{Klorofil-b (mg g}^{-1}\text{)} = (20.13 \times A_{646} - 5.03 \times A_{663}) \times (V / 1000 \times m) \text{ Eq.(4)}$$

$$\text{Karetonoid (mg g}^{-1}\text{)} = [(1000 \times A_{441}) - 3.27 \times (12.21 \times A_{663} - 2.81 \times A_{646}) - 104 \times (20.13 \times A_{646} - 5.03 \times A_{663})] \times [V / 1000 \times (m \times 229)] \text{ Eq.(5)}$$

A belirli bir dalga boyundaki absorbands, V ölçüm şişesinin mL cinsinden hacmi ve m numunenin g cinsinden ağırlığıdır.

İstatistiksel analiz

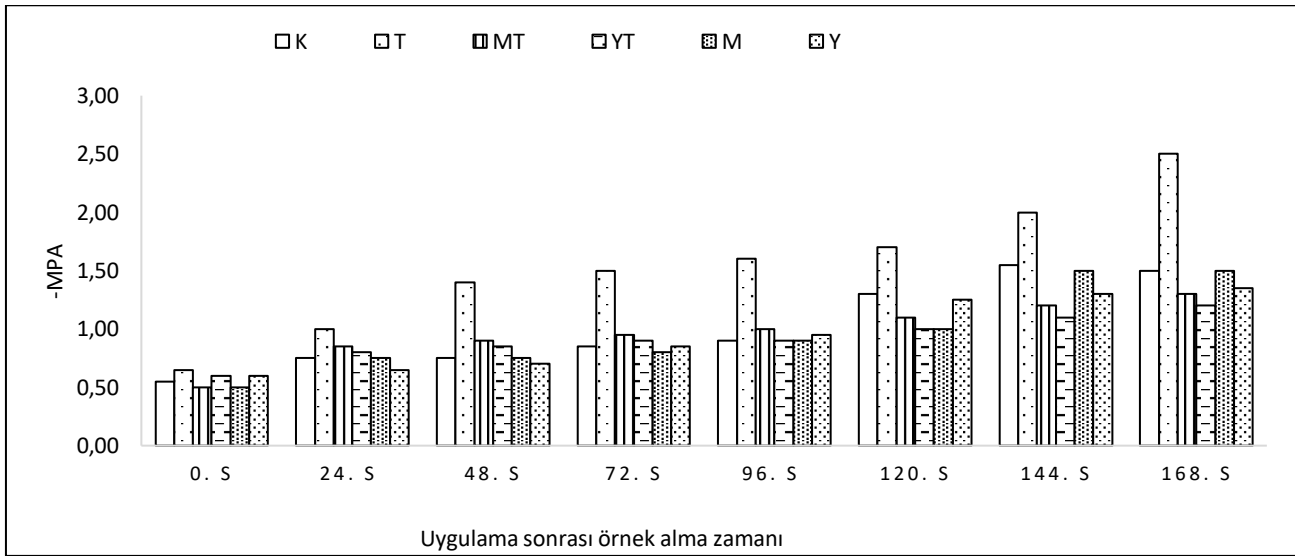
Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Verilerin istatistiki değerlendirmeleri JMP 13.2.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, uygulamalar arası farklılıkların anlamlılığını belirlemek örneklerin tüm verileri Tukey testine tabi tutularak ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.01$ anlamlılık düzeyinde karşılaştırılmıştır. Araştırmada incelenen parametrelerin karşılıklı ilişkilerini belirlemek amacıyla korelasyon ve uygulamalar ile incelenen değişkenler arasındaki etkileşimi değerlendirmek amacıyla temel bileşen analizi (PCA) aynı istatistik programdan yararlanarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deniz yosunu ve maya kullanımının yaprak su potansiyeli (YSP) üzerindeki etkisi

Yaprak su potansiyeli (YSP)-MPa olarak ifade edilmekte ve bu değer artması bitkinin stres seviyesindeki artış anlamına gelmektedir. Yaprak örneklerinin su potansiyeli (-MPa) 168. saatin sonunda kontrol dahil olmak üzere

bütün uygulamalarda azalmıştır (Şekil 1). Benzer sonuç Haider ve ark. (2019) tarafından da raporlanmıştır. Son ölçüm saati olan 168. saat verileri incelendiğinde en yüksek YSP deniz yosunu (YT) uygulamasında saptanmıştır. Bu bulgu, YT uygulamasının tuz stresine karşı en yüksek düzeyde YSP' yi koruduğu yönünde değerlendirilmiştir. MT (maya) uygulaması YT'den sonra YSP üzerinde ikinci sırada etkili olmuştur. En düşük YSP seviyesi T bitkilerine ait yapraklarda ölçülmüştür. YT grubu bitkilerin YSP seviyeleri, T grubu bitkilerin YSP seviyelerinden %52 daha fazla, MT grubu bitkilerin YSP seviyeleri ise yine T grubu bitkilerin YSP içeriklerinden %48 daha fazladır. Bu durum araştırmada tuz stresine karşı koruyuculuğu test edilen maya ve deniz yosunu uygulamalarının etkili olduğu sonucunu vermektedir. İlave olarak YT ile MT bitkilerinin YSP düzeyleri kontrol grubu bitkilerinden sırasıyla %20 ve %13 daha yüksektir. Bu durum stres faktörü ortada olmasa bile biyostimulant kullanımının bitki YSP seviyeleri üzerinde pozitif etkili olduğu anlamını taşımaktadır.



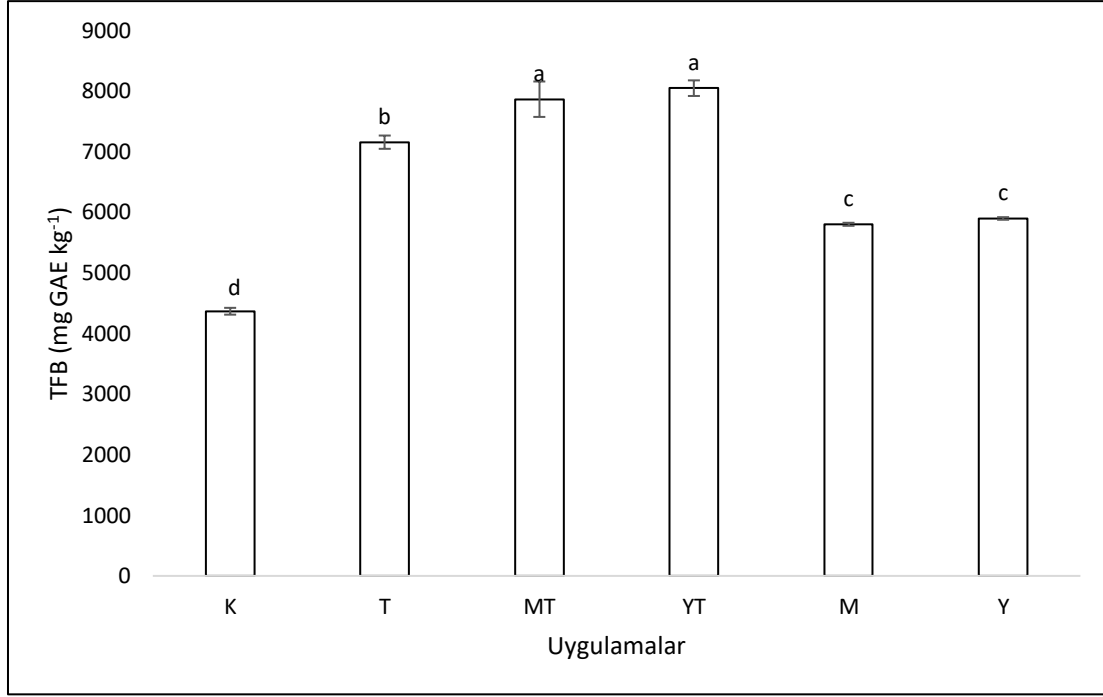
Şekil 1. Yaprak örneklerinin YSP (-MPa) düzeyleri

Figure 1. LWP (-MPa) levels of leaf samples

Önceki araştırmalarda da benzer şekilde deniz yosunu ekstraktlarının yapraktan uygulanması ile, asmaların fizyolojik ve biyokimyasal performanslarını artırarak su stresine alışmalarına (Salvi ve ark., 2020) ve bünyelerinde bulunan betain ve mannitol sayesinde, asma yapraklarının ozmotik adaptasyonunu geliştirerek bitkilerin stres koşulları altında hayatta kalmasına yardımcı olabileceği raporlanmıştır (Abbas ve ark., 2020).

Deniz yosunu ve maya kullanımının yapraklardaki toplam fenolik bileşik (mg GAE kg⁻¹) miktarları üzerindeki etkisi

Şekil 2'de sunulduğu üzere, tuz stresi yapraklarda toplam fenolik bileşik (TFB) seviyelerini kontrol grubuna kıyasla %64 oranında arttırmıştır. Biyostimulant uygulamalarının TFB üzerindeki benzer sonuçları Mohammadkhani & Abbaspour (2017)'un araştırmasında da vurgulanmıştır. Biyostimulantlarla muamele edilen asmalarda, tuz stresi koşulları altında muamele edilmeyen asmalara göre önemli ölçüde yüksek toplam fenolik bileşik içeriği belirlenmiştir (Şekil 2). TFB miktarı, YT ve MT asmalarında, K asmalarına göre istatistik olarak aynı önem seviyesinde ve yaklaşık %84, T asmalarına göre ise sırasıyla %12 (YT) ve %10 (MT) oranında daha yüksek bulunmuştur. En düşük TFB içeriği K grubunda 4367 mg GAE kg⁻¹ olup, tuz stresi olmaksızın sadece biyostimulant kullanımının da TFB düzeyinde artışa yol açtığı görülmüştür (p≤0.01). Bu artış K grubuna kıyasla deniz yosunu uygulanan asmalarda (Y) %35, maya uygulanan asmalarda (M) %33'tür. Fenolik bileşikler, antioksidan özellikler göstermekle birlikte aynı zamanda üzümün kalitesinde (Solecka & Kacperska, 2003) ve abiyotik stres altındaki savunma metabolizmasında kilit rol oynayan önemli ikincil metabolitlerdir (Amarowicz & Weidner, 2009).



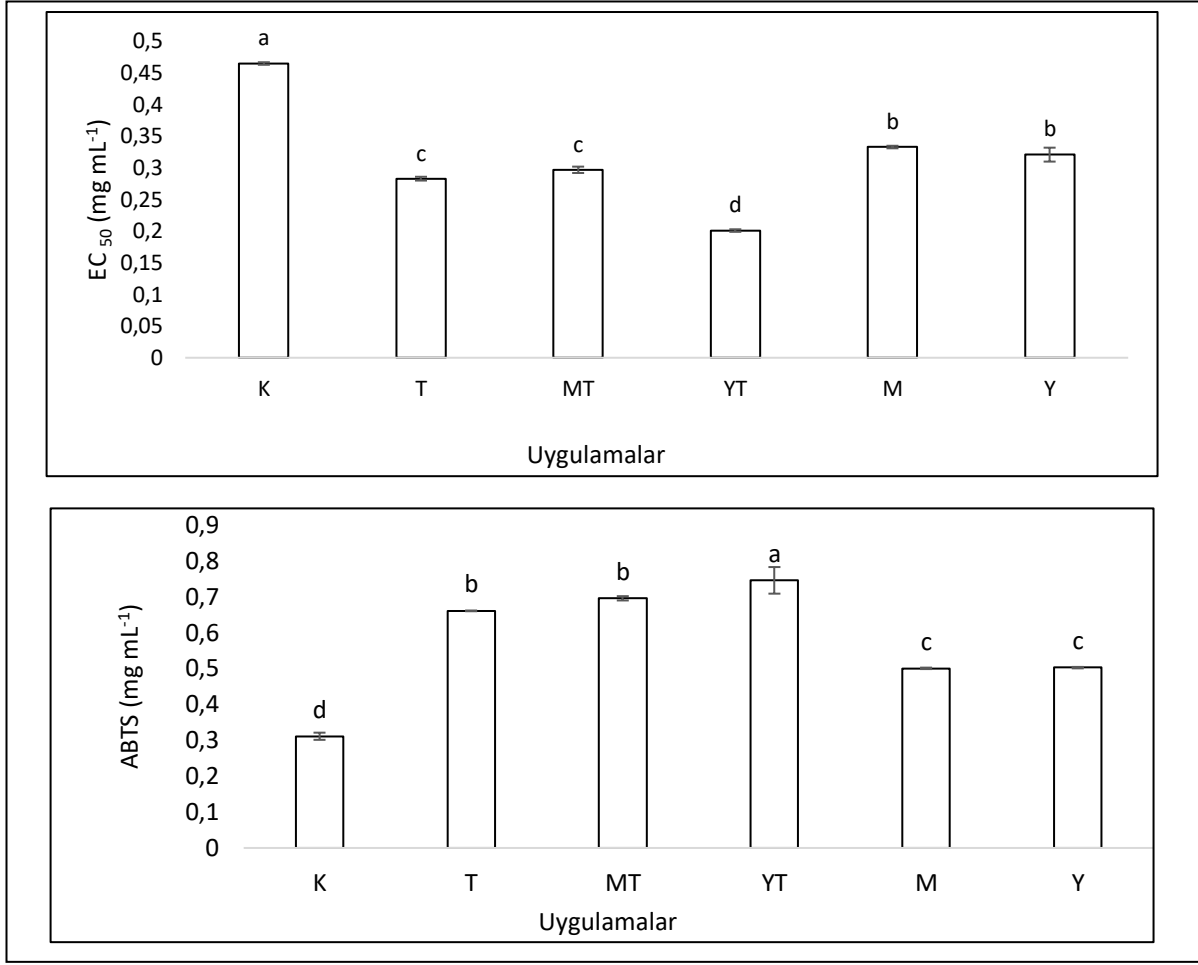
Şekil 2. Uygulamalara göre yaprakların toplam fenolik bileşik (mg GAE kg⁻¹) miktarları. Her değer üç tekrarın ortalama \pm standart hatasını temsil etmektedir. Grafikte farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($p \leq 0.01$). Dikey çubuklar standart hataya karşılık gelmektedir. K: Kontrol, T: Tuz stresi, MT: Tuz stresi ve maya uygulaması, YT: Tuz stresi ve yosun uygulaması, M: Maya uygulaması, Y: Yosun uygulaması

Figure 2. Total phenolic compound (mg GAE kg⁻¹) amounts of leaves obtained from the treatments. Each value represents the mean \pm standard error of three replicates. Means shown with different letters in the graph are significantly different ($p \leq 0.01$). Vertical bars correspond to the standard error. K: Control, T: Salt stress, MT: Salt stress and yeast treatment, YT: Salt stress and seaweed treatment, M: Yeast treatment, Y: Seaweed treatment

Asmalardaki fenolik bileşiklerin metabolizması ve birikimi, biyotik ve abiyotik stres koşulları sırasında değişiklik göstermektedir (Smith & Read, 2008; Webb ve ark., 2013). Ayrıca stres sırasında, fenolik bileşikler antioksidan olarak işlev görmektedir ve dolayısıyla bu bileşikler hücrelerdeki enzimatik antioksidan sistemleri güçlendirmektedirler (Oh ve ark., 2009). Stresin tolere edilmesinde biyostimülantların önemi büyüktür (Van Oosten ve ark., 2017). Portu ve ark. (2016) biyostimülant olarak maya kullanımının üzüm ve şaraplarda artan antosiyanin ve stilben içeriği ile sonuçlandığını raporlamışlardır. Önceki araştırmalarla uyumlu olarak, Nero D'Avola çeşidinde tuz stresi koşulları altında kullanılan biyostimülantların, TFB üzerinde benzer etkiye sahip oldukları ve tuz uygulaması sonrası stres yanıtı olarak fenolik bileşik miktarlarındaki artışın önceki araştırmalarla uyumlu olduğu söylenebilir (Mohammadkhani, 2018; Karimi ve ark., 2020). Ayrıca en yüksek TFB içeriğinin MT ve YT'de olmasının, tuz stresi sonucu artan TFB'ye, biyostimülant etkisi ile de eklenen artış olduğu sonucuna varılmıştır.

Deniz yosunu ve maya kullanımının DPPH (mg mL⁻¹) ve ABTS (mg mL⁻¹) düzeyleri üzerindeki etkisi

Uygulamalar arasında en yüksek EC₅₀ değeri K asmalarında olup (0.465 mg mL⁻¹) bu durum en düşük antioksidan aktiviteye karşılık gelmektedir (Şekil 3). Her iki antioksidan aktivite belirleyici yöntem sonucunda tuz stresinin antioksidan aktivitede artışa sebep olduğu görülmektedir ($p \leq 0.01$). İkincil metabolitlerin stres altında yüksek miktarlarda sentezlenerek antioksidan rolü üstlendiği düşünüldüğünde, biyostimülant olarak maya kullanımının, sadece tuz stresi uygulanan asmalara göre antioksidan aktivitede fark yaratmadığı görülmüştür ($p \leq 0.01$).



Şekil 3. Uygulamalara göre yaprakların antioksidan kapasiteleri. Her değer üç tekrarın ortalama \pm standart hatasını temsil etmektedir. Grafikte farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($p \leq 0.01$). Dikey çubuklar standart hataya karşılık gelmektedir. K: Kontrol, T: Tuz stresi, MT: Tuz stresi ve maya uygulaması, YT: Tuz stresi ve yosun uygulaması, M: Maya uygulaması, Y: Yosun uygulaması, S: Saat

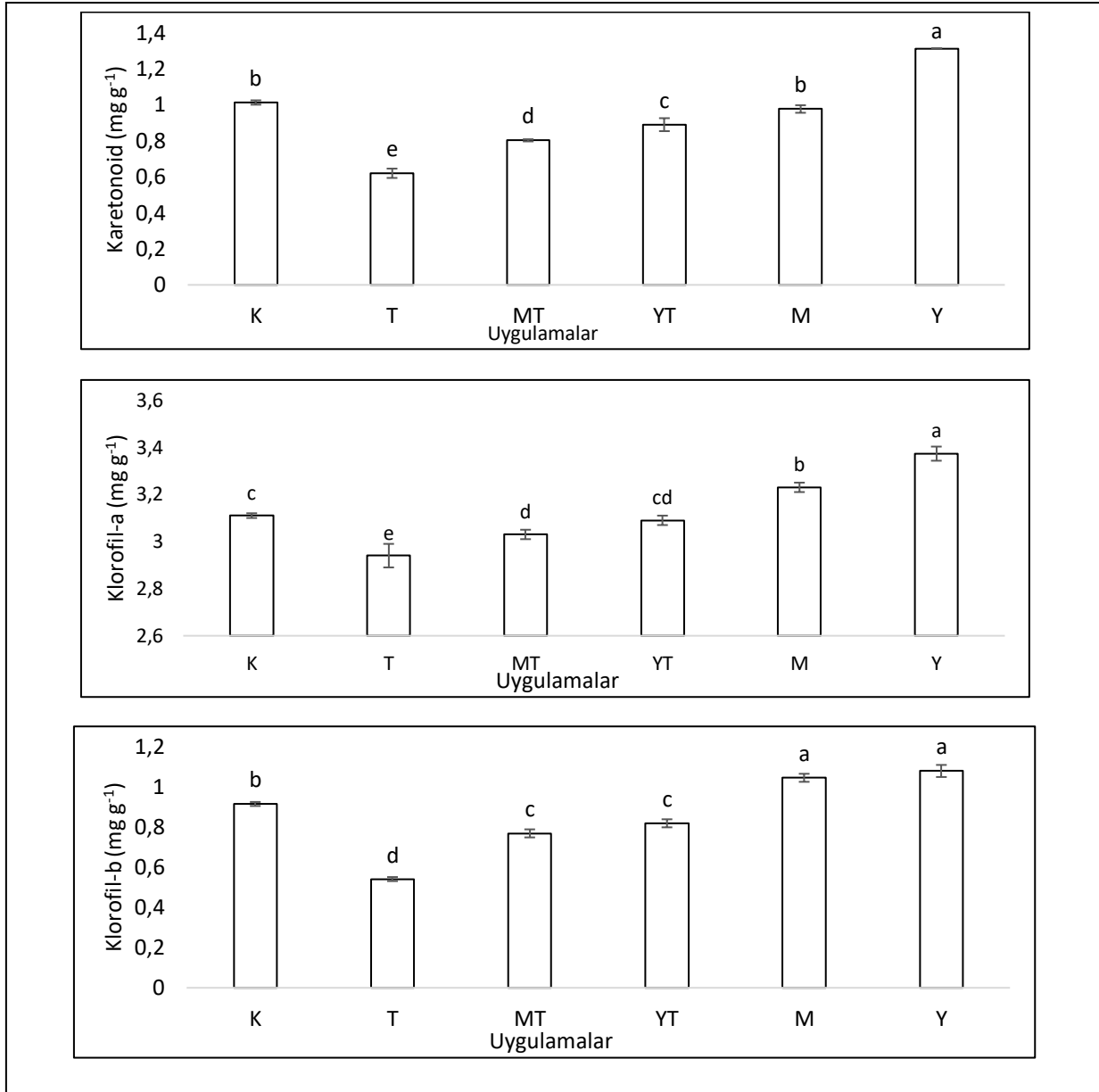
Figure 3. Antioxidant capacity of leaves obtained from the treatments. Each value represents the mean \pm standard error of three replicates. Means shown with different letters in the graph are significantly different ($p \leq 0.01$). Vertical bars correspond to the standard error. K: Control, T: Salt stress, MT: Salt stress and yeast treatment, YT: Salt stress and seaweed treatment, M: Yeast treatment, Y: Seaweed treatment, S: Hour

Deniz yosunlarının, hormonların yanı sıra bitkilerin büyümesine ve gelişmesine katkıda bulunan çeşitli aktif mineral ve organik bileşikler içerdikleri ve bitki dokularının antioksidan kapasitesini artırabildikleri bilinmektedir (Battacharyya ve ark., 2015; Paradiković ve ark., 2019). Calvo ve ark. (2014) deniz yosunlarının stres karşıtı bir etkiye sahip olduğunu ve bu etki üzerinde antioksidanlar ve endojen strese duyarlı gen düzenleyicileri gibi savunma bileşiklerinin de söz konusu olabileceğini bildirmişlerdir.

Deniz yosunu ve maya kullanımının fotosentetik pigment seviyeleri üzerindeki etkisi

Fotosentetik pigment içeriğinin analizi, hem bitki büyümesi için gerekli karbonhidratları sentezlemek hem de ikincil metabolizmanın farklı yolları için karbon iskeleti görev üstlenmekte gerekli olduklarından, bitkinin biyotik strese yeterince yanıt verme yeteneğinin doğrudan bir göstergesidir (Zarraonaindia ve ark., 2023). Şekil 4'te uygulamalara ait yaprakların karetonoid, klorofil-a ve klorofil-b içerikleri verilmiştir. Örneklerin karetonoid içerikleri 1.313 mg g^{-1} (Y) ile 0.62 mg g^{-1} (T) arasında değişen değerlerdedir. Tuz stresi (T) karetonoid içeriğinde %39 oranında düşüşe

sebepler olmuştur ($p \leq 0.01$). Tuz stresine karşı koruyucu olarak biyostimülant uygulamaları karşılaştırıldığında, 0.890 mg g^{-1} olan karetonoid içeriğiyle YT grubu, MT örneklerine göre daha yüksek karetonoide sahiptir ve bu da yosun uygulamasının maya uygulamasına kıyasla tuz stresine karşı karetonoid içeriğini korumakta daha etkili olduğunu göstermektedir. Tuz stresi olmaksızın biyostimülant uygulanan gruplar incelendiğinde Y grubu örneklerinde kontrol bitkilerine göre karetonoidin %30 oranında yükseldiği gözlemlenmiştir. M grubu örnekleri K örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişim yaratmamıştır. Şekil 4'te klorofil-a ve klorofil-b düzeyleri verilmiştir. Örneklerin klorofil-a içerikleri en düşük T grubunda 2.94 mg g^{-1} ve en yüksek Y grubunda 3.4 mg g^{-1} düzeyinde belirlenmiştir ($p \leq 0.01$). Tuz stresinin etkisiyle klorofil-a seviyesindeki düşüş klorofil-b seviyesindeki düşüşten daha az olmakla birlikte %5.5 oranındadır. Yosun uygulamasının tuz stresine karşı klorofil-a seviyesini üzerinde oldukça koruyucu olduğu anlaşılmıştır. Tuz stresine maruziyet olmaksızın, sadece biyostimülantların etkileri incelendiğinde ise Y uygulamasının, M uygulamasına göre çok daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır ($p \leq 0.01$). *Ascophyllum nodosum* ekstraktının biyostimülant olarak kullanımı ile fotosentezin uyarılarak, stres kaynaklı tepkileri azaltılabileceği önceki bir araştırmacı tarafından da raporlanmıştır (De Saeger ve ark., 2020). Analiz edilen bütün yaprak örnekleri arasında en yüksek klorofil-b sadece biyostimülant uygulaması gerçekleştirilen M ve T uygulamalarında ($p \leq 0.01$). Tuz stresi klorofil-b içeriğinde %41 oranında önemli bir kayıp yaratarak, bu bileşiğin miktarını 0.54 mg g^{-1} 'a düşürmüştür. Biyostimülant uygulamaları tuz stresine karşı klorofil-b içeriğinin korunmasında aynı istatistiksel önem düzeyinde etkili olmuştur ($p \leq 0.01$). Tuz stresinde %41 kayıp yaşanırken MT ve YT örneklerinde bu kayıp %11 oranında kalmıştır. Fotosentetik pigment içerikleri üzerinde yapılan analizler göstermiştir ki, tuz stresi mevcutsa en etkili biyostimülant deniz yosunudur ve bu preparat aynı zamanda tuz stresi olmasa bile bu pigmentlerin seviyelerini arttırmaktadır.



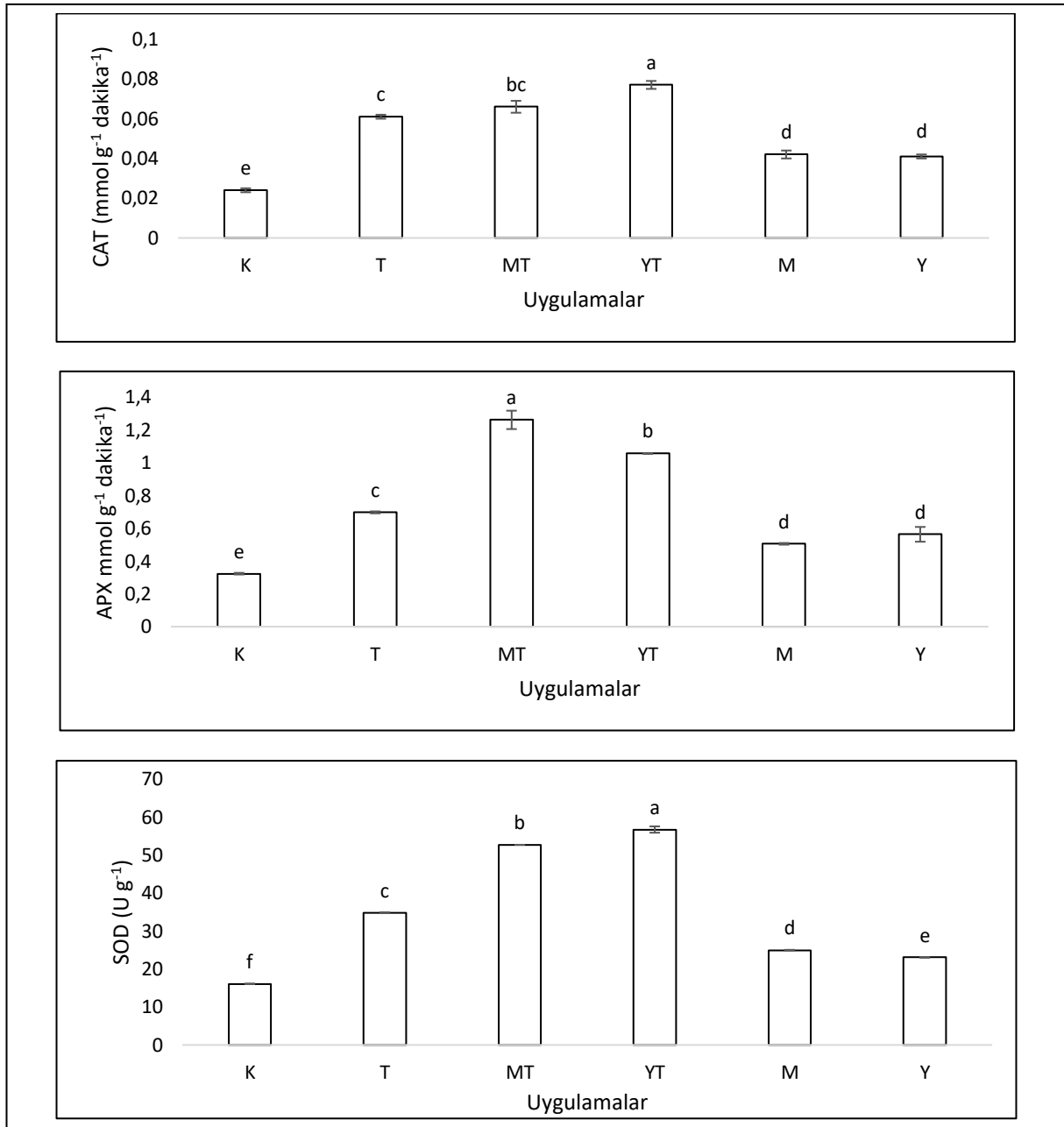
Şekil 4. Uygulamalara göre yaprakların fotosentetik pigment içerikleri. Her değer üç tekrarın ortalama \pm standart hatasını temsil etmektedir. Grafikte farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($p \leq 0.01$). Dikey çubuklar standart hataya karşılık gelmektedir. K: Kontrol, T: Tuz stresi, MT: Tuz stresi ve maya uygulaması, YT: Tuz stresi ve yosun uygulaması, M: Maya uygulaması, Y: Yosun uygulaması

Figure 4. Photosynthetic pigment contents of leaves obtained from the treatments. Each value represents the mean \pm standard error of three replicates. Means shown with different letters in the graph are significantly different ($p \leq 0.01$). Vertical bars correspond to the standard error. K: Control, T: Salt stress, MT: Salt stress and yeast treatment, YT: Salt stress and seaweed treatment, M: Yeast treatment, Y: Seaweed treatment

Deniz yosunu ve maya kullanımının antioksidan enzim (CAT, APX, SOD) aktiviteleri üzerindeki etkisi

Bitkiler tuz stresinden kaynaklanan ROS' un zararlı etkilerini azaltmak için, süperoksit dismutaz (SOD), guaiakol peroksidaz (GPX), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), fenolik bileşikler ve glutatyon gibi enzimatik olmayan metabolitler gibi bir dizi enzim koruyucu sistemle donatılmıştır (Jiang & Zhang, 2004; Abdel Latef ve ark., 2018). Antioksidan enzimlerin aktivitesinin artması, bitkilerin stres faktörlerine karşı direncini de arttırmaktadır (Hayat ve

ark., 2010). Bu bağlamda, Şekil 5'te verilen örneklerin antioksidan enzim aktivite sonuçları incelendiğinde, tuz stresine yanıt olarak CAT aktivitelerini %154, APX aktivitelerini %116, SOD aktivitelerini %117 arttırdıkları görülmektedir ($p \leq 0.01$).



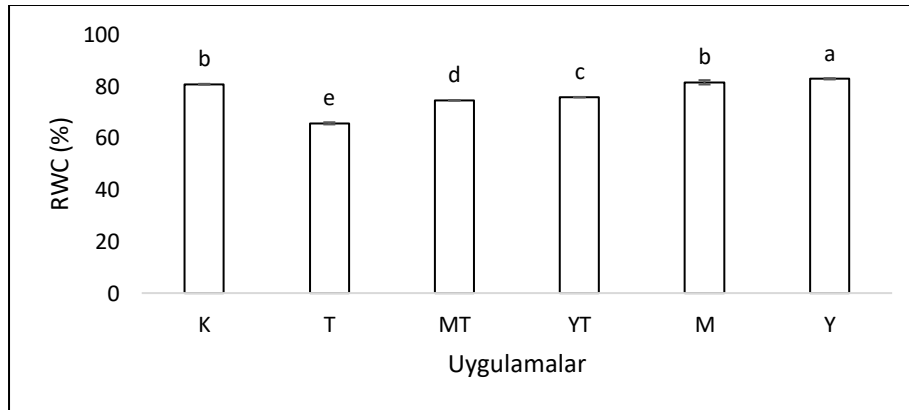
Şekil 5. Uygulamalara göre yaprakların antioksidan enzim aktiviteleri. Her değer üç tekrarin ortalama \pm standart hatasını temsil etmektedir. Grafikte farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($p \leq 0.01$). Dikey çubuklar standart hataya karşılık gelmektedir. K: Kontrol, T: Tuz stresi, MT: Tuz stresi ve maya uygulaması, YT: Tuz stresi ve yosun uygulaması, M: Maya uygulaması, Y: Yosun uygulaması

Figure 5. Antioxidant enzyme activities of leaves obtained from the treatments. Each value represents the mean \pm standard error of three replicates. Means shown with different letters in the graph are significantly different ($p \leq 0.01$). Vertical bars correspond to the standard error. K: Control, T: Salt stress, MT: Salt stress and yeast treatment, YT: Salt stress and seaweed treatment, M: Yeast treatment, Y: Seaweed treatment

Bu durum Karimi ve ark. (2020)'nin da belirttiği üzere, bitkilerin dokularında tuz stresine dayanıklılığı artırmak için çözünen maddelerin birikimi, hücre duvarı bütünlüğü ve protein üretiminin yanı sıra antioksidan enzimlerin aktivitesinin artması ve fenolik bileşiklerin üretimi gibi çeşitli savunma mekanizmalarını tetiklemeyle açıklanabilir (Karimi ve ark., 2016). Mohammadkhani & Abbaspour (2017) araştırmalarında 25, 50, 200 mM'lık dozlardaki NaCl uygulamalarının yapraklarda CAT ve APX içeriklerini arttırdığını vurgulamışlardır. Mevcut araştırmada CAT, SOD ve APX aktivitelerinin en yüksek olduğu örnekler tuz stresine karşı biyostimülantların kullanıldığı bitkilerden alınan örneklerdir. YT uygulaması sonucu CAT ve SOD, MT uygulaması sonucu ise APX içeriği istatistiksel anlamda en yüksek seviyededir ($p \leq 0.01$). Sadece biyostimülant kullanımı ile de antioksidan enzim aktivitelerinde artış gözlemlenmiştir. K grubuna göre sırası ile M ve Y grubu örneklerinde CAT aktivitesi %75 ve %71, APX aktivitesi %56 ve %74, SOD aktivitesi %55 ve %43 oranlarında artmıştır ($p \leq 0.01$). Bu sonuç önceki araştırmalarda da bahsedildiği üzere biyostimülant kullanımının antioksidan enzim aktivitelerinde artış yarattığını hipotezini desteklemektedir (Elansary ve ark., 2017; Irani ve ark., 2021). Zarraonaindia ve ark. (2023) sonuçlarında farklı deniz yosunu kullanımının sadece CAT ve SOD aktivitesinde artış yarattığını, APX içeriğinde önemli bir değişiklik ölçülmediğini belirtmişlerdir. Abiyotik stresin ana fizyolojik yansımalarından biri, farklı hücresel bölmelerden elektron sızıntısı sonucu oluşan reaktif oksijen türlerinin aşırı üretilmesi sonucu dengesiz redoks homeostazı ile temsil edilir ve sonuç olarak enzimatik aktivite değişerek bitkinin hayatta kalması kolaylaşır (Møller ve ark., 2007). Ayrıca Rai ve ark. (2012) da, bitkilerin tuzluluğa karşı dirençlerini artırmalarını sağlayan biyostimülant kaynaklı antioksidan enzim aktivasyonunun değerini vurgulamışlardır. Bu araştırmada da en yüksek antioksidan enzim seviyesi araştırmacıların da belirttiği gibi tuz stresi ve biyostimülant uygulamalarının her ikisinin de bulunduğu gruplardadır.

Tuz stresine karşı deniz yosunu ve maya kullanımının bağıl su içeriği (%RWC) üzerindeki etkisi

Uygulamalara ait yapraklarda ölçülen RWC (%) oranları Şekil 6'da verilmiştir. En yüksek RWC Y grubunda deniz yosunu uygulaması sonucu ölçülmüştür ($p \leq 0.01$) ve bu sonuç A. nodosum'un aşırı yaprak dehidrasyonunu önlemede olumlu bir etkiye sahip olduğu hipotezini desteklemektedir (Van Oosten ve ark., 2017).



Şekil 6. Uygulamalara göre yaprakların RWC oranları. Her değer üç tekrarın ortalama \pm standart hatasını temsil etmektedir. Grafikte farklı harflerle gösterilen ortalamalar önemli ölçüde farklıdır ($p \leq 0.01$). Dikey çubuklar standart hataya karşılık gelmektedir. K: Kontrol, T: Tuz stresi, MT: Tuz stresi ve maya uygulaması, YT: Tuz stresi ve yosun uygulaması, M: Maya uygulaması, Y: Yosun uygulaması

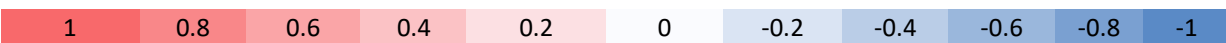
Figure 6. RWC rates of leaves obtained from the treatments. Each value represents the mean \pm standard error of three replicates. Means shown with different letters in the graph are significantly different ($p \leq 0.01$). Vertical bars correspond to the standard error. K: Control, T: Salt stress, MT: Salt stress and yeast treatment, YT: Salt stress and seaweed treatment, M: Yeast treatment, Y: Seaweed treatment

Stres koşulları altında turgor basıncının azalması genellikle hücre genişlemesinin azalmasıyla sonuçlanır ve bu da yaprak alanının azalmasına neden olur (Taiz ve ark., 2012). Maya kullanımı tuz stresine karşı RWC seviyesini korumada etkili olmamıştır. Tuz stresi ise beklenildiği üzere RWC' de güçlü bir düşüşe sebep olmuştur ($p \leq 0.01$). MT ve YT gruplarında, kullanılan biyostimulantların katkısı ile T grubundan daha yüksek RWC oranları mevcuttur, ancak YT grubunun RWC'si, MT'ye kıyasla daha yüksektir ($p \leq 0.01$) ve bu sonuç deniz yosununun daha koruyucu olduğunu vurgulamaktadır. Stres koşulları altında turgor basıncının azalması genellikle hücre genişlemesinin azalmasıyla sonuçlanır ve bu da yaprak alanının azalmasına neden olur (Taiz ve ark., 2012). Bu durumda maya ve yosun uygulamalarının RWC oranını koruyucu olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir.

Korelasyon matrisi analizi

Araştırmada incelenen parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri Şekil 7'de sunulmuştur. Korelasyon katsayısı (pozitif veya negatif) renk anahtarında gösterildiği gibi sanal renkle temsil edilmektedir. Korelasyon katsayısı 1'e yaklaştıkça kırmızımsı, -1'e yaklaştıkça mavimsi renkte görülmektedir. İncelenen parametreler arasındaki $p \leq 0.01$ düzeyinde en yüksek korelasyon katsayıları sırasıyla ABTS ile TFB ($R=0.995$), CAT ile ABTS ($R=0.990$), CAT ile TFB ($R=0.989$), RWC ile klorofil-b ($R=0.979$) arasında tespit edilmiştir (Şekil 7).

	TFB	EC ₅₀	ABTS	Karotenoid	Klorofil-a	Klorofil-b	CAT	APX	SOD	RWC	YSP
TFB	1										
EC ₅₀	-0.912*	1									
ABTS	0.995**	-0.940**	1								
Karotenoid	-0.534	0.323	-0.541	1							
Klorofil-a	-0.459	0.197	-0.446	0.952**	1						
Klorofil-b	-0.552	0.345	-0.558	0.908*	0.933**	1					
CAT	0.989**	-0.930**	0.990**	-0.555	-0.486	-0.566	1				
APX	0.923**	-0.728	0.878*	-0.432	-0.422	-0.431	0.888*	1			
SOD	0.949**	-0.819*	0.922**	-0.500	-0.486	-0.484	0.954**	0.960**	1		
RWC	-0.603	0.446	-0.624	0.895*	0.865*	0.979**	-0.611	-0.425	-0.479	1	
YSP	0.0006	0.021	0.060	-0.602	-0.527	-0.680	0.008	-0.252	-0.210	-0.743	1



Şekil 7. İncelenen parametrelerin verileri arasındaki korelasyon matrisi analizi. TFB: Toplam fenolik bileşik, CAT: Katalaz, SOD: Süperoksit dismutaz, APX: Askorbik peroksidaz, RWC: Bağlı su içeriği, YSP: Yaprak su potansiyeli. Korelasyon değerleri -1 (mavi renkte) ile 1 (kırmızı) arasında değişmektedir. "*" $p \leq 0.05$ düzeyinde, "**" ise $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlı farklılıkları göstermektedir

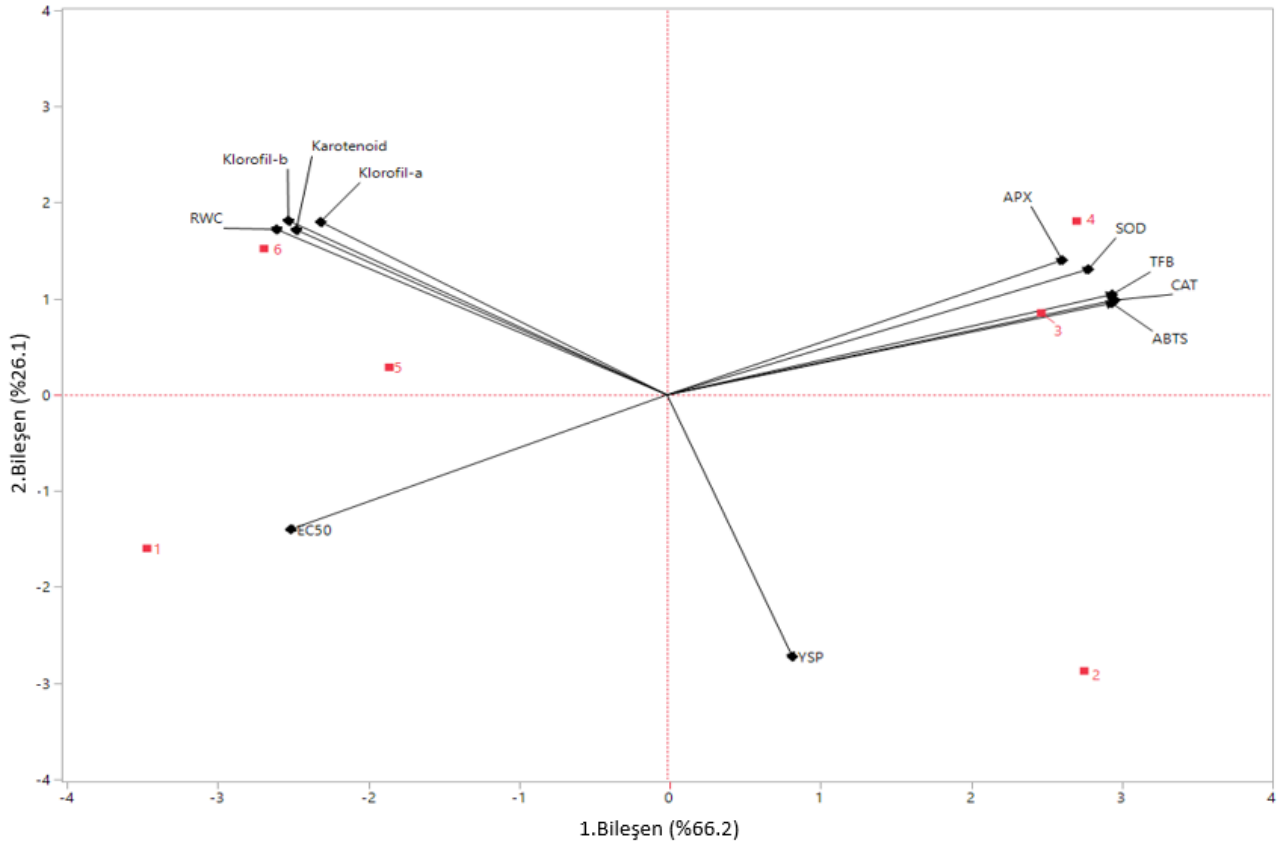
Figure 7. Correlation matrix analysis between the data of the studied parameters. TFB: Total phenolic compound, CAT: Catalase, SOD: Superoxide dismutase, APX: Ascorbic peroxidase, RWC: Relative water content, YSP: Leaf water potential. Correlation values range from -1 (blue) to 1 (red). "*" indicates significant differences at $p \leq 0.05$ level and "**" indicates significant differences at $p \leq 0.01$ level

Klorofil-a, klorofil-b ve karotenoid arasında, APX ile TFB arasında, SOD aktivitesi ile TFB, ABTS, CAT ve APX arasında da pozitif korelasyonlar mevcuttur ($p \leq 0.01$). Ayrıca EC₅₀ ile ABTS ($R=-0.940$) ve CAT ($R=-0.930$) arasında da 0.02 anlamlılık seviyesinde negatif korelasyon ilişkisi vardır. EC₅₀ TFB ile negatif korelasyon göstermiştir ($p \leq 0.05$), çünkü EC₅₀ değeri yükseldikçe antioksidan aktivite yükselmektedir. Benzer negatif ilişki SOD aktivitesi ile de mevcuttur. Klorofil-b ile karotenoid, APX ile ABTS ve CAT, RWC ile de karotenoid ve klorofil-b düzeyleri arasında da korelasyon

saptanmıştır ($p \leq 0.05$). Benzer sonuçlar önceki araştırmalarda da bildirilmiştir (Alonso ve ark., 2002; Król ve ark., 2014; Król ve ark., 2015; Torres ve ark., 2015).

Temel bileşen (PCA) analizi

Kontrol (1), tuz stresi (2), tuz stresine karşı maya uygulaması (3), tuz stresine karşı deniz yosunu uygulaması (4), sadece maya uygulaması (5) ve sadece yosun uygulamasının (6) çalışılan değişkenler ile arasındaki etkileşimi değerlendirmek amacıyla Temel Bileşen Analizi (PCA) yapılmış ve Şekil 8' de sunulmuştur. 6 uygulamadan oluşan bir veri seti ve 11 değişken kovaryans matrisi kullanılarak analiz edilmiştir. PCA sonuçları toplam varyansın %100'ünü açıklayan beş bileşenli bir model ortaya koymuştur. Birinci temel bileşen toplam veri varyansının %66.2' sini açıklarken, diğer bileşenler sırasıyla %26.1, %5.94, %1.17 ve %0.59' unu açıklamıştır. Bireysel yükler 4. uygulamanın 1. ve 2. bileşenler üzerinde en yüksek yüklerle sahip olduğunu göstermiştir ve bu durum bu bileşenlerle pozitif bir korelasyona işaret etmektedir. Bu yüklerle dayanarak 4. uygulama olan YT değişkeninin her iki bileşen boyunca verilerdeki varyasyonu açıklamada önemli olduğu sonucuna varılabilir.



Şekil 8. Tüm verilerin Temel Bileşen Analizi (PCA) için puanların ve yüklerin biplotu, ilk iki bileşene göre yüklerin dağılımını göstermektedir. Değişkenlere ait çizgilerin uzunluğu katkı gücünü ifade etmektedir. TFB: Toplam fenolik bileşik, CAT: Katalaz, SOD: Süperoksit dismutaz, APX: Askorbik peroksidaz, RWC: Bağıl su içeriği, YSP: Yaprak su potansiyeli

Figure 8. Biplot of scores and loadings for Principal Component Analysis (PCA) of all data, showing the distribution of loadings according to the first two components. The length of the lines for the variables indicates the strength of contribution. TFB: Total phenolic compound, CAT: Catalase, SOD: Superoxide dismutase, APX: Ascorbic peroxidase, RWC: Relative water content, YSP: Leaf water potential

3. uygulama olan MT her iki bileşen üzerinde pozitif, 5. uygulama (M) ve 6. uygulama (Y) 2. bileşen üzerinde pozitif, 1. bileşen üzerinde negatif yüklere, kontrol (K) 1. bileşen üzerinde negatif, 2. bileşen üzerinde pozitif yüklere ve son olarak 2. uygulama (T) 1. bileşen üzerinde pozitif, 2. bileşen üzerinde negatif yüklere sahiptir. APX, SOD, TFB, CAT ve ABTS değişkenlerinin 1. bileşen üzerinde yüksek pozitif yüklere sahip olması, birinci temel bileşenle güçlü bir ilişki olduğunu ve bu boyut boyunca verilerdeki varyasyonu açıklamada önemli olduklarını göstermektedir. YSP değişkeninin 1. bileşen üzerinde orta derecede pozitif, ikinci bileşen üzerinde negatif yüke sahip olup, ikinci bileşen boyunca verilerdeki varyasyonu açıklamada önemli olduğunu göstermektedir. RCW, klorofil-a, klorofil-b ve karetonoid değişkenleri birinci bileşenle yüksek negatif yüke sahiptir ve bu bileşen boyunca negatif ilişki bulunmaktadır. EC₅₀ değişkeni birinci bileşenle yüksek negatif yüke sahiptir ve bu bileşen boyunca negatif ilişki bulunmaktadır. PCA grafiğindeki bileşenler arasında açılar ve bileşenler arasındaki ortak yönler orijinal değişkenler arasındaki korelasyonun yoğunluğu hakkında bilgi vermektedir. Daha dar açılar, daha yüksek korelasyonu gösterirken, daha geniş açılar daha düşük korelasyonu gösterir bir diğer ifade ile benzer gözlemler genellikle birbirlerine yakın konumlandırılır. Buna göre ABTS, CAT, TFB değişkenleri birbirleri ile yüksek pozitif korelasyona sahiptir. Aynı şekilde RCW, klorofil-a, klorofil-b ve karetonoid değişkenleri de benzer özellikleri göstermiştir. Diğerleri ile en yüksek negatif korelasyon EC₅₀ ve YSP değişkenlerinde mevcuttur. Bu sonuç her iki değişkenin de “-” olarak ifade edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak; bağcılıkta tuz stresi, iklim değişikliğinin yanı sıra toprağın veya sulama suyunun yüksek tuz içeriği ile ilişkili olarak büyüme ve gelişme üzerinde olumsuz etkileriyle karşılaşılan bir sorundur. Genel büyüme ve gelişmenin her aşamasında etkileri olan tuz stresinin sonuçta verim ve kaliteyi azaltmakta olduğu bilinmektedir. Bağcılıkta tuz stresinin kontrol altında tutulması ve olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi önemlidir. Biyostimülant kullanımı bitkilerin tuz stresi altında daha iyi performans göstermelerine yardımcı olabilecek bir yöntemdir. Tuz stresi, bitkilerde oksidatif stresi artırabilir. Biyostimülant kullanımı araştırma sonuçlarında da tespit edildiği üzere antioksidan aktivitede de artış yaratarak, bitkilerin tuz stresi sonucu artan oksidatif stresle başa çıkmalarına yardımcı olabilmektedir. Araştırmada çalışılan iki farklı biyostimülanttan deniz yosunu olan *Ascophyllum nodosum*'un tuz stresine karşı daha yüksek potansiyel koruma sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Biyostimülant olarak kullanılan mayanın da tuz stresine karşı fotosentetik pigment, fenolik içerik ve antioksidan aktivite ve enzimler de artış yaratarak savunma mekanizmasına yardımcı olabileceği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, çevre dostu stratejilerin geliştirilmesini teşvik eden maya ve deniz yosunu kullanımı, bağcılıkta tuz stresine mücadele ederken önemli bir rol oynayabilir ve bitkilerin daha sağlıklı ve verimli bir şekilde büyümelerini sağlayabilir. Bu nedenle, biyostimülantların detaylı araştırmalara konu olmasının sürdürülebilir bağcılık uygulamaları için önemli olduğu düşünülmektedir.

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

- Abbas, M., Anwar, J., Zafar-ul-Hye, M., Iqbal Khan, R., Saleem, M., Rahi, A.A., Danish, S., & Datta, R. (2020). Effect of seaweed extract on productivity and quality attributes of four onion cultivars. *Horticulturae*, 6 (2), 28. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6020028>
- Abbasi, H., Jamil, M., Haq, A., Ali, S., Ahmad, R., Malik, Z., & Parveen, Z. (2016). Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: A review. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103 (2), 229-238. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.030>
- Abdel Latef, A.A.H., Srivastava, A.K., Abdel-Sadek, M.S.A., Kordrostami, M., & Tran, L.S.P. (2018). Titanium dioxide nanoparticles improve growth and enhance tolerance of broad bean plants under saline conditions. *Land Degradation & Development*, 29 (4), 1065-1073. <https://doi.org/10.1002/ldr.2780>
- Alonso, A.M., Guillen, D.A., Barroso, C.G., Puertas, B., & Garcia, A. (2002). Determination of antioxidant activity of wine by products and its correlation with polyphenolic content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, (21), 5832-5836.
- Amarowicz, R., & Weidner, S. (2009). Biological activity of grapevine phenolic compounds. In: Roubelakis-Angelakis KA. (Ed.) *Grapevine molecular physiology and biotechnology*, Springer, New York. pp. 389-405.
- Basile, B., Roupheal, Y., Colla, G., Soppelsa, S., & Andreotti, C. (2020). Appraisal of emerging crop management opportunities in fruit trees, grapevines and berry crops facilitated by the application of biostimulants. *Scientia Horticulturae*, 267, 109330. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109330>
- Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>
- Bodin, E., Bellée, A., Dufour, M.C., André, O., & Corio-Costet, M.F. (2020). Grapevine stimulation: A multidisciplinary approach to investigate the effects of biostimulants and a plant defense stimulator. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (51), 15085-15096. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c05849j>
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 9, 306. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloeppel, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, 383, 3-41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Correia, S., Santos, M., Glińska, S., Gapińska, M., Matos, M., Carnide, V., Schouten, R., Silva, A.P., & Gonçalves, B. (2020). Effects of exogenous compound sprays on cherry cracking: Skin properties and gene expression. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (7), 2911-2921. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10318>
- Cakmak, I., Strbac, D., & Marschner, H. (1993). Activities of hydrogen peroxide scavenging enzymes in germinated wheat seeds. *Journal of Experimental Botany*, 44 (1), 127-132. <https://doi.org/10.1093/jxb/44.1.127>
- De Saeger, J., Van Praet, S., Vereecke, D., Park, J., Jacques, S., Han, T., & Depuydt, S. (2020). Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. *Journal of Applied Phycology*, 32, 573-597. <https://doi.org/10.1007/s10811-019-01903-9>
- Dinis, L.T., Bernardo, S., Conde, A., Pimentel, D., Ferreira, H., Félix, L., Gerós, H., Correia, C.M., & Moutinho-Pereira, J. (2016). Kaolin exogenous application boosts antioxidant capacity and phenolic content in berries and leaves of grapevine under summer stress. *Journal of Plant Physiology*, 191, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.12.005>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Duan, D., Fischer, S., Merz, P., Bogs, J., Riemann, M., & Nick, P. (2016). An ancestral allele of grapevine transcription factor MYB14 promotes plant defence. *Journal of Experimental Botany*, 67 (6), 1795-1804. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv569>

- Elansary, H.O., Yessoufou, K., Abdel-Hamid, A.M., El-Esawi, M.A., Ali, H.M., & Elshikh, M.S. (2017). Seaweed extracts enhance salam turfgrass performance during prolonged irrigation intervals and saline shock. *Frontiers in Plant Science*, 8, 830. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00830>
- Food and Agriculture Organization. (March, 2024). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- García-Sánchez, F., Simón-Grao, S., Navarro-Pérez, V., & Alfosea-Simón, M. (2022). Scientific advances in biostimulation reported in the 5th biostimulant world congress. *Horticulturae*, 8 (7), 665. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070665>
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., & Zhang, C. (2005). Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169 (2), 313-321. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.02.023>
- Gutiérrez-Gamboa, G., Portu, J., Santamaría, P., López, R., & Garde-Cerdán, T. (2017). Effects on grape amino acid concentration through foliar application of three different elicitors. *Food Research International*, 99, 688-692. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.022>
- Gutiérrez-Gamboa, G., Romanazzi, G., Garde-Cerdán, T., & Pérez-Álvarez, E.P. (2019). A review of the use of biostimulants in the vineyard for improved grape and wine quality: Effects on prevention of grapevine diseases. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (3), 1001-1009. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9353>
- Gutiérrez-Gamboa, G., & Moreno-Simunovic, Y. (2021). Seaweeds in viticulture: A review focused on grape quality. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 36 (1),9-21. <https://doi.org/10.1051/ctv/20213601009>
- Günes, A., Söylemezoğlu, G., İnal, A., Bağcı, E.G., Çoban, S., & Şahin, O. (2006). Antioxidant and stomatal responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 110 (3), 279-284. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.07.014>
- Haider, M.S., Jogaiah, S., Pervaiz, T., Yanxue, Z., Khan, N., & Fang, J. (2019). Physiological and transcriptional variations inducing complex adaptive mechanisms in grapevine by salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 162, 455-467. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.03.022>
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68 (1), 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>
- Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., & Okuda, T. (1988). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astringency as scavenging effects. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 36, 2090-2097.
- Irani, H., ValizadehKaji, B., & Naeini, M.R. (2021). Biostimulant-induced drought tolerance in grapevine is associated with physiological and biochemical changes. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00200-9>
- Isla, R., & Aragüés, R. (2010). Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. *Field Crops Research*, 116 (1-2), 175-183. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.12.008>
- Jiang, M.Y., & Zhang, J.H. (2004). Abscisic acid and anti-oxidant defense in plant cells. *Acta Botanica Sinica-English Edition*, 46, 1-9.
- Jaulneau, V., Lafitte, C., Corio-Costet, M.F., Stadnik, M.J., Salamagne, S., Briand, X., Esquerré-Tugayé, M.T., & Dumas, B. (2011). An *Ulva armoricana* extract protects plants against three powdery mildew pathogens. *European Journal of Plant Pathology*, 131, 393-401. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9816-0>
- Karaçelil, A.A., Küçük, M., Iskefiyeli, Z., Aydemir, S., De Smet, S., Miserez, B., & Sandra, P. (2015). Antioxidant components of *Viburnum opulus* L. determined by on-line HPLC-UV-ABTS radical scavenging and LC-UV-ESI-MS methods. *Food Chemistry*, 175, 106-114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.085>
- Karimi, H.R., & Nasrolahpour-Moghadam, S. (2016). Study of sex-related differences in growth indices and eco-physiological parameters of pistachio seedlings (*Pistacia vera* cv. Badami-Riz-e-Zarand) under salinity stress. *Scientia Horticulturae*, 202, 165-172. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.003>

- Karimi, R., Ghabooli, M., Rahimi, J., & Amerian, M. (2020). Effects of foliar selenium application on some physiological and phytochemical parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Sultana under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 43 (14), 2226-2242.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386-399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I., & Higgs, D. (2001). The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. *Plant Physiology*, 27, 34-46.
- Król, A., Amarowicz, R., & Weidner, S. (2014). Changes in the composition of phenolic compounds and antioxidant properties of grapevine roots and leaves (*Vitis vinifera* L.) under continuous of long-term drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36, 1491-1499. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1526-8>
- Król, A., Amarowicz, R., & Weidner, S. (2015). The effects of cold stress on the phenolic compounds and antioxidant capacity of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves. *Journal of Plant Physiology*, 189, 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.10.002>
- Martínez-Lorente, S.E., Martí-Guillén, J.M., Pedreño, M.Á., Almagro, L., & Sabater-Jara, A.B. (2024). Higher plant-derived biostimulants: Mechanisms of action and their role in mitigating plant abiotic stress. *Antioxidants*, 13 (3), 318. <https://doi.org/10.3390/antiox13030318>
- Mohammadkhani, N., & Abbaspour, N. (2017). Effects of salinity on antioxidant system in ten grape genotypes. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 8 (1), 2247-2255.
- Mohammadkhani, N. (2018). Effects of salinity on phenolic compounds in tolerant and sensitive grapes. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 64 (2), 73-86. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.64.2.05>
- Monteiro, E., Gonçalves, B., Cortez, I., & Castro, I. (2022). The role of biostimulants as alleviators of biotic and abiotic stresses in grapevine: A review. *Plants*, 11 (3), 396. <https://doi.org/10.3390/plants11030396>
- Møller, I.M., Jensen, P.E., & Hansson, A. (2007). Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 58, 459-481. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.58.032806.103946>
- Nakano, Y., & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22 (5), 867-880. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232>
- Oh, M.M., Trick, H.N., & Rajashekar, C.B. (2009). Secondary metabolism and antioxidants are involved in environmental adaptation and stress tolerance in lettuce. *Journal of Plant Physiology*, 166 (2), 180-191. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.04.015>
- Olavarrieta, C.E., Sampedro, M.C., Vallejo, A., Štefelová, N., Barrio, R.J., & De Diego, N. (2022). Biostimulants as an alternative to improve the wine quality from *Vitis vinifera* (cv. tempranillo) in La Rioja. *Plants*, 11 (12), 1594. <https://doi.org/10.3390/plants11121594>
- Parađiković, N., Teklić, T., Zeljković, S., Lisjak, M., & Špoljarević, M. (2019). Biostimulants research in some horticultural plant species-A review. *Food and Energy Security*, 8 (2), e00162. <https://doi.org/10.1002/fes3.162>
- Portu, J., López, R., Baroja, E., Santamaría, P., & Garde-Cerdán, T. (2016). Improvement of grape and wine phenolic content by foliar application to grapevine of three different elicitors: Methyl jasmonate, chitosan, and yeast extract. *Food Chemistry*, 201, 213-221. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.086>
- Rai, A.C., Singh, M., & Shah, K. (2012). Effect of water withdrawal on formation of free radical, proline accumulation and activities of antioxidant enzymes in ZAT12-transformed transgenic tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 61, 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.09.010>
- Salachna, P., Grzeszczuk, M., & Wilas, J. (2015). Total phenolic content, photosynthetic pigment concentration and antioxidant activity of leaves and bulbs of selected *Eucomis* L'Hér. taxa. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 4220-4225.

- Salvi, L., Brunetti, C., Cataldo, E., Storchi, P., & Mattii, G.B. (2020). Eco-physiological traits and phenylpropanoid profiling on potted *Vitis vinifera* L. cv Pinot noir subjected to *Ascophyllum nodosum* treatments under post-veraison low water availability. *Applied Sciences*, 10 (13), 4473. <https://doi.org/10.3390/app10134473>
- Secco, S., Mattii, G. B., Salvi, L., & Cataldo, E. (2015). Use of natural biostimulants to improve the quality of grapevine production: first results. In *II World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture*, 1148 (pp. 77-84). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1148.9>
- Shukla, P.S., Mantin, E.G., Adil, M., Bajpai, S., Critchley, A.T., & Prithiviraj, B. (2019). *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, 10, 462648. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>
- Singleton, V.L., & Rossi, J.J.A. (1965). Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Smith, S.E., & Read, D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd ed. Academic Press, London, UK.
- Solecka, D., & Kacperska, A. (2003). Phenylpropanoid deficiency affects the course of plant acclimation to cold. *Physiologia Plantarum*, 119 (2), 253-262. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2003.00181.x>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2012). *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc., Publishers, Sunderland, MA, pp. 759.
- Tariq, M., Khan, A., Asif, M., Khan, F., Ansari, T., Shariq, M., & Siddiqui, M.A. (2020). Biological control: A sustainable and practical approach for plant disease management. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 70 (6), 507-524. <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1784262>
- Taskos, D., Stamatiadis, S., Yvin, J.C., & Jamois, F. (2019). Effects of an *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. extract on grapevine yield and berry composition of a Merlot vineyard. *Scientia Horticulturae*, 250, 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.030>
- Tavakkoli, E., Fatehi, F., Coventry, S., Rengasamy, P., & McDonald, G.K. (2011). Additive effects of Na⁺ and Cl⁻ ions on barley growth under salinity stress. *Journal of Experimental Botany*, 62 (6), 2189-2203. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq422>
- Topuz, H., Keskin, N., Kiraz, M.E., Tarım, G., Topuz, F., Ozel, N., & Kaya, O. (2023). Effect of foliar spraying of *Ascophyllum nodosum* extracts on grape quality of 'Tarsus Beyazı'. *Erwerbs-Obstbau*, 65 (6), 1873-1879. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00755-x>
- Torres, N., Goicoechea, N., & Antolín, M. C. (2015). Antioxidant properties of leaves from different accessions of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Tempranillo after applying biotic and/or environmental modulator factors. *Industrial Crops and Products*, 76, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.093>
- Traon, D., Amat, L., Zotz, F., & du Jardin, P. (2014). A legal framework for plant biostimulants and agronomic fertiliser additives in the EU-report to the European Commission, DG Enterprise & Industry.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (Mart, 2024). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Ullah, A., Bano, A., & Khan, N. (2021). Climate change and salinity effects on crops and chemical communication between plants and plant growth-promoting microorganisms under stress. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 618092. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.618092>
- Van Oosten, M.J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>
- Verkleij, F.N. (1992). Seaweed extracts in agriculture and horticulture: A review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 8 (4), 309-324. <https://doi.org/10.1080/01448765.1992.9754608>
- Webb, L.B., Watterson, I., Bhend, J., Whetton, P.H., & Barlow, E.W.R. (2013). Global climate analogues for winegrowing regions in future periods: Projections of temperature and precipitation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19 (3), 331-341. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12045>


- Yakhin, O.I., Lubyanov, A.A., Yakhin, I.A., & Brown, P.H. (2017). Biostimulants in plant science: A global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7, 2049. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Zagzog, O., & Qaoud, E.S. (2023). Effect of foliar spray seaweed and amino acid on growth and yield of Arra 15 and Arra 20 grapevines cultivars. *Journal of Productivity and Development*, 28 (4), 213-228. <https://doi.org/10.21608/JPD.2023.338223>
- Zarraonaindia, I., Cretazzo, E., Mena-Petite, A., Díez-Navajas, A.M., Pérez-López, U., Lacuesta, M., Pérez-Álvarez, E. P., Puertas, B., Fernandez-Diaz, C., Bertazzon, N., & Cantos-Villar, E. (2023). Holistic understanding of the response of grapevines to foliar application of seaweed extracts. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1119854. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1119854>
- Zodape, S.T., Gupta, A., Bhandari, S.C., Rawat, U.S., Chaudhary, D.R., Eswaran, K., & Chikara, J. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Scientific and Industrial Research*, 70, 215-219.

Cabernet-Sauvignon çeşidi tane fiziksel özelliklerine bazı abiyotik streslerin etkisi (*Vitis vinifera* L.)

The influence of different abiotic stresses on the physical characteristics of cv. Cabernet-Sauvignon berries (*Vitis vinifera* L.)

Elman BAHAR¹, İlknur KORKUTAL¹, Cihan ABAY¹

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 05.04.2024 Accepted / Kabul: 06.06.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres Tane Üzüm UV-C ışını Cabernet-Sauvignon</p> <p>Keywords: Abiotic stress Berry Grape UV-C radiation Cabernet-Sauvignon</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.</p> <p>© 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>Tekirdağ ili koşullarında bulunan bağda, 15 yaşlı Cabernet-Sauvignon/110R aşı kombinasyonu omcaları bu çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Deneme 2017 ve 2019 yıllarında, iki yıl yürütülmüştür. Çift kollu Kordon Royat terbiye şekline sahip omcalara 3 farklı fenolojik gelişme döneminde (ben düşme, ben düşme-hasat ve hasat) 5 gün süre ile 4 farklı abiyotik stres uygulanmıştır (kontrol, darbe, yaprak yaralama, UV-C). Uygulama şekil ve süreleri; darbe ve UV-C (sabah-akşam 1 kez 1 dk), yaprak yaralama (1 kez) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Kontrol uygulaması da bulunmaktadır. Sonuç olarak yıllar arasında 2019 yılının ön plana çıktığı (tane boyu-hacmi ve 100 tane ağırlığı azalmış; TKA ve TKA/TH artmış) görülmüştür. Her iki yılda da ben düşme-hasat döneminde şaraplık üzüm çeşitlerinde kalite için olması gerektiği gibi TKA/TH oranı ile % kuru ağırlık değerlerinin yüksek değerler aldığı izlenmiştir. Şaraplık üzüm çeşitlerinde küçük tane ve büyük TKA/TH istendiğinden yaprak yaralama uygulaması önerilebilir bulunmuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In a vineyard located in Tekirdağ province, 15-year-old Cabernet-Sauvignon/110R grafted vines were used as plant material in this research. The experiment was conducted over two years, in 2017 and 2019. Vines with double cordon Royat training system were subjected to 4 different abiotic stresses (control, shock action, leaf injury, UV-C radiation) for 5 days during 3 different phenological stages (veraison, veraison-harvest, and harvest). The application methods and durations were as follows: shock action and UV-C radiation (once for 1 minute in the morning and evening), leaf injury (once). Additionally, a control treatment was also included. As a result, it was observed that the year 2019 stood out among the years (decrease in berry size-volume and 100 berry weight; increase in berry skin area and berry skin area/berry volume). In both years, it was observed that in the veraison-harvest period of wine grape varieties, high values of BSA/BV ratio and % dry weight were obtained as required for quality. Since small berries and high BSA/BV are desired in wine grape varieties, leaf injury application is recommended.</p>
Cite/Atf	Bahar, E., Korkutal, İ., & Abay, C., (2024). Cabernet-Sauvignon çeşidi tane fiziksel özelliklerine bazı abiyotik streslerin etkisi (<i>Vitis vinifera</i> L.). <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 589-605. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1465178

GİRİŞ

Asma, bulunduğu çevreye en duyarlı bitkilerden biri olup, iklim değişikliğine uyumunu yüksek genetik çeşitliliği (Maniatis ve ark., 2024) ile esnek ve şekillendirilebilir sürgün yapısına borçludur (Rogiers ve ark., 2022). Öte yandan yarı-kurak ve kurak iklim şartlarına yüksek adaptasyon göstermektedir (Chacón-Vozmediano ve ark., 2021). Ancak ortaya çıkan biyotik ve abiyotik stres faktörleri üzüm üretimini sınırlamaktadır (Abdel-Mohsen & Rashedy, 2024). Bu durumda da çeşitlerin streslere farklı duyarlılık göstermesi, stresin hangi fenolojik gelişme aşamasında gerçekleştiği ve ne kadar sürdüğü gibi faktörler öne çıkmaktadır (Bellvert ve ark., 2015).

Üzüm kalite kriterleri genotip ve çevre faktörlerinin (toprak, arazi ve iklim) bileşimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer önemli faktör de bağdaki kültürel işlemlerdir (Alatzas ve ark., 2023). Ancak aşırı sıcak ve kurak koşullar stres yaratarak büyümeyi zayıflatıp asma performansını düşürebilir (Adão ve ark., 2023). Öte yandan iklim değişikliği ile giderek artan; kontrol edilemeyen yangınlar, aşırı yağmurlar, artan böcek ve hastalık baskısı da bağcılık açısından yeni zorluklar ortaya çıkarmaktadır (Cameron ve ark., 2022).

Vejetasyon periyodundaki sıcaklık artışları üzümlerin fenolik bileşenlerini tam oluşturamadan erken şeker yükselmesi gibi istenmeyen bir durumu ortaya çıkarabilir (Martinez-Gil ve ark., 2018; Gutiérrez-Gamboa ve ark., 2021; Suter ve ark., 2021; Geng ve ark., 2022). Yani tanedeki şeker birikimi fenolik bileşenlerle koordineli olmayabilmektedir (Goode, 2012). Güneydoğu Avustralya'da Chardonnay, Syrah ve Cabernet-Sauvignon çeşitlerinde erken olgunluğun sıcaklıkla tetiklenebildiği, ancak aynı zamanda kurumuş toprakların ABA hormonu üretimini uarması nedeniyle olgunluğun hızlandığı Sadras ve ark. (2013) tarafından bildirilmiştir. Bu durum çok sayıda kanopi manipülasyonu ile önlenmeye çalışılmaktadır. Böylelikle daha yavaş ve daha gecikmeli olgunlaşma, aşırı güneş alan bölgelerde daha fazla salkımın gölgelenmesi ve az güneş alan yerlerde yüksek kordon terbiye şekli seçilmesi gibi yöntemlerle sağlanmaya çalışılabilir (Del Zozzo & Poni, 2024). İklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan bu durum Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidi kalitesini de etkilemektedir (Feifel ve ark., 2023). Geng ve ark. (2022), Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde ben düşme-hayat arasında su stresinin orta-şiddetli olmasının üzüm kalitesini artırdığını ifade etmişlerdir.

Bunlara ek olarak üzüm tanesinin kalitesi; genotip, çevresel etmenler, kültürel uygulamalar, kanopi yönetimi, sıra yönü, yetiştirme teknikleri gibi koşullardan da etkilenmektedir. Öte yandan bu faktörler aynı zamanda tane boyutu üzerine de etkili olmaktadır (Barbagallo ve ark., 2011). Roby ve ark. (2004), tane kabuğundaki antosiyaninlerin ve çekirdek tanenlerinin, tane iriliğine bağlı olarak artmasına rağmen bu bileşenlerin sulama uygulamalarından daha fazla etkilendiğini bildirmiştir. Koundouras ve ark. (2009), Cabernet-Sauvignon/1103P ve Cabernet-Sauvignon/SO₄ aşu kombinasyonlarında anaç genotiplerinin tane büyüme parametrelerini etkilemediğini, sulama rejiminin tane boyutunu değiştirdiğini ortaya koymuşlardır. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tane gelişiminin erken aşamalarında yaprak alma yapan Ollat ve Gaudillere (1998), tane tutumunun hemen sonrasında yaprak almanın tane iriliğini büyük oranda azalttığını belirlemişlerdir. Ancak Kotseridis ve ark. (2012), çiçeklenme sonrası yaprak alma uyguladıklarında Cabernet-Sauvignon çeşidinde tane ağırlığının değişmediğini ancak tane boyutunun sınırlandığını bildirmişlerdir. Sofralık üzüm çeşitlerinde hedef büyük tane iriliği (Khalil ve ark., 2024; de Sousa Moreira ve ark., 2024) iken, şaraplık üzüm çeşitlerinde küçük tane elde etme yönündedir (Romero ve ark., 2022). Cabernet-Sauvignon gibi küçük taneli şaraplık üzüm çeşitlerinde streslere tepkinin genetik yapı ile ilişkili olduğu Mirás-Avalos ve Intrigliolo (2017) tarafından kaydedilmiştir. Cataldo ve ark. (2021) Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tane ağırlığının yaprak alma dönemi ve şiddetinden etkilenmediğini vurgulamışlardır.

Güneşten gelen UV radyasyonu bitkileri etkileyen abiyotik stres faktörlerinden biri olup (Derebe ve ark., 2019), artışı asma fizyolojisi üzerinde büyük etkiye sahip olabilir (Hollósy, 2002). Bunlardan UV-B (280-315nm) asma yaprakları ve taneleri üzerine potansiyel zarar verici etkiye sahiptir (Kolb ve ark., 2003). Normal koşullarda UV-C'nin (200-280nm) bitkiler üzerinde etkisi görülmez. Bridgen (2016) süs bitkileri üzerinde kullandığı UV-C'nin bitki boyunu azalttığı, dallanmayı ve çiçeklenmeyi artırdığını belirlemiştir. Bununla birlikte *Botrytis cinerea* ve

Penicillium expansum gibi hastalıkları da bastıran bir elisitör olmuştur (Bridgen, 2018). Benzer sonuç Korkutal ve Doğan (2010) tarafından da alınmış, aşı odasında hastalık kontrolünü sağladığı belirtilmiştir. 10dk süre ile uygulanan UV-C ışını iskarta aşılı asma çeliği oranını düşürmüştür. Bahar ve ark. (2024) araştırmalarında kullandıkları UV-C ışınının tane kuru ağırlığı ve tane özkütlesi değerlerini biraz yükselttiğini belirlemişlerdir. Ayrıca gerçekleştirdikleri darbe, yaprak alma, yaprak yaralama, vibrasyon ve *Botrytis cinerea* inokülasyonu gibi uygulamaların da üzüm kalitesini artırmak için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında bağda asmalara; kontrol, darbe, yaprak yaralama ve UV-C ışını olmak üzere 4 abiyotik stres uygulanmıştır. Bunlar; arazi koşullarında 3 farklı gelişme döneminde (ben düşme, ben düşme-hasat ve hasat) 5 gün süre ile uygulanmıştır. Tane özelliklerinin bu uygulamalar ve dönemlerinden nasıl etkilendiği incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Deneme alanı ve bitkisel materyal

Barel Şarapçılık Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.-Tekirdağ bağlarında, 60 m rakımda, 110R anacı üzerine aşılı 15 yaşındaki Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidi omcalarıyla çalışılmıştır. Bağda sıra arası 2.6 m ve sıra üzeri 0.9 m olup; asmalar çift kollu Kordon Royat terbiye şekline sahiptir.

Yöntem

Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde kurulmuştur. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidi omcalarına, 3 farklı dönemde, 4 stres uygulanmıştır ve tekerrür sayısı 3'tür. Çalışmada her parselde 3 asma olmak üzere toplam 108 asma kullanılmıştır. Deneme omcalarının mümkün olduğu kadar homojen gelişme gücüne sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Uygulama asmaları arasında birer sıra atlanmış ve kenar etkisi için birer sıra deneme dışı bırakılmıştır. Cabernet-Sauvignon omcalarına stres uygulamaları üç ayrı gelişme döneminde; ben düşme dönemi, ben düşme-hasat dönemi ve hasat döneminde uygulanmıştır. Stres uygulamaları 5 gün süre ile sabah ve akşam 1 kez yapılmıştır. Araştırmada 1 uygulama Kontrol olmak üzere, 3 abiyotik stres uygulaması (Darbe, UV-C, yaprak yaralama) gerçekleştirilmiştir. Olgunlaşan üzümler 24.09.2017 ve 27.09.2019 tarihlerinde hasat edilmiştir.

Uygulama dönemleri

Ben düşme (BD): Üzüm tanelerinde ilk renk oluşumunun başladığı dönem ile başlayıp 5 gün uygulama yapılan dönem.

Ben düşme-hasat dönemi (BDH): Renk oluşumundan sonra hasada kadar devam eden 5 günlük dönem.

Hasat dönemi (HD): Hasattan 5 gün önce, üzümlerin belirli bir olgunluğa eriştikleri dönem.

Abiyotik stres uygulamaları

Kontrol (A): Herhangi bir uygulama yapılmamış olan asmalar bu grupta yer almıştır.

Darbe (B): Ben düşme dönemi, ben düşme-hasat dönemi ve hasat dönemlerinde asmaların gövde ve kollarına 5 gün süre ile sabah ve akşam olarak günde iki defa darbe uygulanmıştır. Darbe uygulaması için plastik çekiç kullanılmış ve 1 dak. süreyle asmanın bütünlüğüne zarar vermeden uygulanmıştır (Bahar ve ark., 2024).

UV-C ışını (C): 3 farklı dönemde canlı asmayı üstten ve yanlarından tamamen kaplayan ve ışık geçirmeyen bir kabin oluşturulmuştur. Bu dikdörtgen kabinin tam ortasına ve üst kısmına UV-C lambası (254 nm ve 30 watt) (Langcake ve Pryce, 1977) monte edilmiştir. 5 gün boyunca sabah ve akşam her deneme omcası üzerinde 1'er dak. bekletilmiştir.

Yaprak yaralama (D): 2 cm çapında orta sertlikte esnek bir plastik çubuk alınmış ve asma yapraklarına her yönden belirli bir güç ile yaprakları yırtacak kadar vurulmuştur. Bu uygulama her dönem için bir kez yapılmıştır (Bahar ve ark., 2024).

Bu araştırmada abiyotik stres unsurları olarak seçilen darbe ve yaralanma, özellikle üzüm kalitesini artırmak için kullanılan (özellikle resveratrol birikimi) fizyolojik etkileşimlerden olduğundan seçilmiştir (Del-Castillo-Alonso ve ark., 2021; Bahar ve ark., 2024).

Tane ölçümleri

Her asmadan alınan ikişer salkım tanelerine ayrılmıştır. Her salkımdan sarmal şekilde 6 adet tane alınarak tane eni ve boyu ölçülmüştür. Tane eni-boyu 0.01 mm hassas dijital kumpas yardımıyla ölçülmüş ve kaydedilmiştir (OIV, 2009). Bu tanelerin aynı zamanda yaş ağırlıkları da 0.01 g hassas terazi ile alınmış buradan da 100 tane yaş ağırlığı elde edilmiştir. Aynı taneler etüvde 65-70°C'de 72 saat kurutulmuş ve aynı terazide tartımları yapılmıştır. Tane hacmi (TH) cam mezürde su taşıyarak cm³ cinsinden belirlenmiştir. Tane hacminden elde edilen yarıçap değeri alındıktan sonra, $4\pi r^2$ formülünden tane kabuk alanı (TKA) (cm² tane⁻¹) hesaplanmıştır. Elde edilen tane kabuk alanı değeri tane hacmine oranlanarak TKA/TH (cm² cm⁻³) elde edilen değer kaydedilmiştir (Palma ve ark., 2007). Tane özkütlesi tane yaş ağırlığını (g)/tane hacmine (cm³) bölerek g cm⁻³ cinsinden hesaplanmıştır. % kuru ağırlık tesadüfen seçilen 12 tanenin yaş ağırlığı belirlenerek bu taneler etüvde 65-70°C'de 72 saat kurutulmuş ve kuru ağırlıkları g tane⁻¹ olarak kaydedilmiştir. % Kuru ağırlık= (Tane kuru ağırlığı (g) X 100) / Tane yaş ağırlığı (g) eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır.

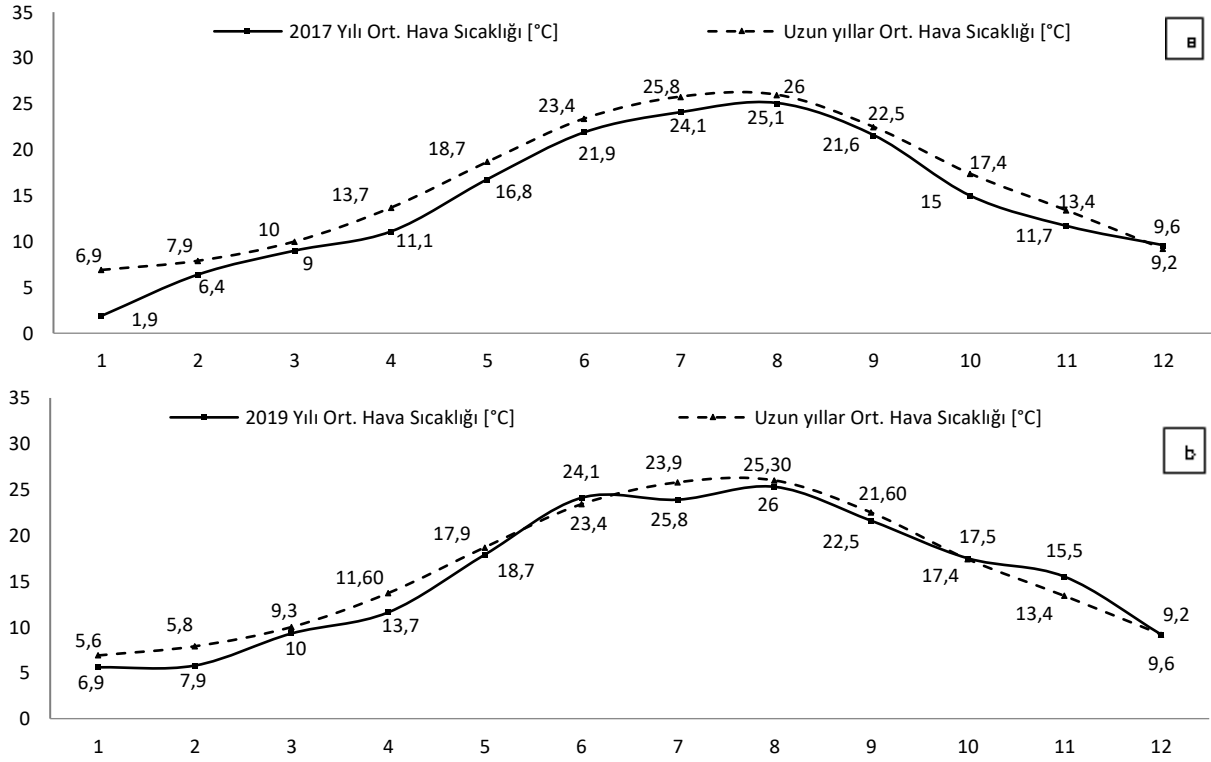
İstatistik analiz

Elde edilen iki yıllık veriler MSTATC (Microcomputer Program for the Design, Management, and Analysis of Agronomic Research Experiments) istatistik programı ile analiz edilmiş ve aralarında oluşan asgari önemli farklar LSD testi ile ortaya konmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çevre koşulları

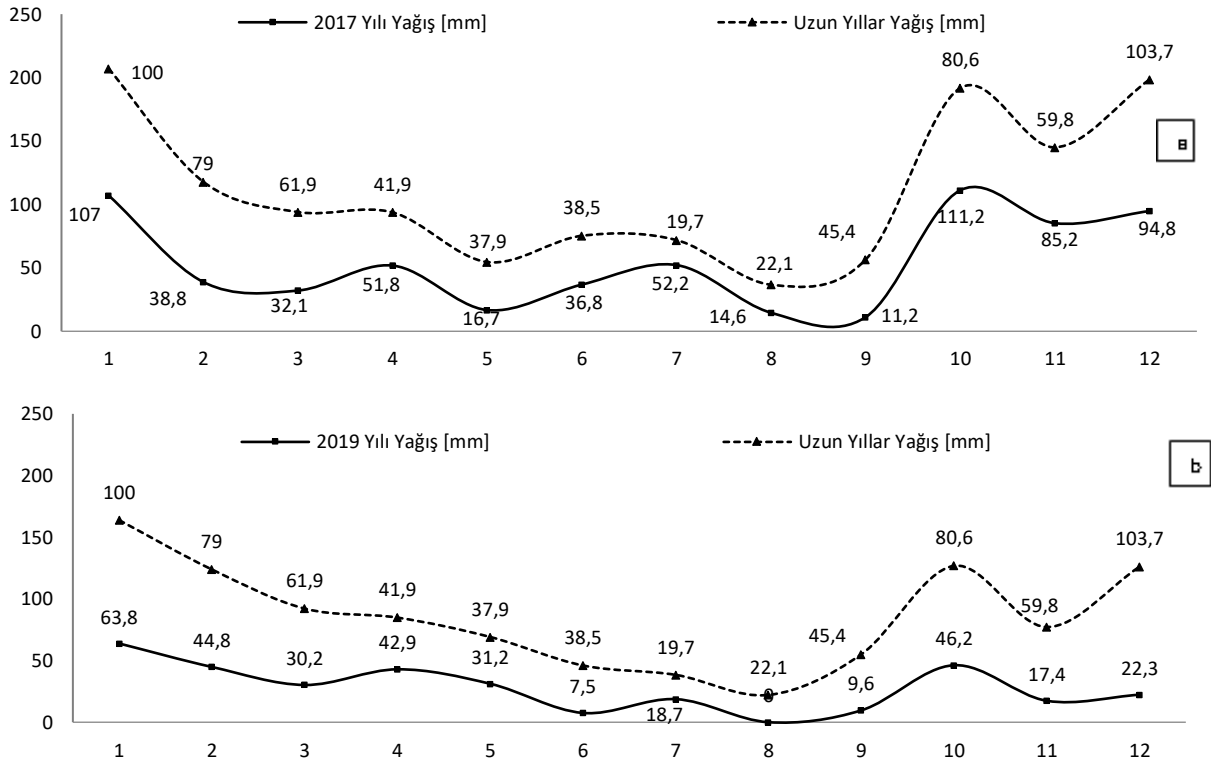
Yarı-kurak iklim kuşağında bulunan Tekirdağ'da, yaz ayları sıcak, kış ayları nemli geçmektedir. Kuzey rüzgarları sıcaklıkları düşürücü etki yapmaktadır. Uzun yıllar iklim verilerine göre (1990-2020 yılları), yıllık ortalama sıcaklık 16.24°C'dir. Uzun yıllar yağış ortalaması 690.5 mm olarak kaydedilmiştir (MGM, 2020).



Şekil 1. 2017 yılı (a) ve 2019 yılı (b) ortalama hava sıcaklığı ile uzun yıllar (1990-2020) ortalama hava sıcaklığı karşılaştırması

Figure 1. Comparison of average air temperature for the years 2017 (a) and 2019 (b) with the long-term (1990-2020) average air temperature

Tekirdağ ili 2017 yılı ortalama sıcaklığı 14.52°C, 2019 yılı ise 15.60°C olarak kaydedilmiştir. En sıcak ay Ağustos ayı olup 2017 yılında 25.10°C ve 2019 yılında 25.30°C olmuştur (Şekil 1). Uygulamaların yapıldığı 2017 yılı Ağustos ayında 25.10°C ve Eylül ayında 21.60°C sıcaklık; 2019 yılında Ağustos ayında 25.30°C ve Eylül ayında 22.50°C sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Her iki yılın sıcaklık değerleri birbirine yakındır.



Şekil 2. Uzun yıllar yağış ortalaması ile 2017 yılı (a) ve 2019 yılı (b) ortalama yağış karşılaştırması
 Figure 2. Comparison of average rainfall for the long-term average and the years 2017 (a) and 2019 (b)

2017 yılı toplam yağış 652.4 mm ile uzun yıllar ortalaması olan 690.5 mm'den bir miktar düşüktür. 2019 yıllık toplam yağış miktarı 334.6 mm ile uzun yıllar ortalaması olan 690.5 mm'den oldukça düşük gerçekleşmiştir (Şekil 2). Uygulamaların yapıldığı 2017 yılı Ağustos ayında 14.6 mm ve Eylül ayında 11.2 mm yağış düşmüştür. 2019 yılında ise Ağustos ayı yağış düşmemiş, Eylül ayında 9.6 mm yağış kaydedilmiştir.

Tane özellikleri

Tane eni (mm)

2017 ve 2019 yıllarında Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tane eni değerleri üzerine yapılan uygulamaların, dönemlerinin ve bunların interaksiyonlarının etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. Yıllara göre tane eni değerlerinin 10.86 mm (2019 yılı)-11.07 mm (2017 yılı) arasında olduğu, dönemlere göre incelendiğinde de 10.85 mm (BDH) ile 11.09 mm (H) arasında değiştiği belirlenmiştir. Stres uygulamalarına göre de tane eni değerlerinin 10.85 (C)-11.06 (A) mm arasında olduğu görülmüştür. Dönem x Str. Uyg. X Yıl interaksiyonu açısından da düşük değere sahip olan interaksiyonun BDH x C x 2019 (10.32 mm) olduğu kaydedilmiştir.

Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tane eni değerlerini Bahar ve Öner (2016) 11.60 mm ve Bahar ve ark. (2024) 11.19-11.20 mm olarak saptadıkları bulgusuyla araştırma bulguları uyum içindedir. Ayrıca Korkutal ve ark. (2020) tane eni değerinin 10.53 mm ve Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprakta 13,00mm; kurak arazi-yüzlek toprakta 11.57 mm olduğu bulgusuyla da paraleldir.

Tane boyu (mm)

Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde yapılan uygulamalar, dönemleri ve interaksiyonlarının tane boyu değerleri üzerine etkili olmadığı ancak Yıl Ana Etkisi (YAE)'nin önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın tane boyu (mm) üzerine etkileri
 Table 1. The effects of phenological period, stress application, and year on the berry length (mm) of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	10.78	10.94	10.86								
	B	11.33	10.59	10.96	A (K)	11.13	11.08	11.11	BD	11.13	10.90	11.02
	C	11.34	10.91	11.13								
	D	11.08	11.15	11.12								
A (K)	11.17	11.13	11.15	B	11.21	10.92	11.06					
BDH	B	10.86	11.15	11.01					BDH	11.11	10.91	11.01
	C	11.22	10.49	10.86								
	D	11.17	10.88	11.02	C	11.23	10.74	10.99				
	A (K)	11.45	11.17	11.31								
H	B	11.43	11.02	11.23					H	11.27	10.98	11.12
	C	11.13	10.83	10.98	D	11.10	10.97	11.04				
	D	11.06	10.89	10.98								
	YAE	11.17A	10.93B									

[BD (Ben Düşme), BDH (Ben Düşme-Hasat), H (Hasat), A (Kontrol), B (Darbe), C (UV-C Işını), D (Yaprak yaralama), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem ana etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)]

YAE LSD %1=0.205

Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tane boyu bakımından en düşük değeri 2019 yılının 10.93 mm ile aldığı belirlenmiştir. 2017 yılının ise 11.17 mm değeri ile en yüksek değeri aldığı saptanmıştır. Şaraplık üzüm çeşitlerinde en küçük tane boyutu istendiğinden 2019 yılının bu anlamda ön plana çıktığı görülmüştür. BDH dönemi tane boyu değerlerinin (11.01 mm) de diğer dönemlerden rakamsal olarak düşük olduğu görülmüştür. Öte yandan yine rakamsal olarak C stres uygulamasının düşük tane boyu (10.99mm) değerinde olduğu belirlenmiştir.

Bahar ve Öner (2016) araştırmalarında tane boyunun Cabernet-Sauvignon çeşidinde 12.10mm; Bahar ve ark. (2024) 11.24 mm; Korkutal ve ark. (2020) 10.67mm ve Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprak koşullarında 12.56 mm ve kurak arazi-yüzlek toprak koşullarında 12.47 mm olduğu bulgusuyla da sonuçlar uyumludur.

Tane yaş ağırlığı (g)

Yapılan tüm uygulamalar ve dönemleri açısından incelendiğinde Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde tane ağırlığı değerlerinin istatistik olarak önemli derecede değişmediği saptanmıştır. Rakamsal olarak hafif tanenin D uygulamasında (1.04 g) olduğu görülmüştür. Yani uygulanan streslerin tane yaş ağırlığını azaltıcı etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu Li ve ark. (2023) bulgusuyla aynı yöndedir. BDH x C x 2019 yılı interaksyonu 0.93 g değerini almıştır. A ve B stres uygulamalarının 1.11 g değerini aldığı görülmüştür. Koundouras ve ark. (2009) SO4 anacına aşılı Cabernet-Sauvignon çeşidinde tane ağırlığı değerinin 0.99 g ve 1103P anacında ise 1.01 g olduğunu belirttikleri bulgularıyla deneme bulgularının benzerlik içinde olduğu kaydedilmiştir. Öte yandan Korkutal ve ark. (2020) Cabernet-Sauvignon çeşidinde tane yaş ağırlığının 1.17 g olduğu bulgusuyla da sonuçların paralel olduğu görülmüştür. Ayrıca Bahar ve ark. (2024) Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidi tane yaş ağırlığı değerinin 1.15 g ile Bahar ve Öner (2016) 1.29 g olduğu bulgusu da benzer yöndedir. Aynı şekilde Korkutal ve ark. (2023)'ün taban arazi-derin toprak koşullarında 1.47 g ve kurak arazi-yüzlek toprak koşullarında 1.36 g olduğu bulgusu da araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

100 tane ağırlığı (g)

Tane yaş ağırlığı değerinde olduğu gibi 100 tane ağırlığı değerinin de yıla göre değiştiği ve 2017 yılı tane ağırlığının (112 g) ve 2019 yılından (104.85 g) yüksek ve istatistik olarak önemli olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 2). Ayrıca Dönem x Stres uygulaması x Yıl interaksyonunu incelendiğinde BDH x C x 2019 interaksyonunun 93.00 g değerini aldığı belirlenmiştir. Stres uygulamalarından D uygulamasının rakamsal olarak diğer uygulamalardan daha düşük 100 tane ağırlığı değerine (104.11 g) sahip bulunmuştur. Bu bulgu Ollat ve Gaudillere (1998)'nin erken dönem yaprak almanın tane yaş ağırlığını kontrole nazaran azalttığı bilgisi ile paralel bulunmuştur.

Cabernet-Sauvignon çeşidinde 100 tane ağırlığını belirleyen farklı araştırmalarda araştırma bulgularıyla uyumlu sonuçlar alındığı görülmüştür. Bu kriteri Kotseridis ve ark. (2012) 105 g; Bahar ve ark. (2024) 114.96 g; Korkutal ve ark. (2020) 116.32 g; Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprakta 148.39 g ve kurak arazi-yüzlek toprakta 139.30 g olarak belirtmişlerdir.

Tane kuru ağırlığı (g)

Tane kuru ağırlığı değeri üzerine Yıl Ana Etkisi LSD %1 seviyesinde önemli etki yapmıştır. Diğer ana etki ve interaksyonların etkisi ise istatistik olarak önemsizdir. 2017 yılı tane kuru ağırlığı 0.32 g değerini alıp birinci önem grubunda yer almıştır. 2019 yılı ise 0.30 g değeri ile ikinci önem grubundadır.

Tane kuru ağırlığı açısından incelendiğinde Dönem x Stres uygulaması x Yıl interaksyonunun rakamsal olarak büyük değeri H x A x 2017 (0.35 g) interaksyonundan; küçük değeri de BD x B x 2019 (0.28 g) interaksyonundan aldığı tespit edilmiştir. DAE açısından da rakamsal olarak BD dönemi (0.30) düşük değerin alındığı dönem olarak kaydedilmiştir. Stres uygulaması x yıl interaksyonu açısından ise değerler 0.29 g ile 0.32 g arasındadır. Tane kuru ağırlıklarının düşük bulunduğu stres uygulaması D (0.30 g) olmuştur.

Korkutal ve ark. (2020) Cabernet-Sauvignon çeşidi tane kuru ağırlığı değerinin 0.37 g olduğu bulgusu araştırma ile benzerdir. Bahar ve ark. (2024) ise araştırmalarında 0.30-0.34 g arasında belirledikleri tane kuru ağırlığı değerlerinin araştırma ile uyumlu olduğu görülmüştür. Öte yandan Bahar ve Öner (2016) tane kuru ağırlığı değerini 0.36 g; Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprak koşullarında bu değeri 0.34 g; kurak arazi-yüzlek toprak koşullarında ise 0.36 g olarak belirttikleri bulgularının araştırma ile paralel olduğu görülmüştür.

Tane hacmi (TH) (cm³)

Tane hacmi değerleri üzerine Yıl Ana Etkisi önemli bulunmuştur. 2017 yılı (0.80 cm³) ve 2019 yılı (0.77 cm³) değerlerini almıştır ve bu değerler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (Çizelge 3). Yapılan stres uygulamalarının rakamsal etkisi incelendiğinde TH değerlerindeki sıralamanın büyükten küçüğe A (0.79 cm³), B (0.79 cm³), C (0.78 cm³) ve D (0.77 cm³) şeklinde olduğu kaydedilmiştir. Öte yandan Dönem x Stres uygulaması x Yıl interaksyonu açısından BDH x C x 2019 interaksyonunun rakamsal olarak düşük 0.73 cm³ tane hacmi değerini aldığı belirlenmiştir.

Bahar ve ark. (2024) Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde TH değerini 0.81 cm³ olarak bulmuş; benzer şekilde Bahar ve Öner (2016) bu değerini 1.41 cm³ olduğunu ifade etmiştir. Araştırmadan alınan sonuçların Korkutal ve ark. (2020) tarafından 1.07 cm³ ve Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprak koşullarında 1.31 cm³; kurak arazi-yüzlek toprak koşullarında 1.30 cm³ olduğu bulgularıyla uyum içinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın 100 tane ağırlığı (g) üzerine etkileri

Table 2. The effects of phenological period, stress application, and year on the 100 berry weight (mm) of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	102.33	108.67	105.50	A (K)	112.00	109.11	110.56	BD	110.67	105.00	107.83
	B	120.00	98.67	109.33								
	C	120.67	105.00	112.83								
	D	99.67	107.67	103.67								
BDH	A (K)	109.00	103.67	106.33	B	114.56	107.72	111.14	BDH	109.58	101.29	105.44
	B	107.67	109.49	108.58								
	C	110.00	93.00	101.50								
	D	111.67	99.00	105.33								
H	A (K)	124.67	115.00	119.83	D	106.44	101.78	104.11	H	115.75	108.25	112.00
	B	116.00	115.00	115.50								
	C	114.33	104.33	109.33								
	D	108.00	98.67	103.33								
YAE		112.00A	104.85B									

[BD (Ben Düşme), BDH (Ben Düşme-Hasat), H (Hasat), A (Kontrol), B (Darbe), C (UV-C Işını), D (Yaprak yaralama), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem ana etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)]

YAE LSD %1=1.677

Tane kabuk alanı (TKA) ($cm^2 tane^{-1}$)

2017 ve 2019 yılında Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidine uygulanan farklı streslerin ve uygulama dönemlerinin tane kabuk alanı değerleri üzerine etkisi incelenmiştir (Çizelge 4). Yıl Ana Etkisi'nin istatistik olarak önemli olduğu ortaya konmuştur.

2017 yılında tane kabuk alanının ($5.04 cm^2 tane^{-1}$) 2019 yılından ($5.02 cm^2 tane^{-1}$) daha büyük olduğu kaydedilmiştir. Dönem x Stres uygulaması x Yıl interaksyonu açısından da değerlerin $4.97 cm^2 tane^{-1}$ (BDH x C x 2019) ile $5.09 cm^2 tane^{-1}$ (H x A x 2017) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bahar ve ark. (2024) Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde TKA değerini $4,08 cm^2 tane^{-1}$; Bahar ve Öner (2016) $3.87 cm^2 tane^{-1}$; Korkutal ve ark. (2020) $3.53 cm^2 tane^{-1}$ ve bununla beraber Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprakta $4.80 cm^2 tane^{-1}$ ve kurak arazi-yüzlek toprakta $4.57 cm^2 tane^{-1}$ olarak belirledikleri bulgularıyla benzerlik içinde olduğu kaydedilmiştir.

Çizelge 3. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın tane hacmi (cm³) üzerine etkileri
 Table 3. The effects of phenological period, stress application, and year on the berry volume (cm³) of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	0.74	0.77	0.76								
	B	0.82	0.74	0.78	A (K)	0.79	0.79	0.79	BD	0.80	0.77	0.78
	C	0.83	0.78	0.81								
	D	0.79	0.78	0.78								
A (K)	0.80	0.78	0.79	B	0.81	0.77	0.79					
BDH	B	0.78	0.79	0.78					BDH	0.79	0.76	0.78
	C	0.78	0.73	0.76								
	D	0.80	0.75	0.78	C	0.80	0.76	0.78				
	A (K)	0.84	0.81	0.83								
H	B	0.84	0.79	0.82					H	0.81	0.78	0.79
	C	0.80	0.78	0.79	D	0.78	0.76	0.77				
	D	0.75	0.74	0.74								
	A (K)	0.80	0.78	0.79								
YAE		0.80 A	0.77 B									

[BD (Ben Düşme), BDH (Ben Düşme-Hasat), H (Hasat), A (Kontrol), B (Darbe), C (UV-C Işını), D (Yaprak yaralama), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem ana etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)]

YAE LSD %1=0.026

Çizelge 4. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın tane kabuk alanı (cm² tane⁻¹) üzerine etkileri

Table 4. The effects of phenological period, stress application, and year on the berry skin area (BSA) (cm² berry⁻¹) of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	4.99	5.02	5.00								
	B	5.07	4.99	5.03	A (K)	5.04	5.04	5.04	BD	5.04	5.02	5.03
	C	5.08	5.03	5.05								
	D	5.03	5.03	5.03								
A (K)	5.04	5.03	5.04	B	5.06	5.02	5.04					
BDH	B	5.03	5.03	5.03					BDH	5.04	5.01	5.02
	C	5.03	4.97	5.00								
	D	5.05	5.00	5.03	C	5.05	5.01	5.03				
	A (K)	5.09	5.06	5.07								
H	B	5.08	5.04	5.06					H	5.05	5.03	5.04
	C	5.04	5.02	5.03	D	5.03	5.00	5.02				
	D	5.00	4.98	4.99								
	A (K)	5.04	5.02	5.03								
YAE		5.04 A	5.02 B									

[BD (Ben Düşme), BDH (Ben Düşme-Hasat), H (Hasat), A (Kontrol), B (Darbe), C (UV-C Işını), D (Yaprak yaralama), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem ana etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)]

YAE LSD %1=0.026

Tane kabuk alanı/tane hacmi (TKA/TH) ($cm^2 cm^{-3}$)

Araştırma sonucunda YAE açısından istatistik olarak önemli değişim gerçekleştiği belirlenmiştir. Yıllar arasında incelendiğinde 2019 yılı TKA/TH ($6.56 cm^2 cm^{-3}$) değerinin 2017 yılından ($6.36 cm^2 cm^{-3}$) büyük olduğu kaydedilmiştir. Bu değer büyük olması istendiğinden 2019 yılı iklim değerlerinin bu değeri yükselttiği söylenebilir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın tane kabuk alanı/tane hacmi ($cm^2 cm^{-3}$) üzerine etkileri

Table 5. The effects of phenological period, stress application, and year on the berry skin area/berry volume ($cm^2 cm^{-3}$) of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	6.83	6.51	6.67								
	B	6.19	6.83	6.51	A (K)	6.42	6.41	6.41	BD	6.38	6.57	6.48
	C	6.11	6.49	6.30								
	D	6.40	6.46	6.43								
BDH	A (K)	6.35	6.45	6.40	B	6.26	6.55	6.41				
	B	6.50	6.42	6.46					BDH	6.40	6.60	6.50
	C	6.43	6.89	6.66								
	D	6.32	6.65	6.49	C	6.29	6.62	6.45				
H	A (K)	6.07	6.27	6.17								
	B	6.10	6.39	6.24					H	6.30	6.50	6.40
	C	6.33	6.48	6.41	D	6.47	6.66	6.57				
	D	6.69	6.87	6.78								
YAE		6,36 B	6.56 A									

[BD (Ben Düşme), BDH (Ben Düşme-Hasat), H (Hasat), A (Kontrol), B (Darbe), C (UV-C Işını), D (Yaprak yaralama), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem ana etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)]

YAE LSD %1=0.193

Dönem Ana Etkisi incelendiğinde büyükten küçüğe sıralandığında TKA/TH oranının BDH, BD ve H dönemi şeklinde olduğu görülmüştür. UAE açısından bu sıralamanın D ($6.57 cm^2 cm^{-3}$), C ($6.45 cm^2 cm^{-3}$), ve aynı değere sahip olan A ile B ($6.41 cm^2 cm^{-3}$) olduğu kaydedilmiştir. Dönem x Stres Uygulaması x Yıl interaksyonu açısından da H x D x 2019 interaksyonunun ($6.87 cm^2 cm^{-3}$) diğerlerinden daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir. Bu da Romero ve ark. (2022) yüksek TKA/TH oranının kabukta bulunan aroma ve tat bileşiklerinin yüksek konsantrasyonlu olmasını sağladığı bulgusuyla uyumludur.

Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde TKA/TH değerinin $3.08 cm^2 cm^{-3}$ olduğunu Bahar ve Öner (2016), ayrıca Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprak koşullarında $3.80 cm^2 cm^{-3}$, kurak arazi-yüzlek toprakta ise $3.65 cm^2 cm^{-3}$ olduğu bulgularının araştırma bulgularından oldukça düşük olmasının deneme yılının iklimsel faktörlerinden ve toprak yapısından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Bununla beraber Bahar ve ark. (2024) bu değerini $5.02 cm^2 cm^{-3}$ ve Korkutal ve ark. (2020) $5.68 cm^2 cm^{-3}$ olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırma bulgularının araştırmacılarla uyum içinde olduğu saptanmıştır.

Tane özkütlesi ($g cm^{-3}$)

Tane özkütlesi değeri üzerine dönem, uygulama, yıl ve bunların interaksyonlarının etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). Ancak rakamsal olarak 2017 yılı ($1.39 g cm^{-3}$) özkütle değerinin 2019 yılından ($1.33 g cm^{-3}$) büyük olduğu

görülmüştür. H döneminin (1.40 g cm^{-3}) diğer dönemlerden rakamsal olarak büyük değeri aldığı kaydedilmiştir. Dönem x stres uygulaması interaksiyonu değerlerinin de $1.20\text{-}1.41 \text{ g cm}^{-3}$ arasında olduğu tespit edilmiştir. UAE değerlerinin iki rakamda toplandığı görülmüş olup A ve C stres uygulamaları 1.38 g cm^{-3} ; B ve D stres uygulamaları da 1.34 g cm^{-3} değerini almıştır. Dönem x stres uygulamaları x yıl interaksiyonu açısından ise değerlerin 1.01 g cm^{-3} (BDH x B x 2019) ile 1.46 g cm^{-3} (BD x B x 2017) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 6. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın tane özkütlesi (g cm^{-3}) üzerine etkileri

Table 6. The effects of phenological period, stress application, and year on the berry density (g cm^{-3}) of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	1.37	1.41	1.39								
	B	1.46	1.33	1.40	A (K)	1.38	1.38	1.38	BD	1.39	1.37	1.38
	C	1.45	1.35	1.40								
	D	1.26	1.38	1.32								
BDH	A (K)	1.36	1.33	1.35	B	1.41	1.26	1.34				
	B	1.39	1.01	1.20					BDH	1.37	1.23	1.30
	C	1.39	1.28	1.34								
	D	1.35	1.31	1.33	C	1.43	1.33	1.38				
H	A (K)	1.41	1.42	1.41								
	B	1.38	1.44	1.41					H	1.40	1.39	1.40
	C	1.44	1.36	1.40	D	1.33	1.34	1.34				
	D	1.39	1.33	1.36								
YAE		1.39	1.33									

[BD (Ben Düşme), BDH (Ben Düşme-Hasat), H (Hasat), A (Kontrol), B (Darbe), C (UV-C ışını), D (Yaprak yaralama), UAE (Uygulama Ana Etkisi), DAE (Dönem ana etkisi), YAE (Yıl Ana Etkisi)]

Ö.D.

Korkutal ve ark. (2020) Cabernet-Sauvignon çeşidinde 1.10 g cm^{-3} olduğunu; Bahar ve ark. (2024) bu değerlerin 1.38 g cm^{-3} ile 1.46 g cm^{-3} arasında değiştiğini; Bahar ve Öner (2016) 1.15 g cm^{-3} ve Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprakta 1.06 g cm^{-3} ; kurak arazi-yüzlek toprakta ise 1.07 g cm^{-3} olduğu bulgularının araştırma ile uyumlu olduğu kaydedilmiştir.

% Kuru ağırlık

Yüzde kuru ağırlık değerleri üzerine dönem, stres uygulaması ve yılın etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Benzer şekilde interaksiyonları da önemsizdir (Çizelge 7). YAE incelendiğinde 28.65 (2017) ve 28.75 (2019) değerlerini aldığı kaydedilmiştir. DAE açısından ise küçükten büyüğe BD (28.23), H (28.56) ve BDH (29.31) olarak sıralanmıştır. UAE incelendiğinde bu sıralamanın büyükten küçüğe D (29.50), C (28.80), B (28.37) ve A (28.13) olduğu kaydedilmiştir. Dönem x Stres uygulaması interaksiyonunun 27.28 (H x A) ile 30.36 (BDH x C) arasında değiştiği belirlenmiştir. Rakamsal yüksek değer alınacağı Dönem x stres uygulaması x yıl interaksiyonunun ise 32.00 değeri ile H x D x 2019 olduğu saptanmıştır.

Çizelge 7. Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde dönem, stres uygulaması ve yılın % kuru ağırlık üzerine etkileri
 Table 7. The effects of phenological period, stress application, and year on the dry weight % of Cabernet Sauvignon cv.

Dönem	Stres Uyg.	Dönem x Str Uyg x Yıl int.			Str Uyg x Yıl int.			Dönem x Yıl int.				
		2017	2019	D x U int.	Str Uyg	2017	2019	UAE	Dönem	2017	2019	DAE
BD	A (K)	28.88	27.96	28.42	A (K)	28.53	27.72	28.13	BD	28.43	28.02	28.23
	B	27.56	28.49	28.03								
	C	27.61	28.09	27.85								
	D	29.67	27.53	28.60								
BDH	A (K)	28.93	28.41	28.67	B	28.56	28.19	28.37	BDH	29.24	29.39	29.31
	B	29.21	27.91	28.56								
	C	29.34	31.39	30.36								
	D	29.46	29.86	29.66								
H	A (K)	27.76	26.80	27.28	D	29.19	29.80	29.50	H	28.29	28.83	28.56
	B	28.89	28.17	28.53								
	C	28.03	28.35	28.19								
	D	28.45	32.00	30.23								
YAE		28.65	28.75									

[BD (Ben Düşme). BDH (Ben Düşme-Hasat). H (Hasat). A (Kontrol). B (Darbe). C (UV-C Işını). D (Yaprak yaralama). UAE (Uygulama Ana Etkisi). DAE (Dönem ana etkisi). YAE (Yıl Ana Etkisi)]

Ö.D.

Bahar ve ark. (2024) Cabernet-Sauvignon çeşidinde % kuru ağırlık değerinin 28.00-29.40 arasında değişiklik gösterdiğini; Bahar ve Öner (2016) ise bu değer 28.14 olduğu bulgusunun araştırma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Korkutal ve ark. (2020) bu değer 31.47 olduğunu ve Korkutal ve ark. (2023) taban arazi-derin toprak koşullarında 24.60; kurak arazi-yüzlek toprak koşullarında da 26.53 olduğu bulgularının sonuçlarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; üç farklı dönemde (BD, BDH ve H) bağda uygulanan abiyotik stres uygulamaları sonucunda; tane özellikleri bakımından dönemler ve stres uygulamaları bazında belirgin bir farklılık oluşmamıştır. Ancak yıl bazında istatistik farklılıkların olduğu görülmüştür. 2019 yılı uygulamalarında tane boyu, tane hacmi ve 100 tane ağırlığı azalmış; TKA ve TKA/TH artmıştır. Buradan hareketle 2019 yılının tane kalitesi üzerine olumlu etkide bulunduğu görülmüştür. İklim verileri incelendiğinde de 2019 yılı toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasından 355.9 mm düşük ve ortalama sıcaklığının da uzun yıllar ortalamasından 0.64°C az olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Dönemler bazında incelendiğinde; tane eni-boyu, TKA, TH, tane yaş-kuru ağırlığı, 100 tane ağırlığı ve tane özkütlesi kriterlerinin Hasat dönemi (H) yapılan uygulamalarla yükseldiği tespit edilmiştir. Her iki yılda da Ben düşme-hasat (BDH) döneminde şaraplık üzüm çeşitlerinde kalite için olması gerektiği gibi TKA/TH oranı ile % kuru ağırlık değerlerinin yüksek, diğer (tane eni, boyu, hacmi, ağırlığı) kriterlerin ise düşük değerler aldığı izlenmiştir. BD döneminin bu iki dönem arasında yer aldığı görülmüştür. Bu nedenle BDH döneminde bu stres uygulamalarının yapılması yerinde olacaktır.

Stres uygulamalarının etkileri incelendiğinde A (Kontrol) uygulaması dışındaki diğer uygulamalarla istenilen değerlere erişildiği görülmüştür. Şaraplık üzüm çeşitlerinde küçük tane ve büyük TKA/TH istendiğinden D stres uygulaması (Yaprak yaralama) önerilebilir bulunmuştur. D uygulamasıyla tane hacmi, tane yaş ağırlığı ve 100 tane ağırlığı azalmış; TKA/TH ve % kuru ağırlık değerleri artmıştır. B stres uygulaması da (Darbe) TKA ve tane kuru ağırlığı değerlerini yükselttiğinden ikinci sırada tavsiye edilebilir. Öte yandan C stres uygulaması (UV-C ışını) da

tane eni-boyunu küçülttüğünden önerilebilir ancak. UV-C kabinini asmalar arasında taşımak ve elektrik kaynağı gerektiğinden son sırada tavsiye edilebilir.

Sonuç olarak gerçekleştirilen iki yıllık deneme sonuçlarına göre; Tekirdağ koşullarında yetiştirilen Cabernet-Sauvignon şaraplık üzüm çeşidi omcalarında Ben Düşme-Hasat döneminde Yaprak yaralama uygulaması incelenen tane özelliklerini iyileştirmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar bağlarında deneme kurulmasına olanak sağlayan Barel Şarapçılık Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederler.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma üçüncü yazarın yüksek lisans tezinin (YOK Tez No: 723334/Tarih: 08.02.2022) 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

- Abdel-Mohsen, M.A., & Rashedy, A.A. (2024). Callusing soil of grafted grape cuttings as a positive feature for climate change. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 46, Article e29452024019. <https://doi.org/10.1590/0100-29452024019>
- Adão, F., Santos, J.A., Fraga, H., & Malheiro, A.C. (2023). Assessment of grapevine sap flow and trunk diameter variations in Mediterranean climate using time series decomposition. *Vitis*, 62 (2), 97-105. <https://doi.org/10.5073/vitis.2023.62.97-105>
- Alatzas, A., Theocharis, S., Miliordos, D.-E., Kotseridis, Y., Koundouras, S., & Hatzopoulos, P. (2023). Leaf removal and deficit irrigation have diverse outcomes on composition and gene expression during berry development of *Vitis vinifera* L. cultivar Xinomavro. *OENO One*, 57 (1), 289-305. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.1.7191>
- Bahar, E., & Öner, H. (2016). Cabernet-Sauvignon üzüm çeşidinde farklı kültürel işlemlerin verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Bahçe*, 45 (2), 591-598.
- Bahar, E., Korkutal, İ., & Tok Abay, C. (2024). Grape berry morphology in semi-arid climate of Tekirdağ: evaluating the effects of environmental factors and stress applications. *Black Sea Journal of Agriculture*, 7 (2), 144-156. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1409746>
- Barbagallo, M.G., Guidoni, S., & Hunter, J.J. (2011). Berry size and qualitative characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 32 (1), 129-136. <https://doi.org/10.21548/32-1-1372>
- Bellvert, J., Marsal, J., Girona, J., & Zarco-Tejada, P.J. (2015). Seasonal evolution of crop water stress index in grapevine varieties determined with high-resolution remote sensing thermal imagery. *Irrigation Science*, 33, 81-93. <https://doi.org/10.1007/s00271-014-0456-y>
- Bridgen, M.P. (2016). Using ultraviolet-C (UV-C) irradiation on greenhouse ornamental plants for growth regulation. *Acta Horticulturae*, 1134, 49-56. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1134.7>

- Bridgen, M.P. (2018). Utilization of ultraviolet-C (UV-C) irradiation on ornamental plants for disease suppression and growth regulation. *Cornell University. Project: NYC-145300*.
- Cameron, W., Petrie, P.R., & Barlow, E.W.R. (2022). The effect of temperature on grapevine phenological intervals: Sensitivity of budburst to flowering. *Agric & Forest Meteorology*, 315, Article e108841. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.108841>
- Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., & Mattii, G. B. (2021). Effects of defoliation at fruit set on vine physiology and berry composition in Cabernet Sauvignon grapevines. *Plants*, 10 (6), 1183. <https://doi.org/10.3390/plants10061183>
- Chacón-Vozmediano, J.L., Martínez-Gascueña, J., García-Romero, E., Gómez-Alonso, S., García-Navarro, F.J., & Jiménez-Ballesta, R. (2021). Effects of water stress on the phenolic compounds of 'Merlot' grapes in a Semi-Arid Mediterranean Climate. *Horticulturae*, 7 (7), 161. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070161>
- de Sousa Moreira, L., Clark, M.D., Tabb, A., Karn, A., Londo, J.P., Zou, C., Sun, Q., van Zyl, S., Prins, B., DeLong, J.D., Burhans, A., Yang, H., & Naegele, R.P. (2024). Identification of novel quantitative trait loci associated with table grape fruit quality characteristics in a segregating population and transferability of existing quality markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 149 (1), 50-60. <https://doi.org/10.21273/JASHS05334-23>
- Del-Castillo-Alonso, M.Á., Monforte, L., Tomás-Las-Heras, R., Ranieri, A., Castagna, A., Martínez-Abaigar, J., & Núñez-Olivera, E. (2021). Secondary metabolites and related genes in *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo grapes as influenced by UV radiation and berry development. *Physiologia Plantarum*, 173 (3), 709-724. <https://doi.org/10.1111/ppl.13483>
- Derebe, A.D., Roro, A.G., Asfaw, B.T., Ayele, W.W., & Hvoslef-Eide, A.K. (2019). Effects of solar UV-B radiation exclusion on physiology, growth and yields of taro (*Colocasia esculenta* L.) at different altitudes in tropical environments of Southern Ethiopia. *Scientia Horticulturae*, 256, Article e108563. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108563>
- Feifel, S., Hensen, J.P., Weilack, I., Weber, F., Wegmann-Herr, P., & Durner, D. (2023). Impact of climate change on grape cluster structure, grape constituents, and processability. *BIO Web of Conferences*, 56, Article e01016. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20235601016>
- 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>
- Goode, J. (2012). Viticulture: fruity with a hint of drought. *Nature*, 492 (7429), 351. <https://doi.org/10.1038/492351a>
- Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W., & Martínez de Toda, F. (2021). Current viticultural techniques to mitigate the effects of global warming on grape and wine quality: A comprehensive review. *Food Research International*, 139, Article e109946. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109946>
- Hollósy, F. (2002). Effects of ultraviolet radiation on plant cells. *Micron*, 33 (2), 179-197. [https://doi.org/10.1016/S0968-4328\(01\)00011-7](https://doi.org/10.1016/S0968-4328(01)00011-7)
- Khalil, U., Rajwana, I.A., Razzaq, K., Brecht, J.K., & Sarkhosh, A. (2024). The impact of fruit thinning on size and quality of fresh-market muscadine berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104, 2198-2203. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13105>
- Kolb, C.A., Kopecky, J., Riederer, M., & Pfündel, E.E. (2003). UV screening by phenolics in berries of grapevine (*Vitis vinifera*). *Functional Plant Biology*, 30, 1177-1186. <https://doi.org/10.1071/FP03076>
- Korkutal, İ., & Doğan, A.Z. (2010). Farklı UV-C uygulama sürelerinin asmalarda aşıda kaynaşma özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 1-6.

- Korkutal, İ., Bahar, E., & Güvemli DüNDAR, D. (2020). Determination the effects of antitranspirant application on the grape berry and cluster characteristics in veraison and post-veraison period. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (1), 83-93. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.594224>
- Korkutal, İ., Bahar, E., & Uzun, M. (2023). Effect of berry heterogeneity and water deficit in organic and conventional vineyards on grape berry characteristics. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10 (3), 510-519. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1264738>
- Kotseridis, Y., Georgiadou, A., Tikos, P., Tarantilis, P.A., & Koundouras, S. (2012). Effects of severity of post-flowering leaf removal on berry growth and composition of three red *Vitis vinifera* L. cultivars grown under semiarid conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (23), 6000-6010. <https://doi.org/10.1021/jf300605j>
- Koundouras, S., Hatzidimitriou, E., Karamolegkou, M., Dimopoulou, E., Kallithraka, S., Tsialtas, J.T., Zioziou, E., Nikolaou, N., & Kotseridis, Y. (2009). Irrigation and rootstock effects on the phenolic concentration and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (17), 7805-13. <https://doi.org/10.1021/jf901063a>
- Langcake, P., & Pryce, R.J. (1977). The production of resveratrol and the viniferins by grapevines in response to ultraviolet irradiation. *Phytochemistry*, 16 (8), 1193-1196. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)94358-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)94358-9)
- Li, Z., Yang, D., Guan, X., Sun, Y., & Wang, J. (2023). Changes in volatile composition of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grapes under leaf removal treatment. *Agronomy*, 13, 1888. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071888>
- Maniatis, G., Tani, E., Katsileros, A., Avramidou, E.V., Pitsoli, T., Sarri, E., Gerakari, M., Goufa, M., Panagoulakou, M., Xipolitaki, K., Klouvatos, K., Megariti, S., Pappi, P., Papadakis, I.E., Bebeli, P.J., & Kapazoglou, A. (2024). Genetic and epigenetic responses of autochthonous grapevine cultivars from the 'Epirus' Region of Greece upon consecutive drought stress. *Plants*, 13 (1), 27. <https://doi.org/10.3390/plants13010027>
- Martínez-Gil, A.M., Gutiérrez-Gamboa, G., Garde-Cerdán, T., Pérez-Álvarez, E.P., & Moreno-Simunovic, Y. (2018). Characterization of phenolic composition in Carignan noir grapes (*Vitis vinifera* L.) from six wine-growing sites in Maule Valley, Chile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 274-282. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8468>
- MGM. (2020, Aralık 11). 2017 ve 2019 yılı iklim değerlendirmesi. <https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/-iklim-raporu.pdf>
- Mirás-Avalos, J.M., & Intrigliolo, D.S. (2017). Grape composition under abiotic constrains: Water stress and salinity. *Frontiers in Plant Science*, 8, 851. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00851>
- OIV (2009). OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species.
- Ollat, N., & Gaudillere, J.P. (1998). The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49, 251-258. <https://doi.org/10.5344/ajev.1998.49.3.251>
- Palma, L., Novello, V., Tarricone, L., Frabboni, L., Lopriore, G., & Soletti, F. (2007). Grape and wine quality as influenced by the agronomical soil protection in a viticultural system of southern Italy. *Quaderni di Scienze Viticole ed Enologiche*, Università di Torino, 29, 83-111.
- Roby, G., Harbertson, J.F., Douglas, A.A., & Matthews, M.A. (2004). Berry size and vine water deficits as factors in wine grape composition: Anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10, 100-107.
- Rogiers, S.Y., Greer, D.H., Liu, Y., Baby, T., & Xiao, Z. (2022). Impact of climate change on grape berry ripening: an assessment of adaptation strategies for the Australian vineyard. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1094633. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1094633>



- Romero, P., Navarro, J. M., & Ordaz, P. B. (2022). Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update. *Agricultural Water Management*, (259), 107216. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107216>
- Sadras, V., Petrie, P., Moran, M., Bastian, S., & Taylor, D. (2013). Decompressing harvest and preserving wine style in warming climates. *Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker*, 594, 47.
- Suter, B., Destrac Irvine, A., Gowdy, M., Dai, Z., & van Leeuwen, C. (2021). Adapting wine grape ripening to global change requires a multi-trait approach. *Frontier Plant Science*, 12, 36. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.624867>

Evaluation of ozone effectiveness against Gram-positive and Gram-negative pathogens using different methods

Gram-pozitif ve Gram-negatif patojenlere karşı ozon etkinliğinin farklı yöntemlerle değerlendirilmesi

Berat ÇINAR ACAR¹ 

¹Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Received / Geliş: 14.02.2024 Accepted / Kabul: 08.06.2024</p> <p>Keywords: Ozone <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Escherichia coli</i></p> <p>Anahtar Kelimeler: Ozon <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Escherichia coli</i></p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Berat ÇINAR ACAR beratcinar@gazi.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>ABSTRACT Ozone attracts great attention due to its strong oxidative properties, antimicrobial activity, easy applicability, operating costs almost negligible, lack of chemicals in its use, highly effective and environmentally friendly application. In this study, two Gram (+) and two Gram (-) bacterial cultures, known as pathogens, were used to examine the effect of ozone gas on the growth of bacterial cultures. The samples were treated with ozone at different flow rates (4, 5, and 6 mg/L) and durations (1, 5, 10, 15, and 20 min) with different application parameters (pathogen bacteria, distilled water, and the mixture of distilled water and pathogen bacteria) and the number of viable cells was determined after the procedure. Among the methods applied we found that the direct application of ozone to the bacteria is the most effective in preventing/destroying bacterial growth. Also, it was determined that the growth of pathogenic microorganisms decreased as the flow rate and ozone contact time enhanced.</p> <p>ÖZET Ozon, güçlü oksidatif özelliği, antimikrobiyal aktivitesi, kolay uygulanabilirliği, işletme maliyetlerinin yok denecek kadar az olması, kullanımında kimyasal madde içermemesi, oldukça etkili ve çevre dostu bir uygulama olması nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Bu çalışmada ozon gazının bakteri kültürlerinin üremesi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla patojen olarak bilinen iki Gram (+) ve iki Gram (-) bakteri kültürü kullanılmıştır. Numuneler, farklı uygulama parametreleriyle (patojen bakterilere, distile suya ve patojen bakteri ve distile su karışımına) farklı akış hızlarında (4, 5 ve 6 mg/L) ve sürelerde (1, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ozonla muamele edilmiştir ve muamele işleminden sonra canlı hücre sayıları belirlenmiştir. Uygulama yöntemleri arasında ozonun bakterilere doğrudan uygulanmasının bakteri üremesini önleme/yok etmede en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir. Ayrıca akış hızı ve ozonla temas süresi arttıkça patojen mikroorganizmaların üremesinin azaldığı belirlenmiştir.</p>
Cite/Atıf	Çınar Acar, B. (2024). Evaluation of ozone effectiveness against Gram-positive and Gram-negative pathogens using different methods. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (2), 606-621. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1437244

INTRODUCTION

The ozone molecule, consisting of three oxygen atoms, has a molecular weight of 48 g/mol at 1 atm pressure, a bond angle of 116.8° and a bond length of 1.278 Å, -111.9°C boiling and -192.7°C melting point. It exists as a gas at room temperature and normal pressure. Ozone gas appears bluish when produced from dry air at room temperature but is colorless when made with high-purity oxygen (Lindsley et al., 2016; Botondi et al., 2023).

Ozone can attack various cell membrane components of microorganisms, such as the cell wall, cytoplasm, endospore coatings, virus capsids, and viral envelopes (Khadre et al., 2001; Patil, 2012). The double bonds of unsaturated fatty acids are susceptible to ozone (Guzel-Seydim et al., 2004). Regarding its high oxidation potential and ability to pass through biological membranes, ozone oxidizes the cellular components of the cell wall and several biological molecules, such as enzymes, proteins, DNA, and RNA, after entering the bacterial cell (Hunt & Mariñas, 1997). Since its mechanism of action is cell destruction, it has a different effect than other disinfectants.

Ozone has an impact in two different ways, either directly or indirectly. In direct effect, the ozone molecule reacts with organic or inorganic substances. In direct reactions, ozone is a dipole with electrophilic and nucleophilic features (Viebahn-Haensler & León Fernández, 2021). When a double bond in a molecule reacts with ozone (O₃), an unstable compound called ozonide is formed. It breaks apart if this ozonide reacts with an acidic solution (like water containing dissolved H⁺ ions). Depending on the structure of the original molecule, the broken-down pieces can be various products. These products include simple carbonyl compounds (aldehydes or ketones), molecules with both positive and negative charges (zwitterions), hydrogen peroxide (H₂O₂), and fragments of carboxylic acids. In indirect effect, as a result of ozone decomposition by reacting with organic matter, radicals, especially hydroxyl radicals, are formed. In indirect reactions, three phases can be defined: activation, propagation, and termination. In the way with an activator [hydroperoxide radical (HO₂•)], the decomposition of ozone is accelerated, and at a pH>4.8 (corresponding to the pKa of the radical), the radical forms the anion superoxide, which triggers chain propagation. This reacts with ozone and forms the hydroxyl radical (von Gunten, 2003; Botondi et al., 2023). Ozone reacts with oxidizable cellular components such as double bonds, sulfhydryl groups, and phenolic rings, and thus inactivates microorganisms through cell damage and leads to death of the microorganism.

Ozone kills bacteria (bactericidal effect) by damaging their DNA. While the exact details are still being studied (Khanashyam et al., 2022), we know ozone reacts with fats (lipids) in the bacteria's outer shell. This reaction creates harmful molecules that travel inside the bacteria and damage its genetic material. The main difference between Gram-positive and Gram-negative bacteria lies in the structure of their cell walls. Gram-positive bacteria have a thicker cell wall, while Gram-negative bacteria have a thinner wall with an additional outer membrane. This difference might influence the rate at which ozone can reach and damage the cell membrane in each type. Ozone's strong oxidizing power is known to destroy the cell walls and membranes of both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as fungi (Celiberti et al., 2006; Azarpazhooh & Limeback, 2008). The mechanism of inactivation against microorganisms by ozone is achieved in two ways: i) oxidation of amino acid and sulfhydryl groups of peptides, proteins, and enzymes to generate small peptides during ozone exposure, ii) oxidation of polyunsaturated fatty acids with the formation of acid peroxides (McHugh, 2015; Dubey et al., 2022; Epelle et al., 2023).

In the case of bacterial cell walls and membranes, ozone oxidizes several components, especially unsaturated fatty acids, enzymes, glycoproteins, and glycolipids at the membrane level, leading to modification of the permeability of the cell membrane and, finally, cell disintegration (Botondi et al., 2023). Ozone applications can be used in various industries such as agriculture, paper, food, and paint industries, in clinical medicine in order to improve water quality, to minimize harmful nitrites and organic carbons in water, to preserve freshness and extend the shelf life of foods, to disinfect closed work areas and spring waters (Calunga et al., 2012; Epelle et al., 2023).

Depending on the ozone application type, different instruments and systems are used. These instruments enable the effective production, distribution, and control of ozone. Ozone generators, ozone generator control systems,

ozone monitors, ozone diffusers, ozone cabins, and rooms are some instruments used in ozone applications. The flow rate of the ozone treatments can vary depending on the application and apparatus in which ozone gas is produced or distributed. The flow rate is adjusted according to the volume of the media, the targeted ozone concentration, and application requirements (Guo et al., 2019; Radjabov et al., 2019).

This study used a closed ozone generator system that can produce ozone gas with corrosion-resistant electrodes in air and water. It aims to examine the bacteriocidal/bacteriostatic effects of ozone gas applied with different parameters (duration, flow rate) and application methods (pathogen bacteria, distilled water, and the mixture of distilled water and pathogen bacteria) on pathogenic microorganisms. No study has been found that involves the application of ozone gas directly to pathogenic microorganisms or combining the effect of ozonated water on pathogenic microorganisms and ozone application to water-containing microorganisms.

The study investigated the efficacy of ozone gas in combating foodborne pathogens. Ozone gas was applied to pathogenic microorganisms using an ozone generator under varying flow rates and exposure durations. Three distinct methods were utilized to evaluate the effectiveness of ozone treatment in hindering the growth of foodborne pathogens. Each method involved exposing pathogenic microorganisms to ozone gas under varying conditions of flow rate and duration. The most effective method for growth inhibition was determined based on the results obtained from all three approaches.

MATERIALS and METHODS

Microorganisms and media

In this study, Gram (+) *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, Gram (-) *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Escherichia coli* O157:H7, which were in the stock culture collection of Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Biotechnology Laboratory, were used. While the nutrient medium (Merck) was used as a liquid medium to cultivate the bacteria, their cultivation was carried out in selective nutrient media specific to each bacterium for live cell counts to be determined after ozone application. The Gram-positive and Gram-negative pathogenic bacteria and culture medium used in the study are listed in Table 1 (Rusenova et al., 2022; Tavassoli et al., 2022; Sadeq et al., 2024).

To prepare the bacteria for ozone treatment (pre-activation), 2% of the bacteria from the frozen stock (stored at -30°C) was added to a nutrient-rich liquid broth. This mixture was then incubated at 37°C for 24 hours. This growth step was repeated twice in fresh broth to ensure a good supply of active bacteria for the ozone application.

Ozone production

For ozone production, a dielectric barrier discharge (DBD) type ozone generator (Avem IT, Turkey) (Fig. 1) was used. It was achieved by changing the flow rate and application time parameters to obtain high ozone efficiency. The ozone generator used in the study and the reactor of the instrument was given in Figure 2.

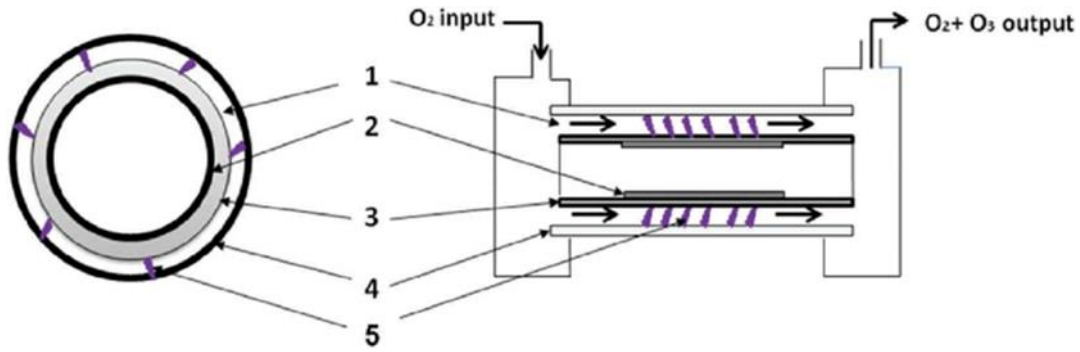


Figure 1. Dielectric barrier discharge (DBD) generator system (1 and 5: ozone formation, 2: inner electrodes, 3: dielectric quartz glass, 4: outer electrodes)

Şekil 1. Dielektrik bariyerli deşarj (DBD) jeneratör sistemi (1 ve 5: ozon oluşumu, 2: iç elektrotlar, 3: dielektrik kuvars camı, 4: dış elektrotlar)

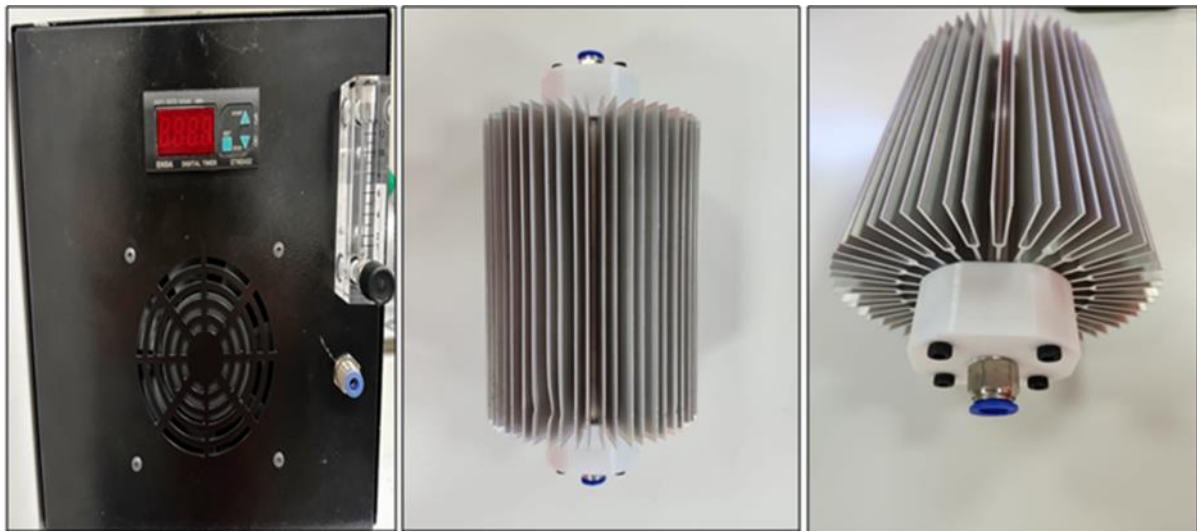


Figure 2. The ozone instrument used in the study and the reactor of the instrument

Şekil 2. Çalışmada kullanılan ozon jeneratörü ve cihazın reaktörü

Experimental procedure

The samples were treated with ozone gaseous at different flow rates (4, 5, and 6 mg L⁻¹) and times (1, 5, 10, 15, and 20 min) using three various procedures (pathogen bacteria, distilled water, and the mixture of distilled water and pathogen bacteria). Then, the number of viable cells was determined after the procedure. Also, bacteria without ozone treatment were used as the control group.

Effects of gaseous ozone exposure on pathogen bacteria

After the microorganisms were grown twice in the medium, their optical densities were adjusted to McFarland 5 (1.5x10⁹ log cfu mL⁻¹) and 10 (3.0x10⁹ log cfu mL⁻¹) to determine the effect of ozone gas on the growth of microorganisms at different densities. To determine the concentration of the bacteria, 100 microliters were taken. This sample then underwent serial dilutions (10⁻⁵) in test tubes containing sterile salt solution (0.875% sodium chloride, NaCl, Merck). Finally, the diluted samples were plated onto a specific solid growth medium suitable for that particular type of bacteria. Ozone gas was for 1, 5, 10, 15, 20 and 20 min and with a flow rate of 4,5 or 6 mg L⁻¹ to the petri dishes where pathogenic bacteria were inoculated. Then, the petri was incubated at 37 °C for 24 hours, and was monitored for visual colonies. The number of colonies growing in petri dishes were calculated according to the formula below.

Number of live bacteria (cfu mL⁻¹)= (Number of colonies Dilution factor)/Bacteria inoculated in the petri dish (mL)

Eq.(1)

Dilution factor= 1 / Dilution ratio

Eq.(2)

Treatment of distilled water with ozone gaseous

Distilled water (100 mL) was treated with ozone at different times (1, 5, 10, 15, and 20 min) and flow rate (4, 5, and 6 mg L⁻¹). Microorganisms were serially diluted by a factor of 10⁻⁵, after their densities were adjusted to McFarland 5 and 10. Equal amounts of water and bacterial culture were mixed (1:1), and spread was inoculated on a suitable solid medium for each bacteria. After the procedure, viable cells were counted after incubating the petri dishes at 37 °C for 24 hours.

Application of ozone gaseous to a mixture of distilled water and bacteria

Since direct ozone gas treatment of pathogenic microorganisms was found to be more effective in terms of bactericidal activity than ozone gas treatment of distilled water, an alternative method was investigated. This involved applying ozone to a mixture of distilled water and bacteria (1:1 ratio) and evaluating its effectiveness. Microorganisms were serially diluted by a factor of 10⁻⁵, after their densities were adjusted to McFarland 5 and 10. Samples were taken from distilled water and bacterial culture at a ratio of 1:1. The mixture was treated with ozone gas at different times (1, 5, 10, 15, and 20 min) and flow rates. Cultivation was carried out on solid media specific to each bacterium for live cell counting. After inoculating in a petri dish, the samples were incubated at 37 °C for 24 hours.

Statistical analysis

All studies were carried out in three parallel and three repetitions. Data obtained from these studies are presented as the mean of these replicates ± standard deviation (SD). SPSS Inc. Software (version 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL) was used for statistical analyses. The significance of the relationship between ozone gas applied at different flow rates and times and the number of living cells was determined by two-way ANOVA analysis, Tukey's post hoc test, and using GraphPad Prism (www.graphpad.com) software. Results were considered significant where P < 0.05.

RESULTS and DISCUSSIONS

In our study, to determine the bacteriocidal/bacteriostatic effect of ozone gas on the growth of microorganisms, gaseous ozone exposure on pathogen bacteria, distilled water and a mixture of distilled water and pathogenic bacteria at different flow rates (4, 5, and 6 mg L⁻¹) and durations (1, 5, 10, 15 and 20 min). In the study, the effect of ozone gas on *S. aureus* ATCC 25923, *L. monocytogenes* ATCC 7644, *S. enteritidis* ATCC 13076 and *E. coli* O157:H7 was examined (Table 1).

Table 1. Pathogenic bacteria and culture medium

Çizelge 1. Patojenik bakteri ve kültür ortamı

Bacteria	Medium (Merck)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	Mannitol Salt Phenol Red Agar
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	Listeria Enrichment Agar
<i>S. enteritidis</i> ATCC 13076	Salmonella Shigella Agar
<i>E. coli</i> O157:H7	Eosin Methylene Blue Agar

Direct ozone treatment of the pathogen microorganisms eliminated bacterial growth at all flow rates (4, 5, and 6 mg L⁻¹) for exposure times of 10, 15, and 20 minutes, with one exception: *E. coli* O157:H7 showed some growth. However, a lower amount of growth was detected in the 1st and 5th minutes compared to the control group (Table 2).

Table 2. Number of live cells (log cfu/mL) as a result of ozone treatment to Gram (+) and Gram (-) pathogen bacteria
Çizelge 2. Gram (+) ve Gram (-) patojen bakterilere ozon uygulaması sonucu oluşan canlı hücre sayısı (log kob mL⁻¹)

Bacteria Name	Bacteria Density (McFarland)	Time (Minute)															Control (Bakteria) log cfu/mL
		4 mg/L					5 mg/L					6 mg/L					
		1 ^a	5 ^x	10	15	20	1 ^b	5 ^y	10	15	20	1 ^c	5 ^z	10	15	20	
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	5	7.35±3.3 ^{b,c}	7.13±1.8 ^{y,z}	-	-	-	7.21±2.3 ^{a,c}	7.02±2.0 ^{x,z}	-	-	-	7.09±0.8 ^{a,b}	6.50±1.3 ^{x,y}	-	-	-	7.89±2.7
	10	7.76±2.4 ^{b,c}	7.44±1.1 ^{y,z}	-	-	-	7.52±1.7 ^{a,c}	7.01±2.2 ^{x,z}	-	-	-	7.49±0.9 ^{a,b}	6.14±1.6 ^{x,y}	-	-	-	8.72±3.0
<i>E. coli</i> O157:H7	5	7.40±2.0 ^{b,c}	7.28±1.0 ^{y,z}	6.90±1.5	-	-	7.35±1.4 ^{a,c}	7.19±1.7 ^{x,z}	-	-	-	7.30±2.8 ^{a,b}	6.98±2.0 ^{x,y}	-	-	-	7.53±1.4
	10	7.55±1.7 ^{b,c}	7.19±2.1 ^{y,z}	-	-	-	7.30±2.0 ^{a,c}	6.96±2.5 ^{x,z}	-	-	-	7.14±3.5 ^{a,b}	6.68±0.5 ^{x,y}	-	-	-	7.81±2.7
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	5	7.49±3.0 ^{b,c}	-	-	-	-	7.33±1.5 ^{a,c}	-	-	-	-	7.20±1.7 ^{a,b}	-	-	-	-	8.08±2.9
	10	7.18±1.4 ^{b,c}	6.78±0.6	-	-	-	6.90±1.8 ^{a,c}	-	-	-	-	6.53±2.5 ^{a,b}	-	-	-	-	8.74±2.1
<i>S. enteridis</i> ATCC 13076	5	7.62±2.8 ^{b,c}	7.33±1.6 ^{y,z}	-	-	-	7.41±1.4 ^{a,c}	7.17±0.8 ^{x,z}	-	-	-	7.30±2.1 ^{a,b}	7.00±0.9 ^{x,y}	-	-	-	8.12±1.7
	10	7.69±3.5 ^{b,c}	7.52±1.4 ^{y,z}	-	-	-	7.41±2.0 ^{a,c}	7.02±0.6 ^{x,z}	-	-	-	7.36±1.7 ^{a,b}	6.17±1.1 ^{x,y}	-	-	-	8.65±4.0

-: No reproduction observed

±: presented as standard deviation.

^{a,b,c} ve ^{x,y,z} Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the p<0.05 level according to the Tukey test.

Among the tested bacteria, *E. coli* O157:H7 exhibited the lowest reduction in live cells (1.73%) when treated with ozone for 1 minute at the lowest concentration (4 mg L⁻¹) and initial bacterial density (McFarland 5). Conversely, *S. aureus* ATCC 25923 showed the highest decrease in live cells (27.92%) under the strongest treatment conditions (6 mg L⁻¹ ozone, McFarland 10) (Table 3).

Table 3. Percentage (%) decrease in pathogen bacterial cell viability after direct ozone treatment to pathogen bacteria

Çizelge 3. Patojen bakterilere doğrudan ozon uygulanmasından sonra patojen bakteri hücre canlılığında azalma yüzdesi (%)

Bacteria Name	Bacteria Density (McFarland)	Decrease in Bacterial Cell Viability (%)					
		4 mg/L		5 mg/L		6 mg/L	
		1 min ^a	5 min ^x	1 min ^b	5 min ^y	1 min ^c	5 min ^z
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	5	6.84 ^{b,c}	10.66 ^{y,z}	8.62 ^{a,c}	11.03 ^{x,z}	10.14 ^{a,b}	17.62 ^{x,y}
	10	11.01 ^{b,c}	14.68 ^{y,z}	13.76 ^{a,c}	19.61 ^{x,z}	14.11 ^{a,b}	29.59 ^{x,y}
<i>E. coli</i> O157:H7	5	1.73 ^{b,c}	3.32 ^{y,z}	2.39 ^{a,c}	4.52 ^{x,z}	3.05 ^{a,b}	7.30 ^{x,y}
	10	3.33 ^{b,c}	7.94 ^{y,z}	6.53 ^{a,c}	14.34 ^{x,z}	8.58 ^{a,b}	14.47 ^{x,y}
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	5	7.30 ^{b,c}	-	9.28 ^{a,c}	-	10.89 ^{a,b}	-
	10	17.85 ^{b,c}	22.43	21.05 ^{a,c}	-	27.92 ^{a,b}	-
<i>S. enteridis</i> ATCC 13076	5	6.16 ^{b,c}	9.73 ^{y,z}	8.74 ^{a,c}	11.70 ^{x,z}	10.10 ^{a,b}	16.00 ^{x,y}
	10	11.09 ^{b,c}	13.06 ^{y,z}	14.34 ^{a,c}	18.84 ^{x,z}	17.53 ^{a,b}	28.67 ^{x,y}

^{a,b,c ve x,y,z} Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the p<0.05 level according to the Tukey test.

Ozonated water at different flow rates and times was mixed with bacterial culture at the same rate, and the number of viable cells was determined. According to the analysis results, as the applied flow rate and ozone contact time increased, a decrease in the viability of the bacteria was observed (P < 0.05). Even with the increase in ozone flow rate and exposure time, some bacteria remained viable and continued to grow (Table 4).

Table 4. Number of living cells as a result of treatment of pathogen bacteria + ozone distilled water (log cfu mL⁻¹)
Çizelge 4. Patojen bakteri + ozonlu distile su uygulaması sonucu oluşan canlı hücre sayısı (log kob mL⁻¹)

Bacteria Name	Bacteria Density (McFarland)	4 mg/L					5 mg/L					6 mg/L					Control (Bakteria) log cfu/mL
		Time (Minute)					Time (Minute)					Time (Minute)					
		1 ^a	5 ^x	10 ⁱ	15 ^v	20 [*]	1 ^b	5 ^y	10 ⁱⁱ	15 ^{vi}	20 ^ø	1 ^c	5 ^z	10 ⁱⁱⁱ	15 ^{svi}	20 [#]	
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	5	7.82±1.2 ^{bc}	7.73±0.9 ^{yz}	7.31±1.7 ^{ii,iii}	6.96±2.1 ^{vi,vii}	6.70±0.7 ^{ø,&,#}	7.61±0.5 ^{ac}	7.42±2.3 ^{xz}	7.00±1.4 ^{i,iii}	6.49±1.8 ^{v,vii}	6.17±0.4 ^{*,#}	7.50±1.3 ^{ab}	7.28±2.1 ^{xy}	6.96±3.0 ^{i,ii}	6.38±1.7 ^{v,vi}	6.02±1.4 ^{*,&}	7.89±2.7
	10	8.60±0.6 ^{bc}	8.29±1.1 ^{yz}	7.58±1.8 ^{ii,iii}	7.24±1.4 ^{vi,vii}	7.03±1.3 ^{ø,&,#}	8.37±0.6 ^{ac}	8.10±0.9 ^{xz}	7.44±1.7 ^{i,iii}	7.12±2.2 ^{v,vii}	6.51±1.8 ^{*,#}	8.16±0.6 ^{ab}	7.88±1.4 ^{xy}	7.31±1.1 ^{i,ii}	6.77±0.6 ^{v,vi}	6.24±1.2 ^{*,&}	8.72±3.0
<i>E. coli</i> O157:H7	5	7.48±1.2 ^{bc}	7.39±1.8 ^{yz}	7.16±0.6 ^{ii,iii}	6.71±1.0 ^{vi,vii}	6.43±1.2 ^{ø,&,#}	7.40±1.6 ^{ac}	7.28±0.5 ^{xz}	6.94±1.2 ^{i,iii}	6.51±2.0 ^{v,vii}	6.27±1.4 ^{*,#}	7.29±0.8 ^{ab}	7.04±1.1 ^{xy}	6.69±0.3 ^{i,ii}	6.40±0.9 ^{v,vi}	6.19±1.5 ^{*,&}	7.53±1.4
	10	7.70±1.3 ^{bc}	7.61±0.9 ^{yz}	7.28±1.2 ^{ii,iii}	6.91±1.7 ^{vi,vii}	6.65±0.4 ^{ø,&,#}	7.60±1.0 ^{ac}	7.36±1.3 ^{xz}	7.09±0.8 ^{i,iii}	6.77±1.2 ^{v,vii}	6.46±0.3 ^{*,#}	7.52±2.0 ^{ab}	7.26±1.1 ^{xy}	7.01±0.9 ^{i,ii}	6.67±0.5 ^{v,vi}	6.03±1.2 ^{*,&}	7.81±2.7
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	5	7.78±2.5 ^{bc}	7.61±1.0 ^{yz}	7.27±1.6 ^{ii,iii}	6.70±0.5 ^{vi,vii}	6.44±0.8 ^{ø,&,#}	7.65±1.4 ^{ac}	7.30±0.3 ^{xz}	6.71±1.4 ^{i,iii}	6.26±0.5 ^{v,vii}	6.05±1.0 ^{*,#}	7.41±1.1 ^{ab}	7.19±1.8 ^{xy}	6.65±0.5 ^{i,ii}	6.31±0.9 ^{v,vi}	5.97±0.4 ^{*,&}	8.08±2.9
	10	8.37±1.6 ^{bc}	8.04±0.9 ^{yz}	7.39±1.8 ^{ii,iii}	7.03±1.1 ^{vi,vii}	6.81±0.6 ^{ø,&,#}	8.17±1.4 ^{ac}	7.89±1.2 ^{xz}	7.32±0.9 ^{i,iii}	6.74±0.3 ^{v,vii}	6.60±1.1 ^{*,#}	7.98±1.9 ^{ab}	7.80±1.4 ^{xy}	7.31±1.1 ^{i,ii}	6.87±0.8 ^{v,vi}	6.40±1.2 ^{*,&}	8.74±2.1
<i>S. enteridis</i> ATCC 13076	5	7.90±2.0 ^{bc}	7.75±1.3 ^{yz}	7.46±1.1 ^{ii,iii}	7.19±1.7 ^{vi,vii}	6.85±0.6 ^{ø,&,#}	7.79±0.9 ^{ac}	7.53±1.4 ^{xz}	7.27±0.5 ^{i,iii}	6.98±0.6 ^{v,vii}	6.65±1.0 ^{*,#}	7.61±1.7 ^{ab}	7.39±2.1 ^{xy}	7.02±1.4 ⁱⁱ	6.77±0.8 ^{v,vi}	6.42±1.6 ^{*,&}	8.12±1.7
	10	8.38±0.6 ^{bc}	8.06±1.2 ^{yz}	7.54±1.5 ^{ii,iii}	7.19±0.7 ^{vi,vii}	6.98±1.1 ^{ø,&,#}	8.18±2.1 ^{ac}	7.81±1.7 ^{xz}	7.33±1.2 ^{i,iii}	7.02±0.3 ^{v,vii}	6.86±0.9 ^{*,#}	7.91±1.6 ^{ab}	7.60±0.2 ^{xy}	7.11±0.8 ^{i,ii}	6.80±1.4 ^{v,vi}	6.59±1.1 ^{*,&}	8.65±4.0

a,b,c x,y,z i,ii,iii v,vi,vii *,&,# Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the p<0.05 level according to the Tukey test.

The minimum reduction in the live cell numbers of bacteria combined in the same ratio with the water sample to which ozone was applied in the shortest time (1 min) was *E. coli* O157:H7 with 0.66% (7.48 log cfu mL⁻¹) at 4 mg L⁻¹ flow rate and McFarland 5. The highest decrease in live cells was observed in *S. aureus* ATCC 25923 with 8.70% (7.98 log cfu mL⁻¹) at a 6 mg L⁻¹ flow rate and McFarland 10 (Table 5).

Table 5. Percentage (%) decrease in pathogen bacterial cell viability after treatment of pathogen bacteria + ozonated distilled water

Çizelge 5. Patojen bakteri + ozonlanmış distile su uygulamasından sonra patojen bakteri hücre canlılığında azalma yüzdesi (%)

Bacteria Name	Bacteria Density (McFarland)	Decrease in Bacterial Cell Viability (%)														
		4 mg/L					5 mg/L					6 mg/L				
		1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	1	5	10	15	20
		min ^a	min ^x	min ⁱ	min ^v	min [*]	min ^b	min ^y	min ⁱⁱ	min ^{vi}	min ^{&}	min ^c	min ^z	min ⁱⁱⁱ	min ^{vii}	min [#]
<i>L. monocytogene</i>	5	0.8	2.0	7.35	11.7	15.0	3.5	5.9	11.2	17.7	21.8	4.9	7.73	11.7	19.1	23.7
		9 ^{b,c}	3 ^{y,z}	ii,iii	9 ^{vi,vii}	8 ^{&,#}	5 ^{a,c}	6 ^{x,z}	8 ^{i,iii}	4 ^{v,vii}	0 ^{*,#}	4 ^{a,b}	x,y	9 ^{i,ii}	4 ^{v,vi}	0 ^{*,&}
ATCC 7644	10	1.3	4.9	13.0	16.9	19.3	4.0	7.1	14.6	18.3	25.3	6.4	9.63	16.1	22.3	28.4
		8 ^{b,c}	3 ^{y,z}	7 ^{ii,iii}	7 ^{vi,vii}	8 ^{&,#}	1 ^{a,c}	1 ^{x,z}	8 ^{i,iii}	5 ^{v,vii}	4 ^{*,#}	2 ^{a,b}	x,y	7 ^{i,ii}	6 ^{v,vi}	4 ^{*,&}
<i>E. coli</i> O157:H7	5	0.6	1.8	4.91	10.8	14.6	1.7	3.3	7.84	13.5	16.7	3.1	6.51	11.1	15.0	21.6
		6 ^{b,c}	6 ^{y,z}	ii,iii	9 ^{vi,vii}	1 ^{&,#}	3 ^{a,c}	2 ^{x,z}	i,iii	5 ^{v,vii}	3 ^{*,#}	9 ^{a,b}	x,y	6 ^{i,ii}	1 ^{v,vi}	5 ^{*,&}
	10	1.4	2.5	6.79	11.5	14.8	2.6	5.7	9.22	13.3	17.2	3.7	7.04	10.2	14.6	22.7
		1 ^{b,c}	6 ^{y,z}	ii,iii	2 ^{vi,vii}	5 ^{&,#}	9 ^{a,c}	6 ^{x,z}	i,iii	2 ^{v,vii}	9 ^{*,#}	1 ^{a,b}	x,y	4 ^{i,ii}	0 ^{v,vi}	9 ^{*,&}
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	5	3.7	5.8	10.0	17.0	20.3	5.3	9.6	16.9	22.5	25.1	8.2	11.0	17.8	21.9	26.1
		1 ^{b,c}	2 ^{y,z}	2 ^{ii,iii}	8 ^{vi,vii}	0 ^{&,#}	2 ^{a,c}	5 ^{x,z}	6 ^{i,iii}	2 ^{v,vii}	2 ^{*,#}	9 ^{a,b}	1 ^{x,y}	8 ^{i,ii}	1 ^{v,vi}	1 ^{*,&}
	10	4.2	8.0	15.4	19.5	22.0	6.5	9.7	16.2	22.8	24.4	8.7	10.7	16.3	21.4	26.7
		3 ^{b,c}	1 ^{y,z}	5 ^{ii,iii}	7 ^{vi,vii}	8 ^{&,#}	2 ^{a,c}	3 ^{x,z}	5 ^{i,iii}	8 ^{v,vii}	9 ^{*,#}	0 ^{a,b}	6 ^{x,y}	6 ^{i,ii}	0 ^{v,vi}	7 ^{*,&}
<i>S. enteridis</i> ATCC 13076	5	2.7	4.5	8.13	11.4	15.6	4.0	7.2	10.4	14.0	18.1	6.2	8.99	13.5	16.6	20.9
		1 ^{b,c}	6 ^{y,z}	ii,iii	5 ^{vi,vii}	4 ^{&,#}	6 ^{a,c}	7 ^{x,z}	7 ^{i,iii}	4 ^{v,vii}	0 ^{*,#}	8 ^{a,b}	x,y	5 ^{i,ii}	3 ^{v,vi}	4 ^{*,&}
	10	3.1	6.8	12.8	16.8	19.3	5.4	9.7	15.2	18.8	20.6	8.5	12.1	17.8	21.3	23.8
		2 ^{b,c}	2 ^{y,z}	3 ^{ii,iii}	8 ^{vi,vii}	0 ^{&,#}	3 ^{a,c}	1 ^{x,z}	6 ^{i,iii}	4 ^{v,vii}	9 ^{*,#}	5 ^{a,b}	4 ^{x,y}	0 ^{i,ii}	9 ^{v,vi}	2 ^{*,&}

a,b,c x,y,z i,ii,iii v,vi,vii *,&,# Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the p<0.05 level according to the Tukey test.

In another application method, ozone gas was applied to the mixture of distilled water and bacteria at flow rates of 4, 5, and 6 mg L⁻¹ for varying contact times: 1, 5, 10, 15, and 20 minutes. No bacterial growth was observed after 15 and 20 minutes of ozone exposure. However, bacteria were still present after 1, 5, and 10 minutes of treatment (Table 6).

Table 6. Number of viable cells as a result of ozone treatment to the mixture of pathogen bacteria + distilled water (log cfu mL⁻¹)Çizelge 6. Patojen bakteri+distile su karışımına ozon uygulaması sonucu oluşan canlı hücre sayısı (log kob mL⁻¹)

Bacteria Name	Bacteria Density (McFarland)	4 mg/L				5 mg/L				6 mg/L				Control (Bacteria) log cfu /mL			
		Time (Minute)															
		1 ^a	5 ^x	10 ⁱ	15	20	1 ^b	5 ^y	10 ⁱⁱ	15	20	1 ^c	5 ^z		10 ⁱⁱⁱ	15	20
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644	5.0	7.58±1.3 ^{bc}	7.37±1.6 ^{yz}	6.91±2.0 ^{ii,iii}	-	-	7.38±1.8 ^{ac}	7.29±2.4 ^{xz}	6.56±1.3 ^{i,iii}	-	-	7.24±0.7 ^{ab}	7.01±1.2 ^{xy}	6.17±1.9 ^{i,ii}	-	-	7.89±2.7
	10.0	8.38±1.5 ^{bc}	8.06±1.8 ^{yz}	7.41±0.4 ^{ii,iii}	-	-	8.20±1.1 ^{ac}	7.79±1.3 ^x	7.11±1.6 ^{i,iii}	-	-	8.01±1.4 ^{ab}	7.75±1.9 ^x	7.02±0.5 ^{i,ii}	-	-	8.72±3.0
<i>E. coli</i> O157:H7	5.0	7.47±0.4 ^{bc}	7.33±0.8 ^{yz}	6.95±1.3 ^{ii,iii}	-	-	7.32±0.5 ^{ac}	7.26±0.9 ^{xz}	6.77±1.2 ^{i,iii}	-	-	7.30±1.4 ^{ab}	7.03±1.0 ^{xy}	6.45±0.7 ^{i,ii}	-	-	7.53±1.4
	10.0	7.64±1.3 ^{bc}	7.42±0.5 ^{yz}	7.00±1.6 ^{ii,iii}	-	-	7.51±1.0 ^{ac}	7.14±1.4 ^{xz}	6.83±0.8 ^{i,iii}	-	-	7.28±1.2 ^{ab}	6.93±0.3 ^{xy}	6.61±0.7 ^{i,ii}	-	-	7.81±2.7
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	5.0	7.67±2.0 ^{bc}	7.49±1.3 ^{yz}	7.09±1.1 ^{ii,iii}	-	-	7.57±2.1 ^{ac}	7.07±0.7 ^{xz}	6.41±1.4 ^{i,iii}	-	-	7.40±1.3 ^{ab}	6.93±1.7 ^{xy}	6.40±1.4 ^{i,ii}	-	-	8.08±2.9
	10.0	8.01±1.0 ^{bc}	7.69±0.5 ^{yz}	7.16±0.9 ^{ii,iii}	-	-	7.77±1.3 ^{ac}	7.31±1.5 ^{xz}	6.69±0.6 ^{i,iii}	-	-	7.52±1.1 ^{ab}	7.16±0.4 ^{xy}	6.62±1.2 ^{i,ii}	-	-	8.74±2.1
<i>S. enteridis</i> ATCC 13076	5.0	7.71±1.7 ^{bc}	7.57±1.3 ^{yz}	7.08±0.4 ^{ii,iii}	-	-	7.55±1.5 ^{ac}	7.36±2.0 ^{xz}	6.94±0.9 ^{i,iii}	-	-	7.40±0.7 ^{ab}	7.23±1.1 ^{xy}	6.76±1.3 ^{i,ii}	-	-	8.12±1.7
	10.0	8.08±0.7 ^{bc}	7.73±0.5 ^{yz}	7.31±1.9 ^{ii,iii}	-	-	7.80±1.2 ^{ac}	7.52±1.5 ^{xz}	7.04±0.3 ^{i,iii}	-	-	7.55±2.1 ^{ab}	7.39±0.9 ^{xy}	6.93±1.4 ^{i,ii}	-	-	8.65±4.0

a,b,c x,y,z i,ii,iii Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the p<0.05 level according to the Tukey test.

In the study when ozone was applied to the mixture of distilled water and bacteria for the shortest time (1 min), the lowest decrease in the live cell numbers of bacteria was observed in *E. coli* O157:H7 with 0.80% (7.47 log cfu mL⁻¹) at 4 mg L⁻¹ flow rate and McFarland 5. The highest decrease in viable cells was determined in *S. aureus* ATCC

25923 with 13.96% (7.52 log cfu mL⁻¹) at a 6 mg L⁻¹ flow rate and McFarland 10 (Table 7). When the general applications were evaluated, *E. coli* O157:H7 was the least affected among the pathogenic bacteria used in all three applications.

Table 7. Percentage (%) decrease in pathogen bacterial cell viability after ozone treatment to the mixture of pathogen bacteria+distilled water

Çizelge 7. Patojen bakteri+distile su karışımına ozon uygulaması sonrası patojen bakteri hücre canlılığında azalma yüzdesi (%)

Bacteria Name	Bacteria Density (McFarland)	Decrease in Bacterial Cell Viability (%)								
		4 mg/L			5 mg/L			6 mg/L		
		1 min ^a	5 min ^x	10 min ⁱ	1 min ^b	5 min ^y	10 min ⁱⁱ	1 min ^c	5 min ^z	10 min ⁱⁱⁱ
<i>L. monocytogenes</i>	5	3.93 ^{b,c}	6.59 ^{y,z}	12.42 ^{ii,iii}	6.46 ^{a,c}	7.60 ^{x,z}	16.86 ^{i,iii}	8.24 ^{a,b}	11.15 ^{x,y}	21.80 ^{i,ii}
	10	3.90 ^{b,c}	7.57 ^{y,z}	15.02 ^{ii,iii}	5.96 ^{a,c}	10.67 ^{x,z}	18.46 ^{i,iii}	8.14 ^{a,b}	11.12 ^{x,y}	19.50 ^{i,ii}
ATCC 7644										
<i>E. coli</i>	5	0.80 ^{b,c}	2.66 ^{y,z}	7.70 ^{ii,iii}	2.79 ^{a,c}	3.59 ^{x,z}	10.09 ^{i,iii}	3.05 ^{a,b}	6.64 ^{x,y}	14.34 ^{i,ii}
O157:H7	10	2.18 ^{b,c}	4.99 ^{y,z}	10.37 ^{ii,iii}	3.84 ^{a,c}	8.58 ^{x,z}	12.55 ^{i,iii}	6.79 ^{a,b}	12.70 ^{x,y}	15.36 ^{i,ii}
<i>S. aureus</i>	5	5.07 ^{b,c}	7.30 ^{y,z}	12.25 ^{ii,iii}	6.31 ^{a,c}	12.50 ^{x,z}	20.67 ^{i,iii}	7.73 ^{a,b}	14.23 ^{x,y}	20.79 ^{i,ii}
ATCC 25923	10	8.35 ^{b,c}	12.01 ^{y,z}	18.07 ^{ii,iii}	11.09 ^{a,c}	16.36 ^{x,z}	23.45 ^{i,iii}	13.96 ^{a,b}	18.07 ^{x,y}	24.25 ^{i,ii}
<i>S. enteridis</i>	5	5.05 ^{b,c}	6.77 ^{y,z}	12.81 ^{ii,iii}	7.02 ^{a,c}	9.36 ^{x,z}	14.53 ^{i,iii}	8.87 ^{a,b}	10.96 ^{x,y}	16.75 ^{i,ii}
ATCC 13076	10	6.59 ^{b,c}	10.64 ^{y,z}	15.49 ^{ii,iii}	9.83 ^{a,c}	13.06 ^{x,z}	18.61 ^{i,iii}	12.72 ^{a,b}	14.57 ^{x,y}	19.88 ^{i,ii}

^{a,b,c x,y,z i,ii,iii} Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the p<0.05 level according to the Tukey test.

Maintaining product quality and safety is of great importance. Since ozone application effectively reduces microbial contamination of the products without causing a negative impact on their visual, textural, and nutritional quality, it can be used in industry applications (Brodowska et al., 2018). Ozone offers several advantages over other disinfectants: low operating costs, no unpleasant odors in treated water or air, chemical-free application, broad-spectrum disinfection against bacteria, viruses, and parasites, reduced chemical waste, effectiveness against insects, and ease of use (Glowacz et al., 2015; Brodowska et al., 2018; Chun et al., 2023).

Ozone applications are an environmentally friendly and residue-free technique with widespread use in the inhibition of pathogenic microorganism growth, food spoilage, agricultural biotechnology, and environmental contamination, food spoilage, agricultural biotechnology, and environmental contamination. Thus, ozone applications have the potential to be an alternative to traditional methods due to their important advantages, such as high effect in a short time and low cost (Pandiselvam et al., 2019; Sivaranjani et al., 2021; Khanashyam et al., 2022).

Ozone, a powerful disinfectant, decomposes into hydroxyl, hydroperoxide, and superoxide radicals. Ozone decomposition into these free radicals provides short-lived compounds with strong oxidation potential (Mouele et

al., 2021). Direct reaction with ozone also includes oxidation. Through these oxidation reactions, ozone provides a powerful and broad-spectrum effect that neutralizes many pathogenic bacteria such as *S. enteritidis*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *Shigella dysenteriae*, *Clostridium botulinum*, as well as various yeasts, fungi, viruses, parasites, and molds (Niveditha et al., 2021).

In this study, it aims to extend the products' shelf life without deteriorating their smell, taste, and appearance, preventing the risk of contamination and spoilage in foods by hindering the development of pathogenic bacteria. Unlike other studies, ozone applications were not applied directly to food products (beef, turkey and chicken meat, tomatoe, cucumber, lettuce, pepper, cherry, strawberry, etc.) (Novak & Yuan, 2003; Al-Haddad et al., 2005; Alexandre et al., 2011; Coll Cárdenas et al., 2011; Alexopoulos et al., 2013; Alwi & Ali, 2014; Kanaan, 2018; Ayranci, 2020). Instead they were used against some pathogenic bacteria. Thus, it is thought that ozone-treated water can be used in agricultural applications such as fighting diseases and increasing plant resistance. It will lead to further studies in agricultural biotechnology.

Ozone can be applied in various forms, such as gas, water, and oil. Ozone gas has an inactivating effect on various microorganisms (bacteria, fungi, yeast, viruses, etc.), ozonated water can be used in the treatment of wounds, burns, and infections, and ozonated oil has the potential to create products using plant extracts (Suh et al., 2019). In our study, it was determined that there was a decrease of %1.73-29.59 in the viability of microorganisms by applying exposure of ozone gaseous directly to the pathogen microorganism, while after ozone application to the bacteria+ozonated water sample and the combination of water sample and bacteria, the number of living organisms decreased by % 0.66-28.44 and % 0.80-24.25. When the data obtained from the study were compared with the results of other studies, it was determined that all three applied methods exhibited generally bactericidal effects. Considering the three different methods applied. Ozone application directly to the bacteria was the most effective method in preventing/destroying bacterial growth, while the application of ozone applied to the water sample and combined with the bacteria had the least effect.

Poultry, chicken, seafood, and dairy products are food products that can quickly spoil due to bacterial contamination. The primary goal of food manufacturers is to protect consumers from pathogenic microorganism contamination while extending the product's shelf life without compromising its quality. A study examining the combined effects of ozone gas and freeze-drying on chicken found that the shelf life of chicken meat treated with 0.6 mg/L ozone for 10 minutes was above the prescribed limit. According to the research, ozone treatment, freeze-drying, and vacuum packaging only extended the shelf life of chicken meat by four months (Cantalejo et al., 2016). Giménez et al. (2021) applied 280 mg O₃ m⁻³ ozone gas for 5-10 minutes at half-hour intervals during the cooling of beef and found that it was quite effective in reducing *L. monocytogenes*. The level of bacteria in the sample was around 2 log CFU g⁻¹ before ozone. Immediately after the ozone treatment, the amount of *L. monocytogenes* decreased by about tenfold (close to one log CFU g⁻¹). Novak and Yuan (2004) treated the beef surface with ozone and cooked it at 45-75°C. They reported a 1-2 log cfu g⁻¹ decrease in *Clostridium perfringens* viability and a small decrease in the number of spores. In another study, where turkey breast meat was treated with ozone for 8 hours, it was reported that a log decrease of 2.9, 2.3, and 1.9 was observed in the counts of yeast, mold, Enterobacteriaceae and aerobic mesophilic bacteria, respectively (Ayranci et al., 2020). Yuk et al. (2007) applied 5 mg kg⁻¹ ozone for 5 minutes to *E. coli* O157:H7 and *L. monocytogenes* bacteria and reported a 1.09 log and 0.94 log reduction in bacteria, respectively. When the same bacteria were treated with 3 mg kg⁻¹ ozone combined with 1% citric acid and kept for 1 minute, a 2.31 log and 1.84 log decrease in viability was observed, respectively. In another study, ozone gas (160 g m⁻³) and then heat treatment were applied to eggs containing *Salmonella enterica* serovar enteritidis, and it was reported that pathogenic microorganisms were significantly neutralized and differences in the visual quality of the eggs were observed (Perry & Yusuf 2013). Nie et al. (2020), treated freshly cut cabbage in aqueous ozone (2 mg kg⁻¹) containing sodium metasilicate (0.4%) for 2 minutes. They reported that after 12 days of storage, a log 3.33 decrease in *E. coli* O157:H7 viability was observed compared to the control group. In another

study, ozone was applied to wheat grains with and without pearls, and it was reported that the dough strength and degree of pearlization of wheat grain flours increased after the treatment (Zhang et al., 2021).

The effectiveness of the ozone treatment method may vary depending on ozone concentration, flow rate, exposure time, and target organism to be inactivated (Pandiselvam et al., 2022). We found that as the flow rate and ozone treatment time increased, the development of pathogenic microorganisms decreased or even could be prevented entirely. Additionally, it was determined that the study's Gram (+) microorganisms were more vulnerable to ozone application than Gram (-) microorganisms. This difference is mainly due to the difference in the cell wall structure of the bacteria, and their viability decreases due to more cell destruction (Khanashyam et al., 2022).

In conclusion, with the increasing consumer demand for fresh, safe, high-quality, and nutritious foods, ozone applications have become remarkably interesting in recent years for several industries (Sarron et al., 2021; Islam et al., 2022; Monica et al., 2024). Ozone applications reduce contamination and extend the shelf life without negatively affecting the visual, textural, and nutritional quality of the products used in the food and agriculture industries. Ozone applications are one of the methods preferred instead of using biological and chemical product treatments (pesticide, herbicide, insecticide, etc.), which are applied to prevent/reduce microbial contamination in agricultural products (Ibanoğlu, 2023). Ozone application is an important process to counter the spread of disease-causing microorganisms and ensure food processing safety particularly in agriculture. In this study, three different ozone applications were tested to eliminate pathogens. All three applications tested reduced the viability of pathogenic microorganisms that cause adverse effects such as unpleasant odor, taste, and food poisoning. Therefore, the three procedures (pathogen bacteria, distilled water, and the mixture of distilled water and pathogen bacteria) used in the study may be used effectively in the fight against pathogenic microorganisms.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

Berat ÇINAR ACAR took part in the planning, execution, supervision, evaluation, and writing of the research.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Alexandre, E.M., Santos-Pedro, D.M, Brandão, T.R., & Silva, C.L. (2011). Influence of aqueous ozone, blanching, and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. *Journal of Food Engineering*, 105 (2), 277-282. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.02.032>.
- Alexopoulos, A., Plessas, S., Ceciu, S., Lazar, V., Mantzourani, I., Voidarou, C., Bezirtzoglou, & E. (2013). Evaluation of ozone efficacy on the reduction of microbial population of fresh cut lettuce (*Lactuca sativa*) and green bell pepper (*Capsicum annuum*). *Food Control*, 30 (2), 491-496. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.09.018>.
- Al-Haddad, K.S.H., Al-Qassem, R.A.S., & Robinson, R.K. (2005). The use of gaseous ozone and gas packaging to control populations of *Salmonella infantis* and *Pseudomonas aeruginosa* on the skin of chicken portions. *Food Control*, 16, 405-410. [10.1016/j.foodcont.2004.04.009](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.04.009).
- Alwi, N.A., & Ali, A. (2014). Reduction of *Escherichia coli* O157, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* sv. Typhimurium populations on fresh-cut bell peppers using gaseous ozone. *Food Control*, 46, 304-311. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.037>.

- Ayrancı, U.G., Ozunlu, O., Ergezer, H., & Karaca, H. (2020). Effects of ozone treatment on microbiological quality and physicochemical properties of turkey breast meat. *Ozone: Science & Engineering*, 42 (1), 95-103. <https://doi.org/10.1080/01919512.2019.1653168>.
- Botondi, R., Lembo, M., Carboni, C., & Eramo, V. (2023). The use of ozone technology: an eco-friendly method for the sanitization of the dairy supply chain. *Foods*, 12, 987. <https://doi.org/10.3390/foods12050987>.
- Brodowska, A.J., Nowak, A., & Śmigielski, K. (2018). Ozone in the food industry: principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 58 (13), 2176-2201. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1308313>.
- Calunga, J.L., Menéndez, S., León, R., Chang, S., Guanche, D., Balbin, A., Zayas, J., & Garcia, P. (2012). Application of ozone therapy in patients with knee osteoarthritis. *Ozone: Science & Engineering*, 34 (6), 469-475. <https://doi.org/10.1080/01919512.2012.719120>.
- Cantalejo Díez, M.J., Zouaghi, F., & Pérez Arnedo, M.I. (2016). Combined effects of ozone and freeze-drying on the shelf-life of broiler chicken meat. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 400-407. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.058>.
- Chun, S.M., Ahn, G.R., Yang, G.W., Lee, H.J., & Hong, Y.C. (2023). Sterilization of water-based cutting fluids using compact air-cooled coaxial dielectric barrier discharge reactor with bubbler. *Applied Sciences*, 13 (22), 12302. <https://doi.org/10.3390/app132212302>.
- Coll Cárdenas, F., Andrés, S., Giannuzzi, L., & Zaritzky, N. (2011). Antimicrobial action and effects on beef quality attributes of a gaseous ozone treatment at refrigeration temperatures. *Food Control*, 22, 1442-47. [10.1016/j.foodcont.2011.03.006](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.03.006).
- Dubey, P., Singh, A., & Yousuf, O. (2022). Ozonation: an evolving disinfectant technology for the food industry. *Food Bioprocess Technology*, 15, 2102-2113. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02876-3>.
- Epelle, E.I., Macfarlane, A., Cusack, M., Burns, A., Okolie, J.A., Mackay, W., Rateb, M., & Yaseen, M. (2023). Ozone application in different industries: A review of recent developments. *Chemical Engineering Journal*, 454 (2), 140188. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140188>.
- Giménez, B., Graiver, N., Giannuzzi, L., & Zaritzky, N. (2021). Treatment of beef with gaseous ozone: physicochemical aspects and antimicrobial effects on heterotrophic microflora and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 121, 107602. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107602>.
- Glowacz, M., Colgan, R., & Rees, D. (2015). The Use of ozone to extend the shelf-life and maintain quality of fresh produce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (4), 662-671. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6776>.
- Guo, C., Gao, Z., & Shen, J. (2019). Emission rates of indoor ozone emission instruments: A literature review. *Building and Environment*, 158, 302-318. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.05.024>.
- Guzel-Seydim, Z.B., Greene, A.K., & Seydim, A. (2004). Use of ozone in the food industry. *LWT-Food Science and Technology*, 37, 453-460. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2003.10.014>.
- Hunt, N.K., & Mariñas, B.J. (1997). Kinetics of *Escherichia coli* inactivation with ozone. *Water Research*, 31 (6), 1355-1362. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(96\)00394-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(96)00394-6).
- Ibanoğlu, S. (2023). *Applications of ozonation in the food industry*. In Non-thermal Food Processing Operations (pp. 55-91). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818717-3.00003-2>.
- Islam, F., Saeed, F., Afzaal, M., Ahmad, A., Hussain, M., Khalid, M.A., Saewan, S.A., & Khashroum, A.O. (2022). Applications of green technologies-based approaches for food safety enhancement: A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 10 (9), 2855-2867. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2915>.
- Kanaan, M.H.G. (2018). Antibacterial effect of ozonated water against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* contaminating chicken meat in wasit province, Iraq. *Veterinary World*, 11, 1445-53. [10.14202/vetworld.2018.1445-1453](https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.1445-1453).

- Khadre, M., Yousef, A.E., & Kim, J.G. (2001). Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. *Journal of Food Science*, 66 (9), 1242-1252. [10.1111/j.1365-2621.2001.tb15196.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15196.x).
- Khanashyam, A.C., Shanker, M.A., Kothakota, A., Mahantid, N.K., & Pandiselvam, R. (2022). Ozone applications in milk and meat industry. *Ozone: Science & Engineering*, 44 (1), 50-65. <https://doi.org/10.1080/01919512.2021.1947776>
- Lindsley, W.G., Blachere, F.M., Beezhold, D.H., Thewlis, R.E., Noorbakhsh, B., Othumpangat, S., Goldsmith, W.T., McMillen, C.M., Andrew, M.E., Burrell, C.N., & Noti, J.D. (2016). Viable influenza A virus in airborne particles expelled during coughs versus exhalations. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 10 (5), 404-413. [10.1111/irv.12390](https://doi.org/10.1111/irv.12390).
- McHugh, T. (2015). Ozone processing of foods and beverages. *Food Technology*, 69 (11), 72-74.
- Monica, V., Rajan, A., & Mahendran, R. (2024). *Ozone technologies in food processing, preservation*. In Non-Thermal Technologies for the Food Industry (pp. 78-93). CRC Press.
- Mouele, E.S.M., Tijani, J.O., Badmus, K.O., Perea, O., Babajide, O., Fatoba, O.O., Zhang, C., Shao, T., Sosnin, E., Tarasenko, V., Laatikainen, K., & Petrik, L.F. (2021). A critical review on ozone and co-species, generation and reaction mechanisms in plasma induced by dielectric barrier discharge technologies for wastewater remediation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9 (5), 105758. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105758>.
- Nie, M., Wu, C., Xiao, Y., Song, J., Zhang, Z., Li, D., & Liu, C. (2020). Efficacy of aqueous ozone combined with sodium metasilicate on microbial load reduction of fresh-cut cabbage. *International Journal of Food Properties*, 23 (1), 2065-2076. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1842446>.
- Niveditha, A., Pandiselvam, R., Prasath, V.A., Singh, S., Gul, K., & Kothakota, A. (2021). Application of cold plasma and ozone technology for decontamination of *Escherichia coli* in foods-A review. *Food Control*, 130, 108338. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108338>.
- Novak, J.S., & Yuan, J.T. (2004). Increased inactivation of ozone treated *Clostridium perfringens* vegetative cells and spores on fabricated beef surfaces using mild heat. *Journal of Food Protection*, 67 (2), 342-346. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.2.342>.
- Novak, J.S., & Yuan, J.T.C. (2003). Viability of *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, and *Listeria monocytogenes* surviving mild heat or aqueous ozone treatment on beef followed by heat, alkali, or salt stress. *Journal of Food Protection*, 66, 382-89. [10.4315/0362-028x-66.3.382](https://doi.org/10.4315/0362-028x-66.3.382).
- Pandiselvam, R., Manikantan, M.R., Divya, V., Ashokkumar, C., Kaavya, R., Kothakota, A., & Ramesh, S.V. (2019). Ozone: An advanced oxidation technology for starch modification. *Ozone: Science & Engineering*, 41 (6), 491-507. <https://doi.org/10.1080/01919512.2019.1577128>.
- Pandiselvam, R., Singh, A., Agriopoulou, S., Sachadyn-Krół, M., Aslam, R., Lima, C.M.G., Khanashyam, A.C., Kothakota, A., Atakan, O., Kumar, M., Mathanghi, S.K., & Khaneghah, A.M. (2022). A comprehensive review of impacts of ozone treatment on textural properties in different food products. *Trends in Food Science & Technology*, 127, 74-86. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.008>.
- Patil, S., & Bourke, P. (2012). *Ozone processing of fluid foods*. In Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp 225-261.
- Perry, J.J., & Yousef, A.E. (2013). Factors affecting thermal resistance of *Salmonella enterica* serovar enteritidis ODA 99-30581-13 in shell egg contents and use of heat-ozone combinations for egg pasteurization. *Journal of Food Protection*, 76 (2), 213-219. [10.4315/0362-028X.JFP-12-324](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-324).
- Radjabov, A., Ibragimov, M., Eshpulatov, N.M., & Matchonov, O. (2019). Improving the energy performance of ozone generators used in agricultural ecology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1399 (5), 1-5. [10.1088/1742-6596/1399/5/055060](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1399/5/055060).

- Rusenova, N., Vasilev, N., Rusenov, A., Milanova, A., & Sirakov, I. (2022). Comparison between some phenotypic and genotypic methods for assessment of antimicrobial resistance trend of bovine mastitis *Staphylococcus aureus* isolates from Bulgaria. *Veterinary Sciences*, 9 (8), 401. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080401>.
- Sadeq, J.N., Al-Husseiny, S.H., Al Muhana, B.M.M., Kshash, Q.H., & Jasim, A. (2024). Isolation and identification of *Escherichia coli* O157:H7 from houseflies (*Musca domestica* L) at cattle barns in Al-Qadisiyah Province, Iraq. *Veterinary Integrative Sciences*, 22 (1), 65-72. <https://doi.org/10.12982/VIS.2024.006>.
- Sarron, E., Gadonna-Widehem, P., & Aussenac, T. (2021). Ozone treatments for preserving fresh vegetables quality: A critical review. *Food*, 10, 605. <https://doi.org/10.3390/foods10030605>
- Sivaranjani, S., Prasath, V.A., Pandiselvam, R., Kothakota, A., & Khaneghah, A.M. (2021). Recent advances in applications of ozone in the cereal industry. *LWT-Food Science and Technology*, 146, 111412. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111412>.
- Suh, Y., Patel, S., Kaitlyn, R., Gandhi, J., Joshi, G., Smith, N.L., & Khan, S.A. (2019). Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. *Medical Gas Research*, 9 (3), 163-167. [10.4103/2045-9912.266997](https://doi.org/10.4103/2045-9912.266997).
- Tavassoli, A., Madadi, M.S., & Gharajalar, S.N. (2022). Molecular inspection of contamination with *Salmonella enteritidis* in Tabriz city aviaries. *Journal of Zoonotic Diseases*, 6 (1), 1-6. [10.22034/jzd.2021.46018.1109](https://doi.org/10.22034/jzd.2021.46018.1109).
- Viebahn-Haensler, R., & León Fernández, O.S. (2021). Ozone in medicine. The low-dose ozone concept and its basic biochemical mechanisms of action in chronic inflammatory diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (15), 7890. <https://doi.org/10.3390/ijms22157890>
- von Gunten, U. (2003). Ozonation of drinking water: Part 1. Oxidation kinetics and product formation. *Water Research*, 37 (7), 1443-1467. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00457-8](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00457-8).
- Yuk, H.G., Yoo, M.Y., Yoon, J.W., Marshall, D.L., & Oh, D.H. (2007). Effect of combined ozone and organic acid treatment for control of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* on enoki mushroom. *Food Control*, 18 (5), 0-553. [10.1016/j.foodcont.2006.01.004](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.01.004).
- Zhang, W., Li, L., Shu, Z., Wang, P., Zeng, X., Shen, W., Ding, W., & Shi, Y.C. (2021). Properties of flour from pearled wheat kernels as affected by ozone treatment. *Food Chemistry*, 128203. [10.1016/j.foodchem.2020.128203](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128203)