



CİLT / VOLUME : 28

SAYI / ISSUE : 1

e-ISSN: 2667-7733 (online)

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

MUSTAFA KEMAL UNIVERSITY

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi / An International Peer Reviewed Scientific Journal



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

Sahibi/Publisher

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

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

Yazışma Adresi / Corresponding Address

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

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, uluslararası hakemli statüsünde yılda üç sayı olarak yayınlanmaktadır.

Dergi "CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, Biological Abstracts | BIOSIS Previews | Zoological Record, CABI (CAB Abstracts and Global Health), EBSCO Discovery, Scientific Indexing Services (SIS), Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Crossref, Advanced Sciences Index (ASI), Information Matrix for the Analysis of Journals (MIAR), International Institute of Organized Research (I2OR), Index Copernicus, EuroPub, Index Medicine, OJOP ve Google Scholar" **uluslararası indeksler/veritabanları tarafından dizinlenmektedir**. Her makale 2 hakem tarafından incelenmektedir.

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

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences

e-ISSN:2667-7733

Cilt/Volume: 28, Sayı/Number: 1, 2023

Baş Editör / Editor in Chief

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

Yayın Kurulu / Associate Editorial Board of Section

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

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

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

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board (Devam/Continued)

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

Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board

- Dr. Öğr. Üyesi Fulya UZUNOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Başak ULAŞLI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Cenk Burak ŞAHİN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Merve KARA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Cem Tufan AKÇALI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Pelin BAHADIRLI, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇARPAR, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş. Gör. Mücahide KÖKSAL, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Yusuf Ziya AYGÜN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

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

- Arş.Gör. Derya KAZGÖZ CANDEMİR, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dr. Ahmet DURSUN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dr. Sercan DEDE, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Dilek TÜRKMEN, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Mustafa ÖZBULDU, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Özge DEMİRKESER, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. Derya KILIÇ, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*
- Arş.Gör. İlknur KÜLAHLIOĞLU ÇEĞİL, *Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye*

Yabancı Dil Editörü / Language Editors

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

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN

Araştırma Makalesi / Research Article

- Basin sediment yield estimation using basin morphological characteristics determined by Geographic Information Systems**
Coğrafi Bilgi Sistemleri ile havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve havza sediment verimi tahmininde kullanımı 1-10
Ercan VAROL, Ahmet İRVEM
- Effect of basal heating and different substrates on rooting of semi-hardwood cuttings of 'Halhalı' olive cultivar**
'Halhalı' zeytin çeşidine ait yarı odunsu çeliklerin köklenmesi üzerine alttan ısıtma ve farklı ortamların etkisi 11-17
Sabahittin ABAY, Adem DAL, Murat ÇELİK, İpek SEZER, Oğuzhan ÇALIŞKAN
- Determination of population density and hosts of Tropinota hirta (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae) on almond (Amygdalus communis L.) in Adıyaman province**
Adıyaman ili badem (Amygdalus communis L.) alanlarında Tropinota hirta (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın popülasyon yoğunluğu ve konukçularının belirlenmesi 18-24
A. Abdurrahman UZUN, M. Murat ASLAN, Kevser SABANCI
- Determination of the efficacies of different phosphites in the management of tomato bacterial speck disease caused by Pseudomonas syringae pv. tomato**
Pseudomonas syringae pv. tomato'nun neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığının yönetiminde farklı fosfitlerin etkinliklerinin belirlenmesi 25-37
Saad Mohamed HAJI NOUR, Sümer HORUZ
- Direct and indirect contributions of internal and external quality traits on egg weight of Shika Brown layer using Path Coefficient Analysis**
Shika kahverengi yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığı üzerine iç ve dış kalite özelliklerinin doğrudan ve dolaylı katkılarının Path Katsayısı Analizi kullanılarak belirlenmesi 38-45
Emmanuel Abayomi ROTIMI, Hussaina Babba USMAN, Dauda GAMBO
- The effects of boron applications with different doses on the biochemical properties of myrtle plant (Myrtus communis L.) in in vitro conditions**
In vitro koşullarda farklı dozlarda bor uygulamalarının mersin (Myrtus communis L.) bitkisinin biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri 46-58
Cansu DİNDAR, Adnan YILDIRIM, Civan ÇELİK

Araştırma Makalesi / Research Article

- The effect of salicylic acid treatments on quality features of mushrooms (*Agaricus bisporus*) during cold storage**
Salisilik asit uygulamalarının mantarlarda (*Agaricus bisporus*) soğukta muhafaza süresince kalite özelliklerine etkisi
Sevil ÜNAL, Hakan BAĞCI, Havvanur ORAL, Ferhan K. SABIR 59-70
- Determination of salinity tolerance levels of some eggplant rootstock candidates**
Bazı patlıcan anaç adaylarının tuzluluğa tolerans düzeylerinin belirlenmesi
Hatice Şeyma YÜCEL, Ahmet BALKAYA, Dilek KANDEMİR, Hakan ARSLAN 71-91
- Fishery products processing facilities and the socio-economic structure of their employees in Türkiye: A sectional study from Istanbul**
Su ürünleri işleme tesisleri ve çalışanlarının sosyo-ekonomik analizi: İstanbul ili örneği
Leyla ATAMAN, Emre ÇAĞLAK 92-112
- Effect of the application of chemical fertilizer and different organic substances on some properties of soil in annual ryegrass cultivation**
Tek yıllık çim yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının bazı toprak özelliklerine etkisi
Hasan Can DEMİRAY, Altıngül ÖZASLAN PARLAK, Mehmet PARLAK 113-121
- Effect of different vermicompost applications on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)**
Farklı vermicompost uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) verim ve kalite üzerine etkisi
Saniye Handan KORKMAZ, İrfan Ersin AKINCI 122-135
- The effects of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) treatment and modified atmosphere packaging on storage of 'Fuerte' avocado variety**
1-Methylcyclopropene (1-MCP) uygulaması ve modifiye atmosferde paketlemenin 'Fuerte' avokado çeşidinin muhafazasına etkileri
Canan AYDINLIOĞLU, Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Mustafa ÜNLÜ 136-152
- New distribution areas and identification characters of *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Crambidae)**
Çayırtırtılı, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Crambidae)'in yeni yayılış alanları ve teşhis karakterleri
Gülay KAÇAR, Erol ATAY, A. Sami KOCA, Burhan ŞAHİN 153-165

Araştırma Makalesi / Research Article

- Determination of some quality and production characteristics of peanut with different market types (*Arachis hypogaea* L.) in second crop culture in the eastern Mediterranean passage zone** 166-173
Doğu Akdeniz geçit kuşağında farklı pazar tipi yerfistıklarının (*Arachis hypogaea* L.) ikinci ürün yetiştiriciliğinde bazı kalite ve özelliklerinin belirlenmesi
Mustafa YILMAZ
- The changes in total antioxidant capacities of pomegranate and orange juice in frozen storage versus traditional storage methods** 174-184
Dondurarak depolamaya karşılık geleneksel depolama yönteminde nar ve portakal sularının toplam antioksidan kapasitelerindeki değişimler
Ceylan FİDAN BABAT, Rümeyşa GÖK, Kübra KADIOĞLU, Hatice TATLI, Esra YILMAZ, Doğan ÇETİN, Metin KONUŞ, Can YILMAZ
- Socio-cultural analysis of olive cultivation in Hatay Province** 185-202
Hatay ilinde zeytin yetiştiriciliğinin sosyo-kültürel analizi
İpek SEZER, Sefer DEVİREN, İsmail YAMAN, Erdal DAĞISTAN, Celil TOPLU
- The population fluctuation of European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae) in a vineyard in Antalya** 203-210
Antalya ilinde bağda Salkım güvesi (*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller)'nin popülasyon değişimi
Mehmet KEÇECİ
- Evaluation of soil quality for olive groves in Kilis Province** 211-221
Kilis ilindeki zeytinlik alanları için toprak kalitesinin değerlendirilmesi
Tuğba ŞİMŞEK, Nilgün KALKANCI, Serkan KÖSETÜRKMEN, Gökhan BÜYÜK, Nevzat ASLAN
- Spatial erosion suitability analysis for various agricultural crop classes: Case study of Seyhan River Basin** 222-235
Tarımsal ürün grupları bazında konumsal erozyon uygunluk analizi: Seyhan Havzası örneği
Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN, Süha BERBEROĞLU, Mehmet Akif ERDOĞAN
- Molecular characterization of some parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) genotypes** 236-244
Bazı maydanoz (*Petroselinum crispum* Mill.) genotiplerinin moleküler karakterizasyonu
Ömer Faruk COŞKUN, Yakup Fevzi GÜNDÜZ, Seher TOPRAK, Kazım MAVİ

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve havza sediment verimi tahmininde kullanımı

Basin sediment yield estimation using basin morphological characteristics determined by Geographic Information Systems

Ercan VAROL¹, Ahmet İRVEM²

¹Tarım ve Orman Bakanlığı Kayseri İl Müdürlüğü, Antakya-Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 07.06.2022 Accepted / Kabul: 17.08.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Havza özellikleri Coğrafi Bilgi Sistemleri Sediment verimi Çoklu regresyon analizi Alt grup analizi yöntemi</p> <p>Keywords: Basin characteristics Geographic Information Systems Sediment yield Multiple regression analysis Subset analysis</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ahmet İRVEM airvem@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Akım ve sediment ölçümü yapılan 47 havzada, havzaların morfolojik özellikleri Coğrafi Bilgi sistemleri (CBS) ile belirlenerek, çoklu regresyon analizi ile Türkiye'nin farklı yağış rejimi bölgeleri için sediment verimi tahmin modelleri geliştirilmiştir. ILWIS CBS yazılımı ile her havzanın maksimum rölyefi, akarsu derecesi, istasyon kotu ve havza alanı belirlenmiştir. Ölçülen değerler ve CBS ile belirlenen havza özellikleri, en iyi alt grup istatistik yöntemi kullanılarak, sediment verimi tahmininde en uygun havza parametreleri belirlenmiştir. Bu parametreler, çoklu regresyon analizinde kullanılarak yağış bölgeleri için ayrı ayrı sediment verimi tahmin modelleri geliştirilmiştir. Modellerin tahmin yeteneğini belirlemede ise Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısı kullanılmıştır. Bu denklemlerin, çalışılan bölgelerdeki akım ve sediment gözlemi olmayan havzalarda, havza sediment verimi tahmini için ön fikir vermesi açısından uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca, Türkiye'nin yağış rejimi benzeyen 5 bölgesinde (2, 3, 4, 5 ve 7) sediment ölçümü olmayan havzalar için sediment verimi tahmin denklemleri geliştirilebilmiştir. Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısına göre ($E > 0.90$) en iyi tahmin denklemi 4. 5. ve 7. Bölgeler için geliştirilmiştir. 1. Bölge için yeterli havza ve akım gözlem istasyonu sayısı olmadığından tahmin denklemi geliştirilememiştir. 6. Bölge için geliştirilen tahmin denkleminin Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısına göre uygun olmadığı görülmüştür. 1. ve 6. Bölgeler için akım ve sediment verimi ölçüm istasyonlarının sayısı artırılmalıdır.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The morphological characteristics of 47 basins for different rainfall regions of Turkey were determined using Geographic Information Systems (GIS). These features and data taken from flow and sediment monitoring stations were subjected to multiple regression analysis in order to develop basin sediment yield prediction equations for ungauged basins. Basins' morphological characteristics were determined by using ILWIS-GIS software. Areas of the basins, the maximum relief, stream orders and elevations of the stations were determined using GIS. All data were analyzed using the best-subset within the multiple regression statistical method. As a result of analysis, individual sediment yield prediction equations for each region were generated. These regions were found to be appropriate in terms of providing the predetermined information of basin sediment yield for ungauged basins. In this study, sediment yield prediction equations for ungauged basins in the 5 regions (2, 3, 4, 5, and 7) were developed. These equations can be used, in terms of providing sediment data for ungauged basins. However, the prediction equation can not be generated for 1. Region because of insufficient data and equation for region 6 was not proper in terms of Nash-Sutcliffe coefficient. So that the number of observation stations has to be increased for 1. and 6. region.</p> |
| <p>Cite/Atf</p> | <p>Varol, E., & İrvem, A.M. (2023). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve havza sediment verimi tahmininde kullanımı. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 1-10. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1127305</p> |

GİRİŞ

Toprak ve su kaynaklarımızın etkin bir şekilde kullanılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması her geçen gün önem kazanmaktadır. Su kaynaklarının etkin kullanımı amacıyla, inşa edilecek su depolama yapılarının ve sulama tesislerinin ekonomik ömürleri boyunca hizmet edebilmelerinin sağlanması gereklidir. Bu yapı ve tesislerin uygun bir şekilde planlanması ve projelenmesi için bilinmesi gereken en önemli parametrelerden biri de, yapının üzerinde inşa edildiği akarsuyun, yapının planlanan ömrü boyunca taşıyacağı sediment miktarıdır. Barajlar gibi akarsular üzerinde kurulacak kontrol yapılarının ölü hacimlerinin projelendirilmesinde, akarsuyun taşıdığı sediment miktarının bilinmesine ihtiyaç vardır (Cıgızoğlu, 2002).

Genel olarak askı maddesi miktarı akım debisiyle ilişkilidir. Araştırmacılar, bu ilişkiyi kullanarak akım verisi ile taşınan sediment miktarları arasında çeşitli ilişkiler belirlemişlerdir. Ancak, bu klasik regresyon analizi problemin doğasından kaynaklanan lineer olmayan karmaşık ilişkiler sebebiyle her zaman iyi sonuçlar vermemektedir (Jain ve ark., 2001). Bu nedenle akım dışında diğer havza parametreleride kullanılarak çok sayıda araştırma yapılmıştır (Lal, 1985; Bogardi ve ark., 1986; Krishnaswamy ve ark., 2001; Vente ve ark., 2011).

Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) kullanımı, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak yaygınlaşmış ve farklı kullanım alanlarına sahip olmuştur. Gelişmiş CBS yazılımları ile havzaların özelliklerini belirleme konusunda çok sayıda çalışmalar yapılmıştır (Molnar & Julien, 1998; Mitra ve ark., 1998; Adinarayana ve ark., 1999; Hatipoğlu, 1999; Millward & Marsey, 1999; Jain & Kothiyari, 2000; Öztürk ve ark., 2001; İrvem & Tülücü, 2004). Sediment gözlem istasyonu olmayan havzalarda, CBS ile hesaplanan havza özellikleri ile istatistiksel yöntemler kullanılarak sediment tahmin denklemleri geliştirilebilmektedir (Tasker ve ark., 1996; Pak & Lee, 2008; Zhongbao ve ark., 2011).

Bu çalışmada, Türkiye’de yağış rejimi farklı 7 bölgede bulunan, akım ve sediment ölçümü yapılan havzalarda, havza morfolojik özelliklerinin CBS kullanılarak belirlenmesine çalışılmış, belirlenen havza özellikleri çoklu regresyon analizinde kullanılarak, sediment gözlem istasyonu olmayan havzalar için sediment verimi tahmin denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Türkiye’nin yağış rejimi açısından farklı bölgelerinde bulunan, akım gözlem istasyonuna (AGİ) sahip 47 adet alt havzada yürütülmüştür. Havzalara ait detaylı bilgiler (Varol, 2012)’de bulunabilir. Farklı yağış bölgelerinde bulunan havzaların yıllık ortalama akım ve sediment verimi değerleri Elektrik İşleri Etüd İdaresinden (EİEİ, 2000), havza alanı, maksimum rölyef, akarsu derecesi ve istasyon kotu gibi morfolojik özellikleri sayısal yükseklik haritalarından CBS ile elde edilmiştir. CBS sisteminden yararlanılan bu çalışmada, topografik, mekansal ve sayısal verilerin işlenmesinde, gerekli hesaplamaların yapılmasında ILWIS 3.6, CBS Paket programı, çoklu regresyon analizi için ise Minitab yazılımı kullanılmıştır. En iyi alt gruplar, diğer bir ifadeyle, havza sediment verimi tahmininde en etkili parametreler, çoklu regresyon analizinde kullanılmış ve uygun bölgeler için tahmin denklemlerinden oluşan tahmin modelleri geliştirilmiştir. Tahmin denklemlerinden elde edilen sediment verimleri ile ölçülen sediment verimleri kıyaslanarak tahmin modelinin doğruluğu test edilmiştir.

Çoklu regresyon analizi

Çoklu regresyon analizinin amacı, göz önüne alınan birden fazla değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunup bulunmadığını belirlemek, böyle bir ilişki varsa bu ilişkiyi ifade eden regresyon denklemini elde etmek ve bu denklemi kullanarak yapılacak tahminlerin etkinliğini hesaplamaktır. Çoklu regresyon analizlerinden biriside an iyi alt grup regresyon analizidir. Bu analizde, k sayıda bağımsız değişken ile tüm olası regresyon modelleri ele alınarak bunların içinde en iyi denklemin seçimi yapılır. Değişken sayısı k ise denklem sayısı 2^k olur. Bu çalışmada, en iyi alt

grup regresyon analizinde, en iyi denklemin belirlenmesi aşamasında üç kriter dikkate alınmıştır. Bunlar; maksimum belirlilik katsayısı (R^2), maksimum düzeltilmiş belirlilik katsayısı (R_a^2) ve Mallows C_p istatistiğidir. Bu kriterlerden, belirlilik katsayısı (R^2) Eşitlik 1 ile hesaplanmaktadır.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad \text{Eq.(1)}$$

Burada; SSR açıklanan değişmeyi, SSE açıklanamayan değişmeyi, SST ise toplam değişmeyi göstermektedir. Belirlilik katsayısı, bağımlı değişkendeki değişmeleri, modelde yer alan bağımsız değişkenler tarafından açıkladığından, modele ilave edilecek her bir yeni bağımsız değişken, belirlilik katsayısının değerini yükseltecektir, model seçiminde R^2 istatistiği kullanıldığında,

$$E(y) = \beta_0 \text{ (Ortalama değişkeni içeren model) Eq.(2)}$$

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_i \text{ (Bir değişkeni içeren model) Eq.(3)}$$

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_j \text{ (İki değişkeni içeren model) Eq.(4)}$$

$$E(y) = \beta_0 + \dots + \beta_k x_k \text{ (k değişken içeren model) Eq.(5)}$$

Eşitlik 2-5'de verildiği gibi 2k sayıdaki denklemin çözümü yapılmakta ve her bir denklem için R^2 katsayısı hesaplanmaktadır. Hesaplanan katsayılar, her bir grup içinde büyükten küçüğe sıralanarak grup içindeki en yüksek belirlilik katsayısı değerleri ve bu değerler içinde en yüksek R^2 değerine sahip olan model belirlenmektedir (Draper & Smith, 1981).

R^2 belirlilik katsayısı çoklu modellerde genellikle yeterli değildir. Çünkü çoklu regresyon modelleri için denkleme yeni değişken ilave edilmesi durumunda R^2 değeri genellikle artmaktadır. Denklem yeni değişkenler eklendikçe SSR (Açıklanan değişim) azalma yönünde değişir, asla artmaz. Dolayısıyla, eklenen değişkenin katkısını ölçmede R^2 her zaman iyi bir kriter olmayabilir. Bu yüzden anlamlı bir test yapabilmek için çoklu modellerde düzeltilmiş R^2 hesaplanmalıdır. Tekli regresyon modellerinde olduğu gibi belirlilik katsayısı 1'e ne kadar yakın ise mevcut olan model o kadar uygundur. Düzeltilmiş belirlilik katsayısı (R_a^2) ise aşağıda verilen eşitlik ile belirlenmektedir,

$$R_a^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k} (1 - R^2) \quad \text{Eq.(6)}$$

Burada; n: gözlem sayısı, k: modeldeki parametre sayısıdır. Modele eklenen her bir bağımsız değişken, düzeltilmiş belirlilik katsayısını küçültecektir. Bu değer, modellerin karşılaştırılmasında kullanılması yanı sıra, modelde yer alacak bağımsız değişkenlerin en uygun sayısını belirlemek için de kullanılmaktadır.

Model seçiminde diğer bir alternatif istatistik ise C. L. Mallows tarafından ortaya atılan C_p istatistiğidir ve aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$C_p = \frac{RRS}{s^2} - (n - 2k) \quad \text{Eq.(7)}$$

Burada; RSS, artıkların kareleri toplamını, k modeldeki β_0 dahil olmak üzere parametrelerin sayısını, s^2 ise, σ^2 'nin sapmasız tahmincisini göstermektedir. Genel olarak C_p istatistik değerinin küçük olması beklenmektedir. Dolayısıyla, C_p değeri küçük olan model, en uygun model olarak belirlenmektedir (Draper & Smith, 1981).

Modelin uygunluğunun belirlenmesinde kullanılan belirlilik katsayılarının büyük çıkması her zaman modelin iyi olduğu sonucunu göstermeyebilir. Çünkü modele bir değişkenin eklenmesi modele katkıda bulunsun veya bulunmasın R^2 veya R_a^2 'nin değerini artıracak ve model için tahmin parametrelerinin belirlenmesini yetersiz kılabilir.

Bu nedenle, çalışmada modellerin uygunluğunun en iyi alt grup regresyon analizi ile belirlendikten sonra, kalıntı analizi ile de kontrol edilmesi gerekmektedir (Topaloğlu, 1999).

Kalıntı analizi

Kalıntı analizi, gözlenen değer ile uydurulan değer arasındaki farkın yani kalıntıların incelenerek tahmin edilen eşitlik ile veri arasındaki uyumu veya uyumsuzluğu ortaya koyan bir analiz şeklidir (Draper & Smith, 1981). Regresyon analizinde kalıntı (e) ile ilgili olarak ortalaması sıfır, varyansı ve normal dağıldığı varsayımları yapılır. Varsayımlar doğru ise $r=0$ doğrusunun çevresinde dağılan artıkların yaklaşık olarak $r=\pm 2$, eğer logaritması alınır $r=\pm 0.3$ sınırları içerisinde olması beklenir. Eğer model gerçekten verilere uyum sağlıyorsa, kalıntıların sözü edilen tüm varsayımları açıklaması gerekir. Ayrıca kalıntıların kareleri ortalaması olarak adlandırılan MSE değeri de kalıntı analizinde önemlidir, Bu değeri hesaplamak için kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$MSE = \frac{SSE}{n-k} \quad \text{Eq.(8)}$$

Burada; SSE: artıkların kareleri toplamını, n: gözlem sayısını, k: ise modelde yer alan bağımsız değişken sayısını göstermektedir. Kalıntıların kareleri ortalamasını kullanarak yapılacak model seçiminde, her bir denklem için bu değere bakılmış ve MSE değeri en küçük olan denklemler uygun modeller olarak belirlenmiştir.

Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısı

Bölgeler için oluşturulan denklemlerin, verimlilik katsayısını belirlemede Nash-Sutcliffe modeli kullanılmıştır, Nash-Sutcliffe katsayısı Eşitlik 9 ile hesaplanmaktadır.

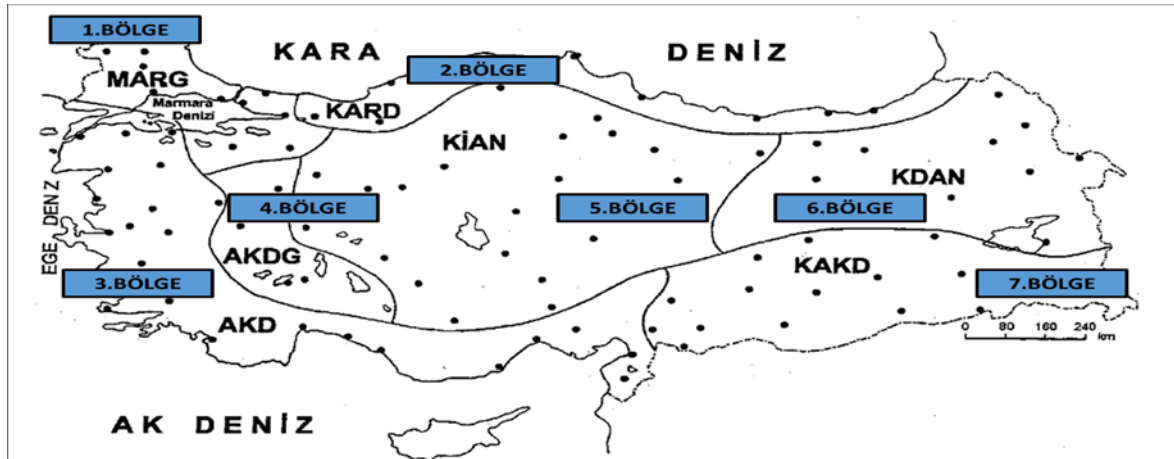
$$E = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - \bar{Q}_0)^2} \quad \text{Eq.(9)}$$

Burada; E: model verimlilik oranı, Q_0^t : ölçüm değeri, Q_m^t : tahmin değeri ve \bar{Q}_0 : ölçüm değerlerinin ortalamasıdır. Nash-Sutcliffe modelinde E değeri eksi sonsuz ile 1 arasında değişebilir ve sonuç 1'e yaklaştıkça modelin verimliliği artmaktadır (Nash & Sutcliffe, 1970).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye yağış rejimi bölgeleri ve çalışma havzaları

Su erozyonunu, dolayısıyla bir havzada sediment verimine en etkili faktörlerden biri yağışlardır. Yağışın süresi, özellikle şiddeti bir havzanın sediment verimine doğrudan etkilidir. Ülkemizde yağış gözlem istasyonlarının, özellikle kayıt edici özelliğe sahip istasyonların azlığı nedeniyle, akım ölçümleri gibi yağış ölçümlerinin de yetersiz olduğu çok sayıda havza bulunmaktadır. CBS ile özellikleri belirlenebilen ve akım ölçümü yapılan uygun havzalar seçildiğinde bu havzaların büyük bölümünde yağış verisinin olmayışı nedeniyle sediment verimi tahmin denklemi için yağış faktörü dikkate alınmamış, bunun yerine, sediment verimi tahmin denklemleri aynı yağış rejimine sahip bölgeler için geliştirilmiştir. Türkeş (1996) ağırlıklı olarak mevsimsel yağış ve yer istasyonlarını kullanarak benzer yağış rejimine sahip bölgeleri belirleyerek numaralandırmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Benzer yağış rejimine sahip bölgeler (Türkeş, 1996)

Figure 1. Regions with similar precipitation regimes (Turkes, 1996)

Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesi

Havza özelliklerinin CBS ile belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar, detaylı olarak Varol (2012) de bulunabilir. CBS ile yapılan çalışmalar sonucu seçilen akım gözlem istasyonuna sahip uygun havzaların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Seçilen havzaların akım gözlem istasyonu (AGİ) numaraları ve özellikleri

Table 1. Flow observation station (AGI) numbers and characteristics of selected basins

| BÖLGE | İ.NO | İSTASYON ADI | A | Q | HSV /km ² | K | D | R |
|---------|-------------------------------|--------------------------|--------|--------|----------------------|-----|------|------|
| 2.Bölge | 1243 | Sakarya Nehri-Botbaşı | 11.257 | 163.43 | 197 | 8 | 4 | 920 |
| | 1307 | Devrekani Çayı-Azdavay | 1.074 | 7.18 | 25 | 715 | 4 | 730 |
| | 1314 | Soğanlı Çayı-Karabük | 5.086 | 22.92 | 133 | 271 | 5 | 2077 |
| | 1332 | Karasu-Hacılar Köprüsü | 340 | 5.17 | 78 | 20 | 3 | 1460 |
| | 1334 | Bolu Çayı-Beşdeğirmenler | 779 | 7.01 | 38 | 541 | 4 | 1400 |
| | 1524 | Gökırmak Nehri-Kuyuluş | 3.934 | 17.23 | 65 | 475 | 4 | 2070 |
| | 2218 | İyidere-Şimşirli | 834 | 29.06 | 70 | 307 | 4 | 3360 |
| | 2228 | Foldersi-Bahadırılı | 191 | 4.44 | 116 | 17 | 5 | 1760 |
| | 2245 | Terme Çayı-Gökçeli | 232 | 12.5 | 50 | 66 | 3 | 1215 |
| | 2251 | Değirmendere-Esiroğlu | 729 | 12.43 | 46 | 155 | 4 | 2875 |
| 3.Bölge | 210 | Gönen Çayı-Kumköy | 1.192 | 17.5 | 22 | 57 | 6 | 1430 |
| | 406 | Bakırçay-Eğrigöl | 2.250 | 11.94 | 57 | 16 | 5 | 1167 |
| | 407 | Karamenderes-Aslanköprü | 1.450 | 9.74 | 12 | 35 | 5 | 1530 |
| | 601 | K.Menderes Nehri -Selçuk | 3.255 | 19.61 | 60 | 4 | 5 | 2086 |
| | 701 | Çine Çayı-Kayırlı | 948 | 9.31 | 28 | 262 | 5 | 1840 |
| | 912 | Manavgat Çayı-Sinanhoca | 625 | 68.44 | 128 | 245 | 4 | 2220 |
| | 917 | Alara Çayı-Alarahan | 879 | 27.43 | 95 | 25 | 4 | 2820 |
| | 1721 | Anamur Çayı-Alaköprü | 313 | 22.53 | 83 | 37 | 4 | 2160 |
| | 1723 | Ermenek Çayı-Çavuşköy | 2.148 | 43.92 | 90 | 515 | 4 | 1820 |
| | 1801 | Göksu Nehri-Himmetli | 2.596 | 30.62 | 51 | 665 | 5 | 2230 |
| 1820 | Körkün Suyu-Hacılı Köp. | 1.440 | 14.82 | 97 | 167 | 3 | 1910 | |
| 2006 | Göksun Nehri-Karaahmet | 739 | 10.02 | 33 | 1324 | 4 | 1604 | |
| 2008 | Savrun Deresi-Kadirli Köprüsü | 444 | 8.64 | 99 | 75 | 3 | 1890 | |

Çizelge 1 (devamı). Seçilen havzaların akım gözlem istasyonu (AGİ) numaraları ve özellikleri

Table 1 (continued). Flow observation station (AGI) numbers and characteristics of selected basins

| | 523 | Gediz Nehri-Acisu | 3.272 | 9.69 | 72 | 373 | 5 | 1925 | |
|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| 4.Bölge | 735 | Banaz Çayı-Dörtdeğirmen | 3.226 | 4.92 | 19 | 467 | 5 | 1710 | |
| | 902 | Köprüçay-Beşkonak | 1.942 | 81.9 | 201 | 116 | 5 | 2820 | |
| | 1003 | Bozçay-Karaçalı Köprüsü | 1.291 | 1.72 | 8 | 910 | 4 | 1360 | |
| | 1203 | Porsuk Çayı-Beşdeğirmen | 3.661 | 6.61 | 15 | 855 | 5 | 1076 | |
| | 1611 | Çarşamba Suyu-Bozkır | 271 | 3.76 | 25 | 1170 | 4 | 1590 | |
| | 912 | Manavgat Çayı-Sinanhoca | 625 | 68.44 | 128 | 245 | 4 | 2220 | |
| | 1108 | Akarçay-Balca | 789 | 3.36 | 30 | 1028 | 4 | 870 | |
| 5.Bölge | 1233 | Aladağ Çayı-Karaköy | 2.003 | 14.88 | 45 | 505 | 5 | 1820 | |
| | 1239 | Ova Çayı-Eybek | 322 | 2.67 | 21 | 1033 | 3 | 983 | |
| | 1253 | Sohu Deresi-Fındıklı | 134 | 1.11 | 6 | 1094 | 3 | 950 | |
| | 1401 | Kelkit Çayı-Fatlı | 6.567 | 77.24 | 327 | 375 | 5 | 2290 | |
| | 1612 | İbrala Suyu-Denircik | 267 | 1.89 | 12 | 1055 | 3 | 1400 | |
| | 1622 | Peçeneközü D.-Şereflikoçhisar | 648 | 0.84 | 24 | 958 | 4 | 731 | |
| | 1712 | Göksu Nehri-Bucakkışla | 2.689 | 26.66 | 82 | 397 | 5 | 2000 | |
| | 2015 | Hurman Suyu-Tanır | 915 | 8.16 | 25 | 1180 | 4 | 1570 | |
| | 6. Bölge | 1422 | Kelkit Çayı-Çiçekbükü | 1.714 | 9.07 | 45 | 1350 | 5 | 2900 |
| | | 2154 | Karasu-Aşağıkağdariç | 2.547 | 20.65 | 32 | 1675 | 5 | 1470 |
| 2327 | | Berta Suyu-Çiftahanlar | 1.216 | 17.48 | 86 | 570 | 5 | 2500 | |
| 2418 | | Kars Çayı-Şahnalar | 4.443 | 20.02 | 42 | 1495 | 4 | 610 | |
| 2505 | | Bendimahi Çayı-Gönderme | 1.373 | 8.36 | 18 | 1915 | 5 | 1574 | |
| 2251 | | Değirmendere-Esiroğlu | 729 | 12.43 | 46 | 155 | 4 | 2875 | |
| 2218 | | İyidere-Şimşirli | 834 | 29.06 | 70 | 307 | 4 | 3360 | |
| 2511 | | Güzelsu Çayı-Güzelsu | 1.390 | 4.5 | 76 | 1941 | 5 | 3650 | |
| 2115 | | Göksu Nehri-Malpınar | 3.710 | 51.05 | 509 | 397 | 4 | 2570 | |
| 2141 | | Peri Suyu-Korudibi | 3.604 | 79.69 | 913 | 1100 | 6 | 2127 | |
| 7.Bölge | 2164 | Göynük Çayı-Çayağzı | 1.946 | 31.14 | 322 | 998 | 5 | 1788 | |
| | 2511 | Güzelsu Çayı-Güzelsu | 1.390 | 4.5 | 76 | 1941 | 5 | 3650 | |
| | 2630 | Zap Suyu-Teknisyenler | 4.161 | 37.02 | 163 | 1425 | 5 | 2280 | |
| | 2015 | Hurman Suyu-Tanır | 915 | 8.16 | 25 | 1180 | 4 | 1570 | |
| | 2006 | Göksun Nehri-Karaahmet | 739 | 10.02 | 33 | 1324 | 4 | 1604 | |
| | 2008 | Savrun Deresi-Kadirli Köprüsü | 444 | 8.64 | 99 | 75 | 3 | 1890 | |

*A; Alanı (km²), Q; Akımı (m³ s⁻¹), HSV; Havza sediment verimini (Ton y⁻¹km⁻¹) K; İstasyon kotu (m), D; Akarsu derecesi ve R; Maksimum rölyeftir.

Çizelge 1’de verilen havza özelliklerine ait veriler kullanılarak kalıntı analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda sıra dışı değer bulunamamış ve tüm verilerin kullanılabileceği görülmüş ve veriler çoklu regresyon analizinde kullanılarak, en iyi alt grupların belirlenmesine çalışılmıştır. Analiz sonucunda sediment verimi tahmininde en iyi alt gruplar, en büyük R² ve R_a² ile en küçük değerleri veren C_p istatistiğine göre belirlenmiştir ve Çizelge 2’de verilmiştir. En iyi alt grup belirleme analizi sonucunda, ikinci bölge sediment verimi tahmininde kullanılacak en etkili parametrelerin, alan, istasyon kotu ve akarsu derecesi olduğu belirlenmiş olup, diğer parametrelerin tahmin sonucuna etkisinin önemsiz olduğuna karar verilmiştir. Aynı şekilde, üçüncü bölgede debi, istasyon kotu ve akarsu derecesi, 4. bölgede debi ve rölyef, 5. bölgede tüm parametreler, 6. bölgede alan, rölyef ve istasyon kotu, 7. bölgede ise istasyon kotu dışındaki tüm parametrelerin etkili olduğu görülmüştür.

En iyi alt gruplara göre yapılan regresyon analizi sonucu bölgelerin sediment verimi tahmin denklemleri elde edilmiştir (Çizelge 3). En iyi tahmin denklemi sırasıyla 7. 5. 4. 3. ve 2. bölgelerde elde edilmiştir. 6. bölge için denklemin tahmin yeteneği yetersiz görülmüştür.

Çizelge 2. Bölgeler için en iyi alt gruplar*

Table 2. The best subgroups for regions*

| Bölge No | R ² | Ra ² | Mallows Cp | S | A | Q | R | K | D |
|----------|----------------|-----------------|------------|-------|---|---|---|---|---|
| 2 | 0.94 | 0.91 | 2.6 | 15.63 | X | | | X | X |
| 3 | 0.92 | 0.89 | 2.7 | 11.37 | | X | | X | X |
| 4 | 0.96 | 0.95 | 3.9 | 16.24 | | X | X | | |
| 5 | 0.99 | 0.99 | 6.0 | 6.0 | X | X | X | X | X |
| 6 | 0.73 | 0.54 | 2.1 | 15.58 | X | | X | X | |
| 7 | 0.99 | 0.99 | 4.5 | 26.76 | X | X | X | | X |

*S=varyans, A = Alan (km²), Q = Akım (m³ s⁻¹), K = İstasyon kotu (m), D = Akarsu derecesi ve R=Maksimum rölyeftir.

Çizelge 3. Havza sediment verimi tahmin denklemleri ve verimlilik katsayıları

Table 3. Basin sediment yield estimation equations and efficiency coefficients

| Bölgeler | Geliştirilen Havza Sediment Verimi (HSV) Tahmin Denklemleri* | E |
|----------|---|-------|
| 1. Bölge | Akım ve sediment ölçümü olan uygun havza sayısı yeterli değildir. | --- |
| 2. Bölge | HSV = -11.6153+(0.00981·A)-(0.1062·K)+(24.1682·D) | 0.87 |
| 3. Bölge | HSV = 172.791+(1.1622·Q)-(28.7165·D)-(0.028·K) | 0.88 |
| 4. Bölge | HSV = -72.0142+(1.1342·Q)+(0.0606·R) | 0.90 |
| 5. Bölge | HSV = 75.9+(0.089·A)-(1.87·Q)-(0.0186·R)+(0.0365·K)-(32.945·D) | 0.92 |
| 6. Bölge | HSV = 3.699+(0.0117·A)+(0.023·R)-(0.0197·K) | -1.02 |
| 7. Bölge | HSV = -1686.13-(0.245·A)+12.295·Q+(0.676·R)+(178.113·D) | 0.95 |

*S=varyans, A = Alan (km²), Q = Akım (m³ s⁻¹), K = İstasyon kotu (m), D = Akarsu derecesi ve R=Maksimum rölyeftir.

Havza sediment verimi hidrolojik çalışmalarda, özellikle su depolama yapılarının ölü hacmini hesaplamada önemli bir parametredir. Su depolama yapılarının uygun olarak planlanabilmesi, bu parametrenin doğru bir şekilde elde edilmesine bağlıdır. Bu parametreyi doğru olarak elde etmek için, su yapısının planlandığı akarsu üzerinde sediment gözlem istasyonunun kurulması ve uzun süreli sediment gözlemlerinin yapılması gerekmektedir. Ülkemizde bulunan önemli akarsular üzerinde EİEİ ve DSİ tarafından kurulan ve işletilen akım ve sediment gözlem istasyonları sayı olarak yeterli değildir. Akım ve sediment gözlem istasyonu olmayan fakat su depolama yapısının planlandığı havzalarda havza sediment verimini, havza özelliklerini kullanarak tahmin etme zorunluluğu doğmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, ülkemizde akım ve sediment ölçümü yapılmayan nispeten küçük havzalar için CBS ile havza özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerden yararlanılarak çoklu regresyon analizi ile havza sediment verimi tahmin denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Türkiye'nin değişik bölgelerinde, akım ve sediment gözlemi yapılan havzalar seçilerek özellikleri belirlenmiştir. Sediment verimini etkileyen yağış faktörünü elemek amacıyla aynı yağış rejimine sahip bölgelerde buluna alt havzalar sınıflandırmış ve her bölge için sediment verimi tahmin denklemi ayrı ayrı geliştirilmiştir.

Sonuç olarak, seçilen 47 adet alt havzanın sınırları, alanları, su yolu uzunluğu, akarsu derecesi istasyon kotu ve maksimum rölyef özellikleri ILWIS, CBS yazılımı ile belirlenmiştir. Bu özellikler ve EİEİ tarafından yapılan sediment verimi ölçüm sonuçları Minitab istatistik yazılımında, en iyi alt grup yöntemi kullanılarak sediment verimine en etkili parametreler belirlenmiştir. En iyi alt grubun belirlenmesinde düzeltilmiş R² değeri, C_p istatistik değeri, ve kalıntı analizi sonuçları dikkate alınmıştır. Kalıntı analizi sonucunda varsayımlarla ilgili herhangi bir anormallik bulunmamıştır.

Birinci bölge sınırları içerisine düşen, akım ve sediment gözlem istasyonu olan uygun havza sayısının yetersiz kalması nedeniyle birinci bölge için sediment verimi tahmin denklemi geliştirilememiştir. Bu bölgede, alt havzalarda istasyonların yetersiz olduğu ve istasyon sayısının mutlaka artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

İkinci bölge için yapılan çalışmalar sonucunda sediment verimi tahmininde kullanılacak en etkili parametrelerin, havza alanı, istasyon kotu ve akarsu derecesi olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin kullanıldığı tahmin denklemi sonuçları ile gözlenen değerler arasındaki ilişkinin ölçüsü $R^2=0.94$ ve $R_a^2=0.91$ olarak önemli derecede yüksek çıkmıştır, Nash-Sutcliffe model verimlilik katsayısı ise $E=0,87$ olarak bulunmuştur. İkinci bölgede bulunan ve ölçümü olmayan herhangi bir alt havza için sediment veriminin, havzanın alanı, kotu ve akarsu derecesinden tahmin edilebileceği öngörülmüştür.

Üçüncü bölge için yapılan çalışma sonuçlarında sediment verimi tahmininde kullanılacak en etkili parametrelerin, akım, istasyon kotu ve akarsu derecesi olduğu belirlenmiştir. Bu parametrelerin kullanıldığı $R_2=0.92$ ve $R_a^2=0.89$ olarak önemli derecede yüksek çıkmış, Nash-Sutcliffe model verimlilik katsayısı ise $E=0.88$ olarak bulunmuştur. Bu bölgede bulunan ve ölçümü olmayan herhangi bir alt havza için sediment veriminin, akım, kot ve akarsu derecesinden tahmin edilebileceği görülmüştür.

Dördüncü bölgede tahmin denklemi sonuçları ile gözlenen değerler arasındaki ilişkinin derecesi $R^2=0.96$ ve $R_a^2=0.95$ gibi yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Bu ilişkide etkili parametreler akım ve maksimum rölyef olarak belirlenmiştir. Nash-Sutcliffe model verimlilik katsayısı ise $E=0.90$ olarak, ikinci ve üçüncü bölgede bulunan katsayılardan yüksek bir değerde bulunmuştur. Tahmin denklemi sonuçları ile gözlenen değerler arasındaki ilişkinin derecesi en yüksek beşinci bölgede bulunmuştur. Bu bölgede $R^2=0.99$ ve $R_a^2=0.99$ olarak hesaplanmıştır. Alan, maksimum rölyef, istasyon kotu ve akarsu derecesinin kullanıldığı tahmin denklemi için Nash-Sutcliffe model verimlilik katsayısı $E=0.92$ ile diğer bölgelere göre daha yüksek oranda sediment veriminin doğru tahmin edilebileceği öngörülmüştür.

Altıncı bölgede, tahmin denklemi sonuçları ile gözlenen değerler arasındaki ilişkinin derecesi diğer bölgelere göre oldukça düşük çıkmıştır, $R^2=0.74$ ve $R_a^2=54.4$. Nash-Sutcliffe model verimlilik katsayısı ise $E=-1.02$ olarak hesaplanmıştır, oluşturulan modelin tahminde yetersiz olduğuna karar verilmiştir. Bölgede, sediment verimi tahmini için daha detaylı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Yedinci bölge için oluşturulan modelde, tahmin denklemi sonuçları ile gözlenen değerler arasındaki ilişkinin derecesi $R^2=0.99$ ve $R_a^2=0.99$ hesaplanmıştır. Verimlilik katsayısı $E=0.95$ olarak çok yüksek düzeyde çıkmıştır. Bu bölgede ölçümü yapılmamış bir havzanın sediment verimini tahmin etmede, havzanın alan, akım, maksimum rölyef, akarsu derecesinin bilinmesi ilgili havzanın yıllık ortalama sediment veriminin diğer bölgelerden daha doğru tahmin edilebileceğini göstermiştir.

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

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale 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

- Adinarayana, J., Rao, K.G., Krisha, N.R., Venkatachalam, P., & Suri, J.K. (1999). A rule-based soil erosion model for hilly catchment. *Catena*, 37, 309-318. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00023-5](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00023-5)
- Bogardi, I., Bardossy, A., Fogel, M., & Duckstein, L. (1986). Sediment yield from agricultural watersheds. *Journal of Hydrologic Engineering | ASCE*, 112, 64-70. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1986\)112:1\(64\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1986)112:1(64))
- Ciğizoğlu, K.H. (2002). Suspended sediment estimation and forecasting using artificial neural networks. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26, 15-25.
- Draper, N., & Smith, H. (1981). *Applied Regression Analysis*. John Wiley and Sons Inc., New York. pp. 708.
- EİEİ (2000). Türkiye akarsularında suspanse sediment gözlemleri ve sediment taşınım miktarları. *Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü*, Yayın no: 20-17, Ankara. 617 s.
- Hatipoğlu, M.A. (1999). Hydrologic modelling of soil erosion and runoff using remote sensing and GIS. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 156 s.
- İrvem, A., & Tülücü, K. (2004). Coğrafi bilgi sistemi ile toprak kaybı ve sediment verimi tahmin modelinin (EST) oluşturulması ve Seyhan-Körkün Alt Havzasına uygulanması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13, 1-7.
- Jain, M.K., & Kothiyari, U.C. (2000). Estimation of soil erosion and sediment yield using GIS. *Hydrological Sciences Journal*, 45, 771-786. <https://doi.org/10.1080/02626660009492376>
- Jain, S.K., Kumar, S., & Varghese, J. (2001). Estimation of soil erosion for a Himalayan watershed using GIS Technique. *Water Resource Management*, 15, 41-54. <https://10.1023/A:1012246029263>
- Krishnaswamy, J., Richter, D.D., Halpin, P.N., & Hofmockel, M.S. (2001). Spatial patterns of suspended sediment yield in a humid tropical watershed in Costa Rica. *Hydrological Processes*, 15, 2237-2257. <https://doi.org/10.1002/hyp.230>
- Lal, R. (1985). Soil erosion and sediment transport research in Tropical Africa. *Hydrological Sciences Journal*, 30, 150-175. <https://doi.org/10.1080/02626668509490987>
- Millward, A.A., & Marsey, J.E. (1999). Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. *Catena*, 38, 109-129. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00067-3)
- Mitra, B., Scott, H.D., Dixon, J.C., & Mckimmey, J.M. (1998). Applications of fuzzy logic to the prediction of soil erosion in a large watershed. *Geoderma*, 86, 183-209. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(98\)00050-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00050-0)
- Molnar, D.K., & Julien, P.Y. (1998). Estimation of upland erosion using GIS. *Computers & Geosciences*, 24, 183-192. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(97\)00100-3](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(97)00100-3)
- Nash, J.E., & Sutcliffe, J.V. (1970). River flow forecasting through conceptual models. *Journal of Hydrology*, 10, 282-290. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6)
- Öztürk, F.H., Apaydın, D., & Walling, E. (2001). Suspended sediment loads through flood events for streams of Sakarya Basin. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 25, 643-650.
- Pak, J.H., & Lee, J.J. (2008). A statistical sediment yield prediction model incorporating the effect of fires and subsequent storm events. *Journal of the American Water Resources Association*, 44, 689-699. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2008.00199.x>
- Tasker, G.D., Hodge, S., & Barks, C.S. (1996). Region of influence regression for estimating the 50-year flood at ungaged sites. *Water Resources Bulletin*, 32, 163-170. <https://10.1111/j.1752-1688.1996.tb03444.x>
- Topaloğlu, F. (1999). Seyhan havzası akarsularında taşkınların büyüklük ve frekanslarının tahmini için uygun bir yöntemin araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 219 s.

- Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Clinical Practice*, 16, 1057-1076. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199609\)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199609)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D)
- Varol, E. (2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve havza sediment verimi tahmininde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 82 s.
- Vente, J., Verduyn, R., Verstraeten, G., Vanmaercke, M., & Poesen, J. (2011). Factors controlling sediment yield at the catchment scale in NW Mediterranean geoecosystems. *Journal of Soils and Sediments*, 11, 690-707. <https://10.1007/s11368-011-0346-3> launch
- Zhongbao, X., Xinxiao, Y., & Lu, X.X. (2011). Factors controlling sediment yield in China's Loess Plateau. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36, 816-826. <https://doi.org/10.1002/esp.2109>

'Halhalı' zeytin çeşidine ait yarı odunsu çeliklerin köklenmesi üzerine alttan ısıtma ve farklı ortamların etkisi

Effect of basal heating and different substrates on rooting of semi-hardwood cuttings of 'Halhalı' olive cultivar

Sabahattin ABAY¹, Adem DAL², Murat ÇELİK³, İpek SEZER³, Oğuzhan ÇALIŞKAN⁴

¹Aydın İncir Araştırma Enstitüsü Aydın, Türkiye.

²Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Konya, Türkiye.

³Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Antakya-Hatay, Türkiye.

⁴Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 13.06.2022 Accepted / Kabul: 12.09.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Zeytin 'Halhalı' çeşidi Altan ısıtma Köklenme oranı Kök özellikleri</p> <p>Keywords: Olive 'Halhalı' cultivar Basal heating Rooting ratio Root characteristics</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Sabahattin ABAY sabahattin.abay@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/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Bu çalışma, 'Halhalı' zeytin çeşidine ait odun çeliklerinin köklenme özellikleri üzerine alttan ısıtma ve farklı köklendirme ortamlarının etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. 'Halhalı' zeytin çeşidinin odun çelikleri 22-25°C ayarlanmış ortam sıcaklığında Dere Kumu (DK) (1), Pomza (Po) (1), Kokopit (Ko) (1), Perlit (Pe) (1), Dere Kumu:Pomza (DK:Po, 1:1), Kokopit:Perlit (Ko:Pe, 1:1), Torf:Perlit (T:Pe, 1:1) ve Kokopit:Torf:Perlit (Ko:T:Pe, 1:1:1) köklendirme ortamlarında köklendirilmiştir. Çalışma başlangıcından 60 gün sonra çelikler sökülerek kallus oranı (%), köklenme oranı (%), kök sayısı (adet), kök uzunluğu(cm), sürgün sayısı (adet) ve sürgün uzunluğu (cm) parametreleri incelenmiştir. Çalışmada, 'Halhalı' çeşidinde ortam ısıtması ve farklı ortam kullanımının köklenme özellikleri üzerine önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kallus oranı (%45.00), kök sayısı (4.66 adet) ve köklenme oranı (%22.5) ısıtma uygulamasından elde edilmiştir. 'Halhalı' çeşidinde, en yüksek köklenme oranı ısıtmalı Ko+Pe(%35.00), DK+Po (34.17) ve DK (%32.50) ortamlarında belirlenmiştir. Sonuç olarak, 'Halhalı' zeytin çeşidinde odun çelikleri ile köklendirmede daha ekonomik olması bakımından DK+Po ve DK ortamlarının Ko+Pe karışımına tercih edilebileceği ifade edilebilir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was carried out to determine the effects of basal heating and different substrates on the rooting properties of semi-hardwood cuttings of the 'Halhalı' olive cultivar. Wood cuttings of Halhalı' olive variety were rooted in rooting media such as Creek Sand (DK) (1), Pumice (Po) (1), Kokopit (Ko) (1), Perlite (Pe) (1), Creek Sand: Pumice (DK:Po, 1:1), Cocopit:Perlite (Ko:Pe, 1:1), Peat:Perlite (T:Pe, 1:1) and Cocopit: Peat:Perlite (Ko:T:Pe, 1:1:1) at 22-25°C ambient temperature. In the study, callus rate (%), rooting rate (%), root number (number), root length (cm), shoot number (number) and shoot length (cm) characteristics were investigated. In the study, the basal heating system and the use of different substrates had significant effects on the rooting properties of semi-hardwood cuttings in the 'Halhalı' cultivar. The highest callus rate (45.00%), number of roots (4.66 pieces), and rooting rate (22.5%) were obtained from the basal heating system. Besides, in the 'Halhalı' cultivar, the highest rooting rate was determined in heated Ko+Pe (35.00%), DK+Po (34.17), and DK (32.50%) substrates. As a result, DK+Po and DK substrates can be preferred in the rooting of semi-hardwood cuttings in the 'Halhalı' cultivar since they are more economical than the Ko+Pe mixture.</p> |
| Cite/Atıf | Abay, S., Dal, A., Çelik, M., Sezer, İ., & Çalışkan, O. (2023). 'Halhalı' zeytin çeşidine ait yarı odunsu çeliklerin köklenmesi üzerine alttan ısıtma ve farklı ortamların etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 11-17. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1129017 |

GİRİŞ

Zeytin *Olea europaea* ($2n=2x=46$) çok yıllık bir Akdeniz iklim bitkisi olup, her dem yeşil ve genetik yapısı itibarıyla periyodisite gösteren bir bitkidir. Türkiye’de zeytin ağacı asırlardır subtropik iklime sahip yerlerde yetiştirilmektedir. Zeytinin anavatanı, Hatay, Kahramanmaraş ve Mardin illerini de kapsayan ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ni de içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya’dır (Karaltı & Dalkılıç, 2020). 2020 yılı FAO verilerine göre, dünyada 23.6 milyon ton zeytin üretiminin yapıldığı ve üretimi yapan başlıca ülkeler İspanya, İtalya, Tunus, Fas ve Türkiye’dir (Anonim, 2022). Türkiye’de 2021 yılı TÜİK verilerine göre, yaklaşık 28 milyon meyve veren zeytin ağacından 1.9 milyon ton zeytin üretilmektedir (Anonim, 2021). Aynı zamanda Türkiye’de üretilen zeytin fidanlarının 1/3 oranını kapsayan Gemlik (yaklaşık 2 milyon adet) çeşidi en fazla üretilen çeşittir (Anonim, 2020).

Zeytin fidanı üretiminde çeşitlere bağlı olarak çoğunlukla çelikle çoğaltma yapılmaktadır ve bu yöntem özellikle ucuz, hızlı ve basit olması sebebiyle tercih edilir. Bununla birlikte, çeliklerin köklenme yüzdesi çeşide bağlı olarak değişmektedir (Özkaya ve ark., 2010; Karasu, 2014). Zeytin çeşitlerinden ‘Gemlik’, ‘Ayvalık’, ‘Manzanilla’ gibi köklenmesi kolay olan çeşitlerin üretilmesinde yaygın olarak çelikle çoğaltma kullanılmakla birlikte, ‘Kilis Yağlık’, ‘Karamani’, ‘Saurani’, ‘Halhalı’ ve ‘Memecik’ gibi köklenmesi zor olan çeşitlerde çelikle çoğaltma sınırlı düzeyde kalmaktadır. Köklenmesi zor olan çeşitlerde, aşı ile fidan üretiminde karşılaşılan üretim maliyeti, zamandan kaybı, anaç-kalem uyumsuzluk sorunu, birim alandan üretilen fidan sayısı, aşıcı tecrübesi gibi sorunlar yaşanabilmektedir (Fabbri ve ark., 2004; Karaltı & Dalkılıç, 2020). Zeytinde özellikle köklenmesi zor olan çeşitlerde kullanılan çelik tipi, hormon dozu, alttan ısıtma uygulaması ve köklenme ortamının fiziksel özelliklerinin kök oluşumunu etkilediği araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Ülger, 1989; Fernandes Serrano ve ark., 2002; İsfendiyaroğlu ve ark., 2009). Fouad ve ark. (1990) zeytinde çelik alma zamanının köklenme kabiliyeti üzerine önemli derecede etki ettiğini, nitekim Ağustos döneminde alınan zeytin çeliklerinin Şubat döneminde alınan ve alttan ısıtma (22-25°C) yapılan çeliklere oranla daha yüksek köklenme yüzdesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zeytin çeliklerinin köklenmesinde yaygın olarak perlit kullanılmakla birlikte, köklenme ortamının köklenme ortamının çeliklerin köklenmesi ve kök kalitesini doğrudan etkileyebilmektedir (Fabbri ve ark., 2004). İsfendiyaroğlu ve ark. (2009) köklenme ortamının ekonomik olmasının özellikle ticari üretimde önemli olduğunu Ayvalık çeşidi için en iyi köklenme ortamının perlit:vermikülit (1:1) ortamı olduğunu bildirmişlerdir.

‘Halhalı’ çeşidi özellikle Doğu Akdeniz Bölgesinde Hatay ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Kilis ve Gaziantep illerinde sofralık olarak tüketimi oldukça yaygındır. ‘Halhalı’ çeşidinin meyveleri orta irilikte, yağ oranı yüksek (>%22), genelde yağlık olarak değerlendirilmekte, ancak az da olsa sofralık değerlendirilen ticari öneme sahip bir çeşittir. Çeliklerin köklenme oranı (%27) orta seviyede olup, bu çeşidin fidan üretimi talebi karşılayacak düzeyde gerçekleştirilememektedir (Kaya ve ark., 2015). Bu çeşide ait fidan talebi her geçen yıl artmakla birlikte, çelikle köklenmesinin düşük olması fidan üretimini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, uygun köklenme ortam(ların) belirlenmesini gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ‘Halhalı’ zeytin çeşidinin köklenme durumu üzerine alttan ısıtma ve farklı ortamların etkisini belirlemektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Hassa İstasyonunda bulunan köklenme ünitesinde 2018 ve 2020 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Altan ısıtma uygulaması için ortam sıcaklığı 22-25°C olarak kullanılmıştır (Fouad ve ark., 1990). ‘Halhalı’ çeşidinin yarı odunsu çelikleri bir önceki yılın sürgünlerinden 6-8 boğumlu, 2 yapraklı ve 20 cm uzunluğunda olacak şekilde hazırlanmıştır. Çeliklerde oluşabilecek enfeksiyonları önlemek için tüm çelikler 10 lt suya 5 g olacak şekilde hazırlanan bir fungusite (Folicur) 1 dk süre ile daldırılmıştır (Zerbab ve ark., 2017).

Çelikler 4000 ppm indol bütirik asit (IBA) ile yaklaşık 5 sn muamele edildikten sonra her ortamda 30 adet olmak üzere alttan ısıtmalı ve ısıtmasız ortamlara dikim yapılmıştır.

Köklenme ortamı olarak, dere kumu (DK), pomza (Po), kokopit (Ko), perlit (Pe), dere kumu+pomza (DK+Po), kokopit+perlit (Ko+Pe), torf+perlit (T+Pe), kokopit+torf+perlit (Ko+T+Pe) karışımları ortama 1:1 oranında karıştırılarak kullanılmıştır. Çeliklerde aşağıda belirtilen özellikler incelenmiştir.

Kallus oranı (%); çeliklerin alt bölümünün kallus oluşturma durumu görsel olarak incelenmiş ve 1: kallus var ve 0: kallus yok olarak değerlendirilmiştir. Köklenme oranı (%); her tekerrürdeki 10'ar çelikten köklenenler sayılmış ve yüzde olarak hesaplanmıştır. Çelik başına kök sayısı (adet); her çelikte oluşan kökler adet olarak sayılmış ve kök uzunluğu (cm) için çelikteki köklerin uzunluğu cetvel ile ölçülmüştür. Sürgün sayısı (adet); her çelikte oluşan sürgünler adet olarak sayılmış ve sürgün uzunluğunda(cm) ise her çelikte oluşan sürgünlerin uzunluğu cetvel ile ölçülmüştür (Karaltı & Dalkılıç, 2020).



Şekil 1. 'Halhalı' zeytin çeşidi yarı odunsu çelikleri köklendirmesinde kullanılan alttan ısıtma sistemi, farklı köklendirme ortamları ve Ko+Pe ortamında çeliklerinin köklenme ve sürgün oluşumu

Figure 1. The basal heating system used for rooting semi-woody cuttings of Halhalı olive variety, different rooting media and rooting and shoot formation of 'Halhalı' olive cuttings in Ko+Pe medium

İstatistik analizler

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 10 adet çelik kullanılmıştır. Elde edilen verilerin varyans analizleri SAS software (SAS Version V.8, SAS Institute, Cary, N.C.) kullanılarak yapılmış (SAS, 2005) ve ortalamalara Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

'Halhalı' çeşidinde alttan ısıtma ve farklı ortamların köklenme özelliklerine etkilerine ait bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, 'Halhalı' zeytin çeşidine ait kallus oluşturma durumu bakımından ısıtmalı ortamda en yüksek kallus oranı Pe (%55.00) ve Ko+Pe (%51.67) ortamlarında en düşük kallus oranı T+Pe (%35) ve Ko+T+Pe (%35) ortamlarında tespit edilmiştir. Isıtmasız ortamda en yüksek kallus oranı Ko+Pe (%66.67) ortamında, en düşük kallus oranı DK (%13.33) ortamında tespit edilmiştir. Isıtmalı ve ısıtmasız ortamların ortalama değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek kallus oranı ısıtmalı ortamdaki (%45.00) elde edilmiştir. Köklendirme ortamlarının ortalama değerine göre, en yüksek kallus oranı Ko+Pe (%59.17) ortamında belirlenirken, en düşük kallus oranı DK (%30) ortamında belirlenmiştir. Gerakakis & Özkaya (2005) Ayvalık zeytin çeşidi çeliklerinin gölgeli plastik tünel koşulları altında, farklı ortamlarda ve farklı boğum sayılarının (1, 2 ve 3 boğum) köklenmesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, en yüksek kallus oluşumu 1 boğumlu Mayıs çeliklerinde ve perlit:turba:kum:mil (1:0:1:1) ortamından (%70) elde edildiğini bildirmişlerdir. Villa ve ark. (2017), kum ve perlit ortamında 10 farklı zeytin çeşidinin kallus oluşturma

durumları incelemişler ve en yüksek oranın hem kum hem de perlit ortamında Frantoio (%55 ve %53) çeşidinde olduğunu bildirmişlerdir. Ali ve ark. (2019), 4000 ppm IBA uygulanan ve alttan ısıtma yapılan çeliklerde kallus oranının %26.63 (Arbequin) ile %55.31 (Koroneiki) arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmadan, elde edilen 'Halhalı' çeşidine ait çeliklerdeki kallus oluşturma oranının araştırmacıların belirtmiş olduğu veri aralığında yer aldığı söylenebilir. Görülen farklılığın, çeşitlerin kallus oluşturma eğilimlerine ve köklenme ortamlarının nem tutma kapasitelerinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 1. 'Halhalı' zeytin çeşidinin köklenmesi üzerine alttan ısıtma ve farklı köklenme ortamlarının etkileri

Table 1. The effects of basal heating and different rooting media on the rooting of the 'Halhalı' olive cultivar

| Ortamlar | Isıtma Durumu | | | Isıtma Durumu | | |
|----------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | Isıtmalı | Isıtmasız | Ortalama | Isıtmalı | Isıtmasız | Ortalama |
| | Kallus Durumu | | | Köklenme Oranı | | |
| Dere Kumu (DK) | 46.67 ab | 13.33 d | 30.00 d | 32.50 a | 11.67 ab | 22.08 a |
| Pomza (Po) | 45.00 ab | 38.33 bc | 41.67 bcd | 13.33 ab | 7.22 b | 10.28 b |
| Kokopit (Ko) | 50.00 ab | 40.00 bc | 45.00 bc | 18.33 ab | 5.42 b | 11.88 b |
| Perlit (Pe) | 55.00 a | 48.33 ab | 51.67 ab | 23.33 ab | 5.00 b | 14.17 ab |
| DK+Po | 41.67 ab | 25.00 cd | 33.33 cd | 34.17 a | 11.67 ab | 22.92 a |
| Ko+Pe | 51.67 a | 66.67 a | 59.17 a | 35.00 a | 11.67 ab | 23.33 a |
| T+Pe | 35.00 b | 38.33 bc | 36.67 cd | 8.33 b | 21.67 a | 15.00 ab |
| Ko+T+Pe | 35.00 b | 48.33 ab | 41.67 bcd | 15.00 ab | 11.67 ab | 13.33 ab |
| Ortalama | 45.00 a | 39.79 b | | 22.50 a | 10.75 b | |
| | Kök Sayısı (adet) | | | Kök Uzunluğu (cm) | | |
| Dere Kumu (DK) | 2.31 b | 0.50 c | 1.41 b | 30.11 ab | 36.60 bc | 33.35 a |
| Pomza (Po) | 13.46 a | 2.85 a | 8.16 a | 30.88 ab | 43.96 ab | 37.42 a |
| Kokopit (Ko) | 2.57 b | 0.31 c | 1.44 b | 17.27 c | 53.26 a | 35.26 a |
| Perlit (Pe) | 3.63 b | 0.94 c | 2.29 b | 35.64 a | 10.62 e | 23.13 bcd |
| DK+Po | 2.86 b | 1.31 c | 2.08 b | 18.91 c | 10.61 e | 14.76 d |
| Ko+Pe | 2.81 b | 1.46 bc | 2.14 b | 22.18 bc | 21.07 de | 21.62 cd |
| T+Pe | 4.67 b | 2.63 ab | 3.65 b | 26.35 abc | 30.73 bcd | 28.54 abc |
| Ko+T+Pe | 5.00 b | 0.80 c | 2.90 b | 35.04 a | 28.65 cd | 31.84 ab |
| Ortalama | 4.66 a | 1.35 b | | 27.05 a | 29.43 a | |
| | Sürgün Sayısı (adet) | | | Sürgün uzunluğu (cm) | | |
| Dere Kumu (DK) | 2.89 abc | 3.07 ab | 2.99 ab | 30.20 a | 16.50 cd | 23.35 a |
| Pomza (Po) | 3.42 ab | 1.73 cd | 2.58 bc | 17.65 b | 28.28 a | 22.97 a |
| Kokopit (Ko) | 2.41 bc | 3.30 a | 2.86 abc | 17.81 b | 15.36 cd | 16.59 cd |
| Perlit (Pe) | 2.77 abc | 0.98 d | 1.88 d | 16.78 b | 11.80 d | 14.29 d |
| DK+Po | 3.44 ab | 3.25 a | 3.35 a | 16.92 b | 25.92 ab | 21.42 ab |
| Ko+Pe | 3.49 a | 2.43 bc | 2.96 ab | 19.03 b | 16.62 cd | 17.83 bcd |
| T+Pe | 3.15 abc | 2.59 ab | 2.87 abc | 26.62 a | 18.67 bcd | 22.65 a |
| Ko+T+Pe | 2.33 c | 2.44 bc | 2.39 cd | 17.21 b | 23.38 abc | 20.30 abc |
| Ortalama | 2.99 a | 2.47 b | | 20.28 a | 19.57 a | |

'Halhalı' çeşidine ait yarı odun çeliklerinde ısıtmalı ortamdaki köklenme oranının (%22.50) ısıtmasız ortama göre (%10.75) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Isıtmalı ortamda, en yüksek köklenme oranı Ko+Pe (%35.00), DK+Po (%34.17) ve DK (%32.50) ortamlarında tespit edilirken, en düşük köklenme oranı T+Pe (%8.33) ortamında tespit edilmiştir. Isıtmasız ortamda en yüksek köklenme oranı %21.67 ile T+Pe ortamında saptanırken, en düşük köklenme oranı Pe (%5.00), Ko(%5.42) ve Po(%7.22) ortamlarında saptanmıştır. Isıtmalı ve ısıtmasız ortamların ortalama verilerine göre, en yüksek köklenme oranı Ko+Pe (%23.33), DK+Po (%22.92) ve DK (%22.08) ortamlarından elde edilirken, en düşük köklenme oranı Po (%10.28) ve Ko (%11.88) ortamlarından elde edilmiştir. Benzer olarak, İsfendiyaroğlu ve ark. (2009), 'Ayvalık' çeşidine ait yarı odunsu çeliklerinde alttan ısıtılan torf:kum karışımında en düşük köklenme oranının elde edildiğini belirtmiştir. Hechmi ve ark. (2013), zeytin çeşitlerinin köklenme oranının

çeşidin genetik kapasitesi yanında köklenme ortamı tarafından etkilendiğini ve 4000 ppm IBA uygulanan çeliklerde köklenme oranının 'Picual' çeşidinde kumda %17, torfta %1.5 ve perlitte %10 olduğunu ve 'Arbequina' çeşidinde kumda %90, torfta %27.5 ve perlitte %85 olduğunu bildirmişlerdir. Cirillo ve ark. (2017), zeytin çeliklerinde köklenme oranının çeşitlere göre farklılık gösterdiğini ve bu değerlerin %11.2 ile %66.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Villa ve ark. (2017), 10 farklı zeytin çeşidinin kum ve perlit ortamında köklenme oranlarını incelemişler ve köklenmenin kumda %30 ('Mission') ile %90 ('Alto D'Ouro') arasında ve perlit ortamında %30 ('Mission') ile %59 ('Alto D'Ouro') arasında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Saraçoğlu (2018), Hatay ilinden farklı dönemlerde (sonbahar ve ilkbahar) alınan zeytin çeliklerini ürgüp toprağında köklendirmiş ve 'Halhalı' çeşidinde %37.02 oranında köklenme olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen köklenme oranı değerlerinin Saraçoğlu (2018)'in bulgularına kısmi benzerlik gösterirken, Cirillo ve ark. (2017) ve Villa ve ark. (2017)'nin veri aralığında yer almıştır. Bunun zeytin çeşitlerinin köklenme yeteneğinin birbirinden farklılık göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar, zeytinde başarılı bir köklenme için çeşide özgü köklenme ortamının belirlenmesine dair araştırmacıların bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

Çeliklerde kök sayısı bakımından ısıtılmalı ortamda en yüksek değer Po ortamında (13.46 adet) belirlenirken, en düşük kök sayısı sırasıyla DK (2.31 adet), Ko (2.57 adet), Ko+Pe (2.81 adet), DK+Po (2.86 adet), Pe(3.63 adet), T+Pe (4.67 adet) ve Ko+T+Pe(5.00 adet) ortamlarında belirlenmiştir. Isıtılmaması ortamda en fazla kök sayısı Po (2.85 adet) ortamından elde edilmiştir. En az kök sayısı Ko (0.31 adet), DK (0.5 adet), Pe (0.94 adet) ve DK+Po (1.31 adet) ortamlarında tespit edilmiştir. Isıtılmalı ve ısıtılmaması ortamların genel kök sayısı ortalamasında ise en fazla kök sayısı Po (8.16 adet) ortamında tespit edilirken, en düşük kök sayısı sırasıyla DK (1.41 adet), Ko (1.44 adet), DK+Po (2.08 adet), Ko+Pe (2.14 adet), Pe (2.29 adet), Ko+T+Pe (2.90 adet) ve T+Pe (3.65 adet) ortamlarında belirlenmiştir. Ayrıca, ısıtılmalı ortamdaki kök sayısı (4.66 adet/çelik) ısıtılmaması ortama göre (1.35 adet/çelik) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara benzer olarak, Hechmi ve ark. (2013) zeytin çeliklerindeki kök sayısının kum ortamına göre perlit ortamında daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Villa ve ark. (2017), zeytin çeliklerindeki kök sayısının çeşide bağlı olarak 1.45 adet ('Mission') ile 3.11 adet ('Alto D'Ouro') arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

'Halhalı' çeşidinin kök uzunluğunun ısıtılmalı ortamda Pe (35.64 cm) ve Ko+T+Pe (35.04 cm) ortamlarında en yüksek olarak tespit edilirken, en düşük kök uzunluğu Ko (17.27 cm) ve DK+Po (18.91 cm) ortamlarında tespit edilmiştir. Isıtılmaması ortamda en yüksek kök uzunluğu Ko (53.26 cm) ortamında ölçülürken, en düşük kök uzunluğu DK+Po (10.61 cm) ve Pe (10.62 cm) ortamlarında ölçülmüştür. Ortam ortalamaları kıyaslandığında, en yüksek kök uzunluğuna Po (37.42 cm), Ko (35.26 cm) ve DK (33.35 cm) ortamlarına dikilen çelikler sahip olurken, en düşük kök uzunluğuna DK+Po (14.76 cm) ortamındaki çelikler sahip olmuştur. Saraçoğlu (2018) ürgüp toprağı (pomza) ortamında 'Halhalı' çeşidinde kök uzunluğunu 4.95 cm olduğunu, Güler ve ark. (2017), 'Gemlik' zeytin çeliklerinin 1:1 oranında torf: perlit karışımı içeren köklenme ortamında ortalama kök uzunluğunun 3.01cm olduğunu bildirmişlerdir. Hechmi ve ark. (2013), perlit ortamında 'Arbequina' çeşidine ait kök uzunluğunu 8.06 cm ve 'Koroneiki' çeşidine ait kök uzunluğunu 6.31 cm olarak belirlemişler, ancak aynı ortamda 'Picual' (1.59 cm) çeşidinin diğerlerine oranla daha düşük kök uzunluğuna sahip olduğunu belirtmişlerdir. 'Halhalı' çeşidine ait kök uzunluğuna ait sonuçların diğer araştırmacıların zor köklenen çeşitlerin kök uzunluğunun zayıf olduğu sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

'Halhalı' çeliklerindeki sürgün sayısının ısıtılmalı ortamda en yüksek Ko+Pe (3.49 adet) ortamında belirlenirken, en düşük sürgün sayısı Ko+T+Pe (2.33 adet) ortamında belirlenmiştir. Isıtılmaması ortamda en yüksek sürgün sayısı Ko (3.30 adet) ve DK+Po (3.25 adet) ortamlarında tespit edilirken, en düşük sürgün sayısı Pe (0.98 adet) ortamında tespit edilmiştir. Köklenme ortamlarının ortalama verileri incelendiğinde, en yüksek sürgün sayısı 3.35 adet ile DK+Po ortamından elde edilmiştir. En düşük sürgün sayısı 1.88 adet ile Pe ortamında saptanmıştır. Alam ve Sajid (2018) tarafından 5 farklı zeytin çeşidinde odun çeliği, yarı odunsu çelik ve uç sürgünlerinin silt+bahçe toprağı+kompost (1:1:1) ortamında köklendirilmesi sonucunda 'Frantoio' çeşidinde 4.33 adet, 'Manzanilla'

çeşidinde 3.67 adet, 'Picual' çeşidinde 3.61 adet, 'Pendolino' çeşidinde 2.72 adet ve 'Ottobratica' çeşidinde 2.44 adet sürgün oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Çeliklerde oluşan sürgün uzunluğu bakımından ısıtmalı ortamda en yüksek değer DK (30.20 cm) ve T+Pe (26.62 cm) ortamlarında tespit edilmiştir. En düşük sürgün uzunluğu değerleri Pe (16.78 cm), DK+Po (16.92), Ko+T+Pe (17.21 cm), Po (17.65 cm), Ko (17.81 cm) ve Ko+Pe (19.03 cm) ortamlarında belirlenmiştir. Isıtmasız ortamda en yüksek sürgün uzunluğu Po (28.28 cm) ortamında tespit edilirken, en düşük sürgün uzunluğu Pe (11.80 cm) ortamında tespit edilmiştir. Ortamların ortalama sürgün uzunluğu değerleri üzerine etkileri karşılaştırıldığında, en yüksek değer DK (23.35 cm), Po (22.97 cm) ve T+Pe (22.65 cm) ortamlarında elde edilmiştir. En düşük sürgün uzunluğu Pe (14.29 cm) ortamında tespit edilmiştir. Saraçoğlu (2018), alttan ısıtma yapılmayan ürgüp toprağında köklendirilen 'Halhalı' çeşidinde ortalama sürgün uzunluğunu 3.98 cm olarak ölçtüğünü bildirmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sürgün uzunluğu değerlerinin Saraçoğlu (2018)'nin değerlerinden yüksek olmasının alttan ısıtma yanında çeliklerin sökülme zamanlarının farklılık göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada 'Halhalı' çeşidine ait yarı odunsu çeliklerde ısıtma uygulaması yanında farklı köklenme ortamlarının köklenme özelliklerini önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Isıtma uygulamasının 'Halhalı' çeşidinin köklenme oranını kontrole göre %100 oranında arttırdığı saptanmıştır. Bununla birlikte, en yüksek köklenme oranı kokopit+perlit, dere kumu+pomza ve dere kumu uygulamalarından elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, köklenme bakımından daha ekonomik olması bakımından dere kumu+pomza ve dere kumu ortamlarının kokopit+perlite tercih edilebileceği ifade edilebilir. Sonuç olarak, 'Halhalı' çeşidinde köklenme oranının artırılması amacıyla uygun bulunan ortamlarda çelik tipi ve zamanı ile ilgili daha detaylı araştırmaların yapılması yararlı olacaktır.

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

- Alam, R., & Sajid, M. (2018). Rooting response of olive cultivars to various cutting types. *Science, Technology and Development*, 37 (1), 36-41.
- Ali, M.H., Ahmad, W., & Usman, M. (2019). Rooting ability of different olive cultivars through cuttings in basal heating system. *International Journal of Research Scholars*, 3 (2), 1-4. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36275.37922>
- Anonim (2020). Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (BÜGEM). <https://www.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 20 Ocak 2022).
- Anonim (2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <https://data.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 21 Nisan 2022).
- Anonymous (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Cirillo, C., Russo, R., Famiani, F., & DiVaio, C. (2017). Investigation on rooting ability of twenty olive cultivars from southern Italy. *Advances in Horticultural Science*, 31 (4), 311-317. <https://doi.org/10.13128/ahs-21031>

- Fabbri, A., Bartolini, G., Lambardi, M., & Kailis, S. (2004). *Olive propagation manual*, Landlinks Press, pp. 141.
- Fernandes Serrano, J.M., Serrano, M., & Amaral, E. (2002). Effect of different hormone treatments on rooting of *Olea europaea* cv. Galega vulgar cuttings. *Acta Horticulturae*, 586, 875-877. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.586.190>
- Fouad, M.M., Fayek, M.A., Selim, H.H., & El-Sayed, M.E. (1990). Rooting of eight olive cultivars under mist. *Acta Horticulturae*, 286, 57-60. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.286.7>
- Gerakakis, A., & Özkaya, M.T. (2005). Effects of cutting size, rooting media and planting time on rooting of Domat and Ayvalik olive (*Olea europaea* L.) cultivars in shaded polyethylene tunnel (Spt). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11, 334-338.
- Güler, Z., Özkaya, M.T., & Dousti, S. (2017). Gemlik zeytin çeşidinin yarı odun çeliklerinin köklendirilmesi. *Zeytin Bilimi* 7, 1-4.
- Hechmi, M., Khaled, M.M., Abed, S., El-Hassen, A., Faiez, R., & M'hamed, A. (2013). Performance of olive cutting (*Olea europaea* L.) of different cultivars growing in the agro-climatic conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia). *American Journal of Plant Physiology*, 8, 41-49. <https://doi.org/10.3923/ajpp.2013.41.49>
- İsfendiyaroğlu, M., Özeker, E., & Başer, S. (2009). Rooting of 'Ayvalik' olive cuttings in different media. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7 (1), 165-172. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009071-408>
- Karaltı, M., & Dalkılıç, Z. (2020). Memecik zeytin çeliklerinin köklenmesi üzerine etilenin etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 165-171. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.684104>
- Karasu, İ. (2014). Bazı yabancı zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklendirilmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 43 s.
- Kaya, H., Sefer, F., Mete, N., Çetin, Ö., Hakan, M., Şahin, M., Güloğlu, U., Uluçay, N., & Vural, M.G. (2015). Türkiye Zeytin Çeşit Kataloğu. *Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, İzmir, 200 s.
- Özkaya, M.T., Tunalıoğlu, R., Eken, Ş., Tan, M., Danacı, A., İnan, N., & Tibet, Ü. (2010). Türkiye zeytinciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi* 11-15 Ocak 2010, Ankara, s. 515-537.
- Saraçoğlu, N. (2018). Hatay ili yerel zeytin çeşitlerinde çeliklerin köklenme durumlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 47 s.
- Ülger, S. (1989). Farklı ortamlarda, hormon kullanımıyla, değişik zeytin çeşitlerinin köklendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat ABD., Bahçe Bitkileri Programı. 48 s.
- Villa, F., Silva, D.F., Dall'Oglio, P., Potrich, C., & Menegusso, F.J. (2017). Performance of substrates in rooting capacity of olive tree cuttings. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16 (2), 95-101. <https://doi.org/10.5965/223811711622017095>

Adıyaman ili badem (*Amygdalus communis* L.) alanlarında *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve konukçularının belirlenmesi

Determination of population density and hosts of *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae) on almond (*Amygdalus communis* L.) in Adıyaman province

A. Abdurrahman UZUN¹ , M. Murat ASLAN¹ , Kevser SABANCI¹ 

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

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|---|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 22.06.2022 Accepted / Kabul: 12.09.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Badem <i>Tropinota hirta</i> Popülasyon yoğunluğu Konukçuları Adıyaman</p> <p>Keywords: Almond <i>Tropinota hirta</i> Population density Hosts Adıyaman</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: M. Murat ASLAN aslan@ksu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Bu çalışma badem (<i>Amygdalus communis</i> L.) bahçesinde zararlı olan <i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nin popülasyon yoğunluğunu ve konukçularını belirlemek amacıyla yapılmıştır. 2017-2018 yıllarında Adıyaman ili merkez ilçesine bağlı Zey köyü'nde 300 dekarlık alanda %80'ni Ferragnes, Ferraduel ve %20'sini Teksas, Nonpareil çeşitlerinden kurulu bahçede yürütülmüştür. Çalışmada 32 mavi leğen tuzak tipi tüm bahçeyi temsil edecek şekilde dört sıra halinde sıra üzeri 8 m, sıra arası 10 m aralığında ve her sırada sekiz adet tuzak olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kullanılan mavi leğen tipi tuzaklar 1/2 oranında su ile doldurulduktan sonra eşeysel çekici olarak KAPAR firmasına ait çiçek zınnı feromonu kullanılmıştır. Yıllara göre 2017 yılında 7531, 2018 yılında ise 7042 adet <i>T. hirta</i> (Poda, 1761) ergini yakalanmıştır. Çalışma sonucunda <i>T. hirta</i>'nın konukçuları olarak; <i>Amygdalus communis</i> L., <i>Malus domestica</i> L. Borkh, <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Pyrus armeniaca</i> L., <i>Pyrus communis</i> L., <i>Cydonia vulgaris</i> L., <i>Sinapis arvensis</i> L., <i>Ranunculus repens</i> L., <i>Taraxacum</i> spp., <i>Lamium amplexicaule</i> L., <i>Vicia narbonensis</i> L., <i>Hypocoum</i> sp. belirlenmiştir. <i>T. hirta</i>'nın meyve ağaçları arasında ilk tercihinin <i>A. communis</i> olurken yabancı otlardan ise <i>S. arvensis</i> olduğu belirlenmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda <i>T. hirta</i>'nın kışı toprakta oluşan çatlaklar arasında ve taşların altında geçirdiği tespit edilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was carried out to determine the population density and hosts of <i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae), which is harmful in almond (<i>Amygdalus communis</i> L.) orchards. The study was carried out between 2017 and 2018 in a 300-decare area in Zey village of the central district of Adıyaman province, in a garden consisting of 80% Ferragnes, Ferraduel, and 20% Texas, Nonpareil varieties. In the study, 32 blue basin trap types were placed in four rows to represent the whole garden, with eight traps in each row and 8 m between rows, and 10 m between rows. After the blue basin type traps were filled 1/2 with water, KAPAR flower beetle pheromone was used as a sexual attractant. According to the years, 7531 <i>T. hirta</i> (Poda, 1761) adults were caught in 2017 and 7042 in 2018, totally. As a result of the study, as hosts of <i>T. hirta</i>; <i>Amygdalus communis</i> L., <i>Malus domestica</i> L. Borkh, <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Pyrus armeniaca</i> L., <i>Pyrus communis</i> L., <i>Cydonia vulgaris</i> L., <i>Sinapis arvensis</i> L., <i>Ranunculus repens</i> L., <i>Taraxacum</i> spp., <i>Lamium amplexicaule</i> L., <i>Vicia narbonensis</i> L., <i>Hypocoum</i> sp. determined. As a result of the observations, it was determined that the first choice of <i>T. hirta</i> among fruit trees was <i>A. communis</i>, while <i>S. arvensis</i> was from weeds. It was determined that <i>T. hirta</i> spent the winter between the cracks in the soil and under the stones.</p> |
| Cite/Atıf | Uzun, A.A., Aslan, M.M., & Sabancı, K. (2023). Adıyaman ili badem (<i>Amygdalus communis</i> L.) alanlarında <i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve konukçularının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 18-24. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1134208 |

GİRİŞ

Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin en eski ve önemli meyve türlerinden badem (*Amygdalus communis* L.), gülgiller (Rosaceae) familyasının Prunus cinsine dahil çok yıllık bir bitki olması ile birlikte dünyada 600-1000 m yüksekliklerde yetiştirilebilmektedir. Meyve türleri arasında kuraklığa en dayanıklı türlerden birisi olan badem yıllık yağışın 500-600 mm olduğu bölgelerde ve sulama yapılan bahçelerde kalite ve verimlilik açısından artış göstermektedir (Küden ve ark., 2014). Çok zengin gen kaynaklarına sahip olan ülkemiz pek çok bitki türünün olduğu gibi bademin de anavatanıdır (Bayazıt & Çalışkan, 2021). Türkiye'de son beş yılda badem üretim miktarı iki katına çıkmıştır ve Türkiye dünya badem yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahiptir (Bayazıt & Alaz, 2022). Badem üretim verilerine bakıldığında 2015 yılında 80.000 ton, olan üretim miktarının 2021 yılında 175.000 tona çıktığı görülmektedir (Anonim, 2021).

Ekonomik olarak ülke gelirine büyük katkıları olan bu meyve türünde önüne geçilemeyen zararlı, hastalık ve yabancı otlar büyük sorunlara neden olmaktadır (Akgül ve ark., 2021). Gerek ülkemiz gerekse bölgedemizde yetiştiriciliği yapılan badem alanları birçok zararlı böcek türü bulunmakta olup, bu türler arasında *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Scarabaeidae) önemli bir yere sahiptir. *T. hirta* erginleri meyve ağaçları ve diğer bitkilerin çiçek açma zamanında çiçek organları ve polen tozları ile genç yapraklar, tomurcuk ve meyveleri ile beslenerek zarar oluştururlar (Anonim, 2008). Uçma kapasiteleri yüksek olduğu için farklı bitkilere geçerek zararlarını devam ettirirler (Yıldırım & Özbek, 2014). Kara (1992), *T. hirta*'nın yılda bir nesil verdiğini, yumurtalarını nisan ortasından mayıs ayı sonuna kadar ki dönemde toprak altına genellikle 20 adet olarak (laboratuvar koşullarında 13 adet) bıraktığını, yumurtaların 1-2 haftalık sürede açıldığını ve bitkilerin çiçeklerinde üreme organları ve taç yaprakları ile beslenerek zarar oluşturduğunu bildirmiştir. Özbek (2008), zarar gören badem çiçeklerinin meyve bağlayamama, verimde azalma ve ürün kalitesinde farklılıklar olduğunu gözlemlemiştir. Ağaçların çiçeklenme döneminde polinatör türlerin zarar görmesi nedeniyle bu zararlı ile mücadelede kimyasal preparatlar önerilmemektedir (Özbek, 2008; Yaşar ve ark., 2013). Avrupa, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde yapılan çalışmalarda *T. hirta* erginleri'nin toplam 48 kültür bitkisinde zararlı olduğunu tespit edilmiş ve bu bitkiler arasında bademine olduğunu bildirilmiştir (Subchev et al., 2011). Usanmaz (2020), Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman illerindeki badem üretim alanlarında yapmış olduğu çalışmada bademde zararlı 4 takıma bağlı 28 familyadan 68 tür böcek tespit etmiş ve bu zararlılar arasında *T. hirta*'nın da olduğunu bildirmiştir. Karaat ve ark. (2021), Adıyaman (Kahta, Besni, Merkez ve Gölbaşı) ilinde yer alan badem bahçelerinde bulunan zararlı türlerin belirlenmesi amacıyla, 2018-2019 yıllarında yapmış oldukları çalışma sonucunda; 4 takıma ait 10 familyadan 12 adet, akarlardan ise 1 adet olmak üzere toplam 13 adet zararlı tür belirlemişler ve *T. hirta*'nın da bu zararlı türler içerisinde yer aldığını bildirmişlerdir.

Adıyaman ili konumu ve sahip olduğu iklim nedeni ile badem yetiştiren diğer illere göre daha önemli ve avantajlıdır. İlkbahar geç donlarının etkisinin az olması, meyvenin iç doldurma döneminde istenilen yüksek sıcaklıkların mevcut olması, verim ve kaliteyi etkileyen sulama için yer altı su kaynaklarının zengin olması, tarımsal mekanizasyonun etkili ve ekonomik bir şekilde kullanılmasına müsait büyük ölçekli arazilerin bulunması bu önemi arttıran avantajlardan bazılarıdır (Yılmaz, 2016). Bu çalışma badem yetiştiriciliği açısından önemli olan Adıyaman ili badem bahçelerinde de sorun olan *T. hirta*'nın popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi ve *T. hirta*'nın diğer konukçularının saptanması amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

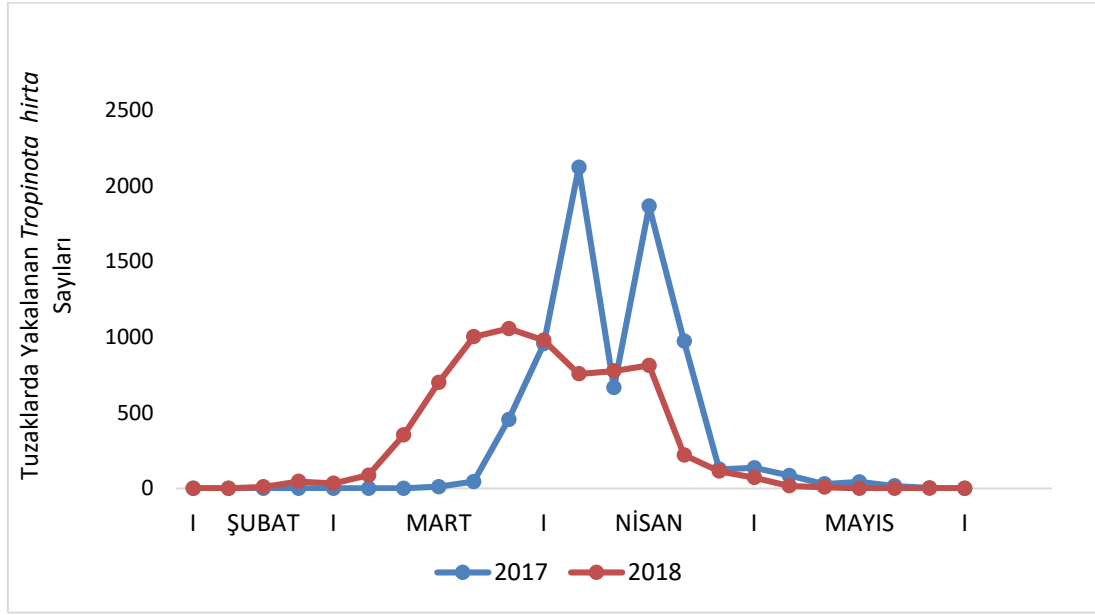
Adıyaman ili merkez ilçesine bağlı Zey köyü sınırları içerisinde 37°47'30" K, 38°15'9" D koordinatlarında yer almakta ve deniz seviyesinden yüksekliği 950 m'ye sahip 300 dekarlık susuz badem bahçesi deneme alanı olarak belirlenmiştir. *T. hirta*'nın popülasyon yoğunluğunu belirlemek için 32 adet mavi leğen tuzak ve KAPAR firmasına ait çiçek zınnı feromonu kullanılmıştır. Tuzaklar, dört sıra halinde sıra üzeri 8 m, sıra arası 10 m aralığında ve her sırada

sekiz adet tuzak olacak şekilde 16 Şubat 2017 tarihinde deneme alanına yerleştirilmiştir. Tuzaklar tüm bahçeyi temsil edecek şekilde yerleştirilmiştir ve iklim şartlarından (rüzgar vb.) etkilenmemesi için taş parçalarıyla ve toprakla sabitlenmiştir. Kullanılan mavi leğen tipi tuzaklar 1/2 oranında su ile doldurulduktan sonra KAPAR firmasına ait eşeysel çekici feromonlar yerleştirilmiş ve tuzakların çevresinde bulunan yabancı otlar temizlenmiştir. Tuzaklar 2 Haziran 2017 tarihinde kaldırılmıştır. Tuzakların kontrol işlemleri, ilk ergin bireyin yakalanması gerçekleşinceye kadar her gün yapılmıştır. İlk bireyler tuzaklarda tespit edildikten sonra 5'er gün arayla kontrolleri devam edilmiştir. Her kontrol esnasında iklim şartlarından kaynaklı leğenlerde eksilen sulara ek yapılmış leğen diplerinde biriken toprak temizlenmiş ve kontrol sonunda eşeysel çekici feromonların etkinliği azaldığı için yenisi ile değiştirilmiştir. *T. hirta*'nın konukçularını belirlemek ve yaşayış alanlarını tespit etmek için her kontrolden sonra bahçe ve diğer badem yetiştiriciliği yapılan alanlara haftalık sörveyler yapılmıştır. *T. hirta*'nın konukçuları olan meyve ağaçları fotoğraflanarak, yabancı otlar ise herbaryumu yapılarak teşhise hazır duruma getirilmiştir. Kontrol işlemi araziye götürülen ekipmanlar (süzgeç, defter, kalem, kurutma kağıdı, boş bidon) ile yapılmıştır. Mavi leğen tuzaklarda yakalanan *T. hirta* erginleri süzgeç yardımıyla boş bidonun üzerine konularak süzümüştür. Süzgeçte kalan böcekler kurutma kağıdında kurutulduktan sonra sayıları kaydedilmiştir. Örneklemeler, *T. hirta*'nın tuzaklarda yakalanma sayısı sıfıra düşünceye kadar devam edilmiştir. İkinci yıl çalışmalar için tuzaklar yine aynı deneme alanına, aynı sıralama ve aynı mesafede olacak şekilde 16 Şubat 2018 tarihinde kurulmuş ve 3 Haziran 2018 tarihinde kaldırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmanın yapıldığı badem bahçesinde ilk yıl 16 Şubat 2017 tarihinde kurulan tuzaklarda ilk *T. hirta* ergin 9 Mart'da ve 11 adet olarak yakalanmıştır. Popülasyon yoğunluğu 29 Mart'a kadar kademeli bir şekilde artış göstermiş ve 14 Mart-18 Nisan arasında iklime bağlı olarak ani artış ve düşüşler gerçekleşmiştir. 18 Nisan'dan itibaren ise popülasyonda kademeli bir şekilde düşüş görülmüştür. *T. hirta*'nın popülasyon yoğunluğu 24 Mart-13 Nisan arası en yüksek seviyeye ulaşırken, bu yükselişin bitkinin fenolojisi (çiçek dönemi) ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. *T. hirta* ergin bireyi 18 Mayıs'tan itibaren yakalanmamış ve tuzaklar bahçeden 2 Haziran'da kaldırılmıştır (Şekil 1). Kaldırılan tuzaklar 16 Şubat 2018 tarihinde tekrar deneme alanına yerleştirilmiş ve ilk *T. hirta* ergini 18 Şubat'da toplamda 10 adet *T. hirta* bireyi yakalanmıştır. Popülasyon yoğunluğu 25 Mart'a kadar kademeli bir şekilde artmış olup 20 Mart-14 Nisan arasında hemen hemen aynı yoğunlukta devam etmiştir. 14 Nisan'dan itibaren ise ani bir şekilde düşüş, bununla birlikte 14 Nisan'dan itibaren *T. hirta*'nın popülasyonunun da kademeli bir şekilde düşüş görülmüştür. *T. hirta*'nın popülasyon yoğunluğu 20 Mart-14 Nisan arası en yüksek seviyeye ulaşırken, 2017 yılında olduğu gibi bitkinin fenolojik (çiçek dönemi) ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. *T. hirta* ergin bireyi 14 Mayıs'tan itibaren tuzaklarda yakalanmamış ve 3 Haziran'da tuzaklar bahçeden kaldırılmıştır (Şekil 1).

Tropinota hirta popülasyon yoğunluğu 2017 ve 2018 yılları karşılaştırıldığında şubat aylarında yaklaşık aynı değerler seviyesinde tespit edilirken, 2018 Mart ayında *T. hirta* popülasyon yoğunluğunun daha yüksek olduğu tespit edilmiştir, 2017 yılı Nisan ayında ise *T. hirta* popülasyon yoğunluğu 2018 yılından daha yüksek iken Mayıs aylarında yaklaşık aynı seviyede oldukları tespit edilmiştir. Popülasyon yoğunluğunun iki yılda da en yüksek yoğunlukta olduğu zaman mart aylarının sonları ile nisan aylarının başları olduğu belirlenmiştir. Mayıs aylarında tuzaklarda yakalanan *T. hirta*'nın popülasyonunun da azalma ve mayıs sonlarına doğru tuzaklarda *T. hirta*'ya rastlanmadığı gözlemlenmiştir. Genel olarak 2018 yılında *T. hirta*'nın popülasyon yoğunluğunda düzgün bir artış ve azalış görülmüşürken, 2017 yılında Nisan ayında ani artış ve azalış görülmüştür. Popülasyon yoğunluğunun en düşük dönemi her iki yılda da nisan ayının sonlarına doğru olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Adiyaman ili badem bahçesinde 2017-2018 yıllarında tuzaklarda yakalanan *Tropinota hirta*'nın popülasyon yoğunlukları

Figure 1. Population densities of *Tropinota hirta* caught in traps in the almond orchard of Adiyaman province in 2017-2018

Arslan & Aslan (2015), Kahramanmaraş'ın Dulkadiroğlu Karacasu bölgesinde bulunan badem bahçesinde farklı tuzak tipleri kullanarak *T. hirta*'nın yakalanma etkinliğini ve popülasyon yoğunluğunun mart ayının sonu ile nisan ayı ortasına kadar olan süreçte popülasyonunun en yoğun olduğunu tespit etmişlerdir. Güvenç & Yaşar (2014), Isparta ilinde 2013 ve 2014 yıllarında yaptıkları çalışma ile kiraz ağaçlarının çiçekleri üzerinde ekonomik zarara neden olan *T. hirta* erginlerini farklı kimyasal cezbediciler kullanarak 2013 yılında 1259 adet, 2014 yılında ise 6435 adet *T. hirta* ergin birey belirlemişlerdir. Erbay & Özpınar (2019), ise Çanakkale'nin Ezine ilçesine bağlı Akköy köyünde 2019 yılında 5 dekarlık şeftali bahçesinde yürüttükleri çalışmada farklı mavi renk tuzaklarda toplamda 2387 adet *T. hirta* ergin birey gözlemlemişlerdir. Yapılan bu çalışmada 2017 yılında toplam 7531 adet, 2018 yılında ise toplamda 7042 adet *T. hirta* ergin birey tespit edilmiştir ve her iki yılda toplam yakalanan *T. hirta*'nın popülasyon yoğunluklarının yaklaşık aynı olduğu saptanmıştır. Şimşek (2012), 2011 yılında yaptığı çalışmada karpuz, kavun ve buğday ekilmiş tarla kenarlarındaki yabancı otlardan atrap yardımıyla *T. hirta*'nın ergin bireylerini tespit etmiş ve *T. hirta*'nın tarla içerisine geçmeyerek yabancı otları tercih ettiğini ve kavun tarlası içerisinde bulunan ayçiçeklerinde yoğunlaşmış kavun bitkilerinin çiçeklerine geçmediğini gözlemlemiştir. Tan (2007), *T. hirta*'nın kanola bitkisinde zararlı olduğunu ve yaprak öz suyunu emerek lezyonlara neden olduğunu tespit etmiştir. Avcı & Özpınar (2021), ise Çanakkale ilinde, *T. hirta* ergin bireylerinin farklı konukçu bitkilerde, mevsimsel uçuşu ve popülasyon yoğunluklarını saptamak için yaptıkları çalışmada; *T. hirta*'nın erginlerini *P. avium*, *P. domestica* ve *P. persica* meyve türleri dışında buğday ve bakla gibi kültür bitkileri ile 16 yabancı konukçu bitkide tespit etmişlerdir. *Sinapis arvensis* L. bitkisinin *T. hirta* ergin uçuş periyodunda önemli bir yere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada *T. hirta*'nın *S. arvensis* L., *Ranunculus repens* L., *Taraxacum* spp., *Lamium amplexicaule* L., *Vicia narbonensis* L., *Hypocoum* sp. yabancı otlarda konukçuluk yaptığı saptanmıştır. Özkan ve ark. (2005), Ankara'nın Çubuk ilçesindeki vişne bahçelerinde zararlı olan türler arasında *T. hirta*'nın da yer aldığını belirtmişlerdir. Kara (1995), Tokat ili ve çevresinde yaptığı çalışmada *T. hirta*'nın konukçuları, yayılışı, zarar düzeyi, biyolojik özellikleri ve mücadele imkanları hakkında yaptığı çalışmada *T. hirta*'nın başta *P. communis* olmak üzere *M. domestica*, *P. avium* ve *P. persica* ağaçlarında zarar yaptığını, *P. communis* bahçelerinde ise bu zararın %90-100 arasında olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışma *T. hirta*'nın *Amygdalus communis* L. (Badem), *Malus domestica* L. Borkh (Elma), *Prunus avium* L. (Kiraz), *Prunus cerasus* L. (Vişne), *Pyrus armeniaca* L. (Kayısı), *Pyrus communis* L. (Armut) ve *Cydonia vulgaris* L. (Ayva) ağaçlarında özellikle çiçeklenme döneminde zarar yaptığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, 2017-2018 yıllarında çalışmanın yapıldığı badem bahçesi ve çevresi farklı zamanlarda örneklemeler yapılarak *Tropinota hirta*'nın konukçuları tespit edilmiştir. *T. hirta*'nın bulunduğu yabancı otlar araziden sökülüp herbaryum örneği haline getirilip teşhis ettirilmiştir. Teşhis edilen yabancı otlar; *Sinapis arvensis* L. (Yabani hardal), *Ranunculus repens* L. (Düğün çiçeği), *Taraxacum* spp. (Kara hindiba), *Lamium amplexicaule* L. (Ballıbaba), *Vicia narbonensis* L. (Koca fiğ), *Hypocoum* sp. (Hidrellez otu)'dir. Tespit edilen meyve ağaçları ise; *Amygdalus communis* L. (Badem), *Malus domestica* L. Borkh (Elma), *Prunus avium* L. (Kiraz), *P. cerasus* L. (Vişne), *Pyrus armeniaca* L. (Kayısı), *P. communis* L. (Armut) ve *Cydonia vulgaris* L. (Ayva)'dir. Arazi araştırmalarında havanın bozması, yağmur bulutlarının yaklaşması sonucu *T. hirta* bireylerinin yoğun bir şekilde toprağa konduğu görülmüştür. Kısa bir süre içerisinde *T. hirta* bireyleri toprağa girmeye başlamış ve sonraki süreçte ise yağmur yağdığı gözlemlenmiştir. *T. hirta* bireylerinin yağmur öncesi toprak çatlakları arasına ve taşların altına saklanıp kendilerini korumaya aldıkları ve yağmurdan sonra ise tekrardan badem çiçeklerinde beslenmeye başladıkları saptanmıştır. *T. hirta*'nın güneşli havaları sevdiği ve ayrıca güneşli havalarda ergin bireylerinin yoğun bir şekilde arttığı görülmüştür. Yağmurlu havalarda popülasyon yoğunluğu minimum seviyeye inerken, yağmur sonrası güneşli havalarda ise en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaştığı tespit edilmiştir. *T. hirta* erginlerinin çıkış tarihi *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) ve diğer polinatör böceklerin aktif olduğu çiçeklenme dönemine denk geldiği için kimyasal mücadelenin olumsuz sonuçlar meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Ağaçlardaki çiçeklenme dönemi bittikten sonra yabancı otlara geçen erginlerinin, yabancı otların imha edilmesi durumunda ise başka alanlara doğru göç ettikleri gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Abdulkadir Abdurrahman UZUN' ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "2017/7-158 YLS" kodlu proje ile desteklenmiştir. Çalışmada yer alan verilerin bir kısmı "8. Uluslararası Katılımlı Bitki Koruma Kongresi" adlı kongrede özet olarak sunulmuştur. Yabancı ot teşhisini yapan hocamız Doç. Dr. Tamer ÜSTÜNER'e teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

Akgül, S., Gazel, M., Tunç, B., & Çağlayan, Ç. (2021). Adıyaman ili badem ağaçlarını enfekte eden önemli *Prunus* virüslerinin DAS-ELISA ve RT-PCR analizleri ile saptanması ve karakterizasyonu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 576-585. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.923357>

Anonim (2008). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ziraî Mücadele Teknik Talimatları Kitabı, Cilt, 4, Ankara, 129-131.

- Anonim (2021). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (Erişim Tarihi, 15 Şubat 2022).
- Arslan, Ö.M., & Aslan, M.M. (2015). Kahramanmaraş ili badem ağaçlarında bakla zınnı (*Epicometis hirta* (Poda, 1761)) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın farklı tuzaklarla yakalanması üzerine araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 18 (4), 6-12. <https://doi.org/10.18016/ksujns.83030>
- Avcı, H.İ., & Özpınar, A. (2021). Çanakkale ilinde farklı konukçularda *Tropinota* (*Epicometis*) *hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae)'nın mevsimsel uçuşu ve ergin popülasyon gelişmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 237-246. <https://doi.org/10.33202/comuagri.958307>
- Bayazıt, S., & Çalışkan, O. (2021). *Amygdalus orientalis* (Mill) ve *Amygdalus turcomanica* (Lincz) badem türlerinin bazı pomolojik ve morfolojik özelliklerinin saptanması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 543-553. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.940588>
- Bayazıt, S., & Alaz, M. (2022). Bazı yabancı badem çeşitlerinin Gaziantep ekolojisindeki verim ve meyve özellikleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 374-383. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1098934>
- Erbay, İ., & Özpınar, A. (2019). Çanakkale ili şeftali bahçelerinde farklı mavi renk tuzaklarla *Tropinota hirta* (Poda) (Coleoptera: Cetoniidae) ergin uçuşunun belirlenmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 239-247. <https://doi.org/10.33202/comuagri.620590>
- Güvenç, C., & Yaşar, B. (2014). Mavi renkli huni tuzaklarda kullanılan farklı cezbedicilerin kiraz çiçeklerinde beslenen *Tropinota hirta* (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae) erginlerinin yakalanması üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18 (3), 97-104. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.45263>
- Kara, K. (1995). *Tropinota hirta* (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nin Tokat ve çevresindeki konukçuları, yayılışı, zarar düzeyi, bazı biyolojik özellikleri ve mücadele imkanları üzerinde araştırmalar. *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 15-16. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gopzfd/issue/7355/96273>
- Karaat, Ş., İslamoğlu, M., Çağlar, Ö., & Atay, M. (2021). Adıyaman ili badem bahçelerinde saptanan zararlı türler. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (9), 47-60. <https://dergipark.org.tr/en/pub/adyutayam/issue/63275/939027>
- Küden, A.B., Küden, A., Bayazıt, S., Çömlekçioğlu, Ç., İmrak, B., & Rehber, Y.D. (2014). *Badem Yetiştiriciliği* (s. 19). TAGEP Yayınları.
- Özbek, H. (2008). Türkiye'de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8 (3), 92-103. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uluaricilik/issue/53266/162407>
- Özkan, C., Gürkan, O., & Hancıoğlu, Ö. (2005). Çubuk (Ankara) ilçesi vişne ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerinde gözlemler. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (1), 57-59. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000499
- Subchev, M., Toshova, T.B., Andreev, R.A., Petrova, V.D., Maneva, V.D., Spasova, T.S., Marinova, N.T., Minkov, P.M., & Velchev, D.I. (2011). Employing floral baited traps for detection and seasonal monitoring of *Tropinota* (*Epicometis*) *hirta* (Poda) (Coleoptera: Cetoniidae) in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 63 (3), 269-276. <https://www.iz-karnobat.com/wp-content/uploads/2015/03/29.pdf>
- Şimşek, M. (2012). Çankırı (Kızılırmak)'da karpuz ve kavun ekim alanlarında bulunan böcek türleri ile bunların organik tarım açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 221 s.
- Tan, A.Ş. (2007). Konola (Kolza) Tarımı. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü İzmir. Çiftçi Broşürü No, 134. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/134-ciftcibro.pdf>
- Usanmaz, H. (2020). Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde bademde zararlı böcek türleri, önemli türün mücadelesine yönelik bazı biyolojik özellikleri ile parazitoit ve predatörlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 96 s.

- Yaşar, B., Çeşme, İ., Baydar, M.S., Aysal, İ., & Yazır, A.B. (2013). Farklı mavi renkli huni tuzaklarının kiraz ağaçları çiçeklerinde beslenen baklazınnı (*Epicometis hirta* (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae)'nın yakalanması üzerine etkisi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3 (2), 99-105. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/entoteb/issue/5543/75036>
- Özbek, H., & Yıldırım, E. (2014). *Meyve, Bağ, Bazı Orman ve Süs Bitkileri Zararlıları*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No, 247, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 285 s.
- Yılmaz, A. (2016). Bademin merkezi olma yolunda Adıyaman. *Antepfıstığı Arştırma Dergisi*, 5, 10-13 s. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/afistik/Belgeler/DERG%C4%B0LER/ANTEPFISTI%C4%9E1%20DERG%C4%B0S%C4%B0%20SAYI-5.pdf>


Determination of the efficacies of different phosphites in the management of tomato bacterial speck disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

Pseudomonas syringae pv. *tomato*'nun neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığının yönetiminde farklı fosfitlerin etkinliklerinin belirlenmesi

Saad Mohamed HAJI NOUR¹, Sümer HORUZ²

¹Erciyes University, Institute of Natural and Applied Sciences, 38039, Kayseri, Türkiye.

²Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 38039, Kayseri, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|--|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 27.06.2022 Accepted / Kabul: 12.09.2022</p> <p>Keywords: Tomato Phosphite <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> Control</p> <p>Anahtar Kelimeler: Domates Fosfit <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> Mücadele</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Saad Mohamed HAJI NOUR sacdhaji45@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/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>This study tested the efficacy of five different phosphites (calcium, copper, magnesium, potassium and zinc/manganese phosphites) and a fungicide Fosetyl-Aluminum to inhibit bacterial speck disease severity caused by <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> (<i>Pst</i>) on tomato leaves. The phosphites were applied at the recommended doses to the <i>Pst</i> inoculated plants in pots by foliar spraying at one-week intervals for a total of 4 weeks. The plants were kept in a controlled greenhouse under relative humidity (%75-90) and temperature (22-24 °C) until disease symptoms appeared in the control plants. Phosphites and Fosetyl-Aluminum inhibited the <i>Pst</i> symptoms on tomato leaves by 42.1-75.0% in the first and 22.8-90.3% in the second experiments. This study demonstrated the direct influence of phosphites on tomato bacterial speck. The study suggested that phosphites can be an effective alternative for the chemical control of tomato bacterial disease. The bacterial agent, <i>Pst</i>, causes bacterial speck disease in tomatoes. The initial symptoms of the disease are water-soaked, small dark brown spots surrounded by a yellow halo on tomato leaves. Since the pathogen is seed-borne, control of the disease is difficult.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışmada, beş farklı fosfit (kalsiyum, bakır, magnezyum, potasyum ve çinko/mangan fosfit) ve fungusit Fosetyl-Alüminyum'un <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> (<i>Pst</i>)'nun neden olduğu bakteriyel benek hastalığının domates yapraklarındaki gelişimini baskılama durumları test edilmiştir. Fosfitler saksıda bulunan <i>Pst</i> inokule edilmiş domates bitkilerine önerilen dozda 4 hafta boyunca haftada bir kez yapraktan püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Bitkiler yüksek nem (%75-90) ve sıcaklıkta (22-24 °C) kontrollü serada kontrol bitkilerinde hastalık belirtileri gözleninceye kadar bekletilmiştir. Fosfitler ve Fosetyl-Alüminyum domates yapraklarında <i>Pst</i> belirtilerini birinci denemede %42.1-75.0, ikinci denemede ise %22.8-90.3 oranında azaltmıştır. Bu çalışma fosfitlerin domates bakteriyel benek hastalığının engellenmesi üzerine olan direk etkiyi ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda fosfitlerin hastalığın mücadelesinde kimyasallara alternatif uygulama olarak kullanılabilceği vurgulanmıştır. Bakteriyel etmen, <i>Pst</i>, domateslerde bakteriyel benek hastalığına yol açar. Hastalığın yaprak belirtileri önceleri su emmiş, daha sonra etrafı sarı bir hale ile çevrili küçük koyu kahverengi lekeler şeklindedir. Hastalık etmeninin tohum kaynaklı olmasından dolayı hastalıkla mücadele oldukça zordur.</p> |
| Cite/Atıf | Haji Nour, S.M., & Horuz, S. (2023). Determination of the efficacies of different phosphites in the management of tomato bacterial speck disease caused by <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> . <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 25-37. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1136131 |

INTRODUCTION

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) originated on the other side of the planet from where we are now. It is believed to be indigenous to the Western South American continent (modern-day Peru). The fruit was known as a tomato by the native Aztecs, who ate it raw and cooked it with other ingredients. Even though no one knows when humans first began cultivating them, they have been domesticated for more than 2.500 years, according to current estimates (Anonymous, 2019).

Tomatoes contribute to about a quarter of all vegetable production. Several formulations are available, and their beneficial impacts on human health are primarily derived from their containing high levels of antioxidants such as lycopene, folic acid, ascorbic acid, flavonoids, alpha-tocopherol, potassium, and phenolic compounds (Erba et al., 2013).

Countries like China, India, the United States of America (USA), Turkey, Egypt, Iran, Italy, Spain, Brazil and Mexico are the world's top tomato-growing countries. There are approximately 5.02 million hectares under tomato cultivation, with a total production of 170.75 million tons and a productivity of 33.99 tons ha⁻¹. According to FAO data for 2020, China contributes a significant portion of the entire tomato production amount of 186.821,216 tons, or 34.72%, of the total tomato production amount (FAOSTAT, 2021).

The yield of tomato plants is affected by a variety of bacterial, fungal, and viral diseases as well as pests. The prevalence of bacterial diseases that affect tomato plants is a significant problem, particularly in tomato fields worldwide. The most common bacterial diseases faced, particularly in greenhouse tomatoes, are pith necrosis and stem rot (*Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas mediterranea*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*), bacterial canker and wilt (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) and bacterial spot (*Xanthomonas* spp.) (Jones et al., 2014).

Pseudomonas syringae pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye and Wilkie is the most common bacterial agent that causes bacterial speck disease. The initial symptoms of bacterial speck disease are water-soaked, like small spots that appear on the leaves of the tomato plant. These spots turn into black-brown in the center, surrounded by a yellow ring. The affected area of the leaf is enclosed in a black-brown chlorotic halo. It causes stunted growth and decreases the yield of tomato plants. The temperature range between 13 °C to 28 °C with high humidity plays a vital role in the transmission and progress of *Pst*. The existence of a disease can be harmful to tomatoes grown in a greenhouse or an open field (Preston, 2000).

This bacterial infection is a seed-borne disease that can survive in infected plant residues, soils, and seeds. The bacterium also prefers high humidity and blowout gliding or splashing water for a better infection. Genetic resistance is one of the initial steps in disease control. Some wild tomato varieties have been tested for resistance; however, no commercially available tomato cultivars were found to be tolerant of bacterial speck disease (Stamova, 2009; Janssen et al., 2018). The best way to control the disease is to use high-quality, pathogen-free seeds, immersion of seeds at 50 °C for 25-30 minutes, soil solarization, crop rotation, and preferring drip irrigation. Among other measures, immediately removing and destroying all infected plants is an initial method to control the disease. There are some copper compounds available to control bacterial diseases that provide safety and protection in nurseries, fields, and greenhouses in the early stages, but they are insufficient for the upgoing stages (Jones et al., 2014; Anonymous, 2017; Horuz et al., 2018; Anonymous, 2021).

Aside from all of these control methods, it is essential to provide appropriate plant nutrition and fertilization, as shown in cultural measures, to ensure that plants survive (DonHuber et al., 2012). On the other hand, plants acquire the majority of the nutrients they require from the soil through their roots. However, if the soil is inadequate morphologically, the required nutrients will not be available to the plants. As a result, the plants will not develop or grow properly. Recently, Karnez et al. (2021) aimed to determine the suppression level of the disease caused by

P. syringae pv. *tomato* by using vermicompost fertilization and found that contents of macro and micro nutrients were increased by vermicompost on tomato and the disease was highly suppressed by vermicomposts. The effect of five plant activators (Crop-Set, ISR2000, KingBo, Sergomil L60, Turf-Set) and a biopreparat Serenade® SC (1.34% *Bacillus subtilis* QST 713) has been investigated against bacterial speck disease in the plastic greenhouse (Aktepe, 2022). According to the results, it was determined that the treatments reduced the speck on the leaves by 16-50% and by 25-50% on the stems. Although all applications were found to be successful in suppressing the speck disease symptoms on the leaves and stem, Turf-Set, ISR-2000 and Sergomil applications were determined to be the most successful applications. In many studies, the antimicrobial activities of essential oils and nanoparticles have been also investigated against many plant pathogenic bacteria and it has been reported that they have high efficacies (Bozkurt et al., 2020; Şahin et al., 2021; Soylu et al., 2022; Şahin et al., 2022).

Reduced phosphorus (P) compounds containing phosphite (Phi) have been investigated since the 1930s as potential sources to meet P requirements (MacIntire et. al., 1950; Jackman et. al., 1970). Interest in the use of reduced P compounds in agriculture increased in the 1970s when it was shown that Phi compounds exhibited antifungal properties, particularly with Oomycetes fungi (Guest & Grant, 1991). Over the last several decades, because of significantly less complex and costly approval processes required for fertilizers compared to fungicides, Phi-based fungicide products were widely integrated into agricultural plant disease management programs. They are often labelled as biostimulants or fertilizers in the market (Lovatt & Mikkelsen, 2006). It has been demonstrated that using a foliar spray of potassium phosphite in conjunction with a non-systemic fungicide is effective in controlling *Phytophthora infestans* in potatoes. In a recent study, researchers observed a reduction in disease severity when they tested combinations of potassium phosphite and potassium phosphite+*Trichoderma* spp. against *Colletotrichum lindemuthianum*, which causes anthracnose in widely used beans. The study was performed under greenhouse conditions (Liljeroth et al., 2016).

In a recent study conducted by Costa et al. (2020), it was determined that manganese and zinc phosphites have the potential to control *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* (*Xapf*) the causal agent of common bacterial blight. When comparing the Mn and Zn phosphite treatments to the control treatment, the area under the common bacterial blight progress curve was reduced by 34% and 59%, respectively. Mn and Zn phosphites were found to be effective in priming common bean plants to increase their resistance to *Xapf* infection.

The purpose of this study was to examine the efficacy of five different phosphites (calcium, copper, magnesium, potassium and zinc/manganese phosphites) and a fungicide (Fosetyl-Al) to control the tomato bacterial speck disease in a greenhouse with a heat-controlled system as two repeated pot experiments.

MATERIALS and METHODS

Bacterial pathogen

In the experiment, a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* strain DG 1-2 1R, isolated and identified, was used as the pathogen for foliar spraying. The isolate is kept at -20 °C in the Erciyes University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, Bacteriology culture collection. The media King B (KB) was used for the growth of bacteria in the laboratory conditions and Yeast Dextrose Calcium Carbonate Agar (YDCA) was used for short-term storage at 4 °C in the fridge (Lelliott & Stead, 1987).

Research area

Between August and December 2021, this study was conducted in greenhouses with automatic heated systems at Erciyes University Faculty of Agriculture.

Tomato seedlings

In the pot trials, the Veyron F1 tomato variety was used in the first experiment, and the Figen F1 tomato variety was used in the second experiment. The seedlings were obtained from Istanbul Fide, Antalya. In the first experiment, 63 tomato seedlings were used, and another 84 tomato seedlings were used in the second experiment.

Plant growth

For the pot trials, seedling bags of 22x40 cm in size in the first trial and 17x30 cm in the second trial were used, and the soil mixture was prepared as 2200 g of sand + clay + peat (30% peat, 70% sand + clay) was distributed for each bag.

Phosphites and fungicide applications

Phosphite-containing fertilizers and the plant activator used in the study, their nutrient contents and applied doses are listed below (Table 1). Fertilizers and fungicide were sprayed onto the tomato plants four times once a week at the doses recommended by the manufacturer for use on tomatoes.

Table 1. Phosphite fertilizers used in the study, their contents and doses

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fosfitli gübreler, içerikleri ve dozları

| Fertilizer Type | Nutritional Content | Recommended Dose (L) | Applied (ml/ml) | dose |
|--------------------------|---|----------------------|-----------------|------|
| Copper Phosphite | 5% Nitrogen (N), 5% Copper (Cu), 13% Phosphorus Penta Oxide (P ₂ O ₅) | 250 – 300 ml / 100 | 1.5 / 500 | |
| Zinc/Manganese Phosphite | 5% Nitrogen (N), 5% Zinc (Zn), 5% Manganese (Mn), 20% Phosphorus Penta Oxide (P ₂ O ₅) | 250 – 300 ml / 100 | 1.5 / 500 | |
| Calcium Phosphite | 5% Nitrogen (N), 6% Calcium Oxide (CaO), 20% Phosphorus Penta Oxide (P ₂ O ₅) | 250 – 300 ml / 100 | 1.5 / 500 | |
| Magnesium Phosphite | 5% Nitrogen (N), 5% Magnesium Oxide (MgO), 30% Phosphorus Penta Oxide (P ₂ O ₅) | 200 – 250 ml / 100 | 1.25 / 500 | |
| Potassium Phosphite | 20% Potassium Oxide (P ₂ O ₅), 30% Phosphorus Penta Oxide (P ₂ O ₅) | 250 – 300 ml / 100 | 1.5 / 500 | |
| Fungicide, Fosetyl Al | 80% Fosetyl Al | 250 g / 100 | 1.25 g/500 | |

Bacterial culture refreshment

The stock of bacterial isolate kept in the same ratio of glycerol (40%) and nutrient broth in the refrigerator at -20 °C was streaked onto KB medium using the three-line method and incubated at 25 °C for 48-72 hours. Then, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Pst) colonies growing in white rod-shaped creamy colour were purified and used in the pathogenicity test.

Pathogenicity test of Pst

To increase the virulence of Pst, standard tomato seedlings at 3–5 true leaves were sprayed with the isolate DG 1-2. Five tomato plants were used for this test. Approximately one full loop of the freshly grown bacterial isolate was taken and suspended in 9 mL of sterile distilled water. Then, using a spectrophotometer, the prepared suspensions were adjusted to an absorbance value of 0.2 at a 600 nm wavelength, and the bacteria in the suspension were adjusted to a density of 10⁷ cells ml⁻¹. Finally, this inoculum was sprayed onto the plant leaves until runoff. The sprayed plants were kept in the climate cabinet (16 hours of the light period, 8 hours of dark environment, 27°C temperature, 70-80% humidity) until disease symptoms were observed.

Re-Isolation of pathogenic bacterium from diseased plants

Initially starting from yellow to dark brown, black lesions were seen on the leaves of the diseased plants, and the infected leaves were removed with the help of clean pruning shears. After the surface disinfection of the taken parts was made in 70% alcohol, they were taken into a sterile mortar and thoroughly crushed, and a homogeneous suspension was obtained with 3-4 ml of sterile distilled water. A loopful suspension was streaked onto KB in 100 mm diameter Petri dishes using the three-line method. The petri dishes were incubated at 25°C for 3-5 days to allow the growth of bacteria. The white and creamy-coloured bacterial re-isolate that developed was purified and inoculated onto freshly prepared YDC agar media and stored at +4°C and in glycerol at -20°C in the refrigerator until use.

Application of phosphites and fungicide to tomato seedlings

The phosphite-containing fertilizers used in the study were applied to the plants by foliar spraying for a total of 4 weeks at one-week intervals at the recommended doses for each one. Fertilizers were applied to the plants 7, 14, 21 and 28 days after the seedlings were transplanted. Control plants were only sprayed with distilled water.

Inoculum preparation

In this study, highly virulent and freshly grown in KB medium DG 1-2 1R isolate was used. The suspension was prepared from that isolate in sterile distilled water. This suspension was adjusted to an absorbance value of 0.2 at a 600 nm wavelength in a spectrophotometer. Then, the bacterial density in this suspension was determined as 3×10^8 cells ml^{-1} using the petri count method. After that, the suspension was diluted one time. This diluted suspension (3×10^7 cells ml^{-1}) was sprayed to the control, and the phosphites or fungicide applied tomato leaves until runoff. The pathogenic bacterium was treated to the plants on September 23, 2021 and October 7, 2021, in the fourth week after seedling transplantation and just before the third dose of phosphites applications in the first and second trials, respectively.

The effect of phosphites on tomato bacterial speck disease

To examine the effect of phosphite-containing commercial fertilizers on tomato bacterial speck, a pot trial was set up in the heated greenhouse of Erciyes University Faculty of Agriculture. A total of 6 applications (Zinc/Manganese phosphite, Copper phosphite, Magnesium phosphite, Potassium phosphite, Calcium phosphite, and Fosetyl-Aluminium) for the bacterial isolate were used to determine the effect of phosphite-containing fertilizers on diseases in the trial, including positive and negative control applications. The experiment was established with eight applications. For each application, nine tomato seedlings were used in the first trial and 12 tomato seedlings in the second trial, respectively. In the first experiment, the seedlings were transplanted on August 20, 2021 and the efficacy of the treatments was evaluated on 19.10.2021, respectively. In addition, the plants for the second experiment were transplanted on 11.09.2021 and all the plants were evaluated for disease development on November, 8, 2021.

Experimental design and evaluation of the experiments

The experiment was established in a randomized block design with 3 replications in the first trial and 4 replications in the second trial, with 3 plants evaluated in each replication. The positive control group, which was only sprayed with bacteria and no fertilizer was applied, was observed daily and the development of symptoms of the disease was followed. The observations were continued until the symptoms were seen. When symptoms such as dark brown lesions surrounded with a yellow halo on the leaves of the control plants were observed. A modified 0 to 5 scale (0: no symptom; 1: 1-10% of the leaves infected; 2: 11-25% of the leaves infected; 3: 26-50% of the leaves infected; 4: 51-75% of the leaves infected; 5: 76-100% of the leaves infected) was used for disease severity (DS)

(Kirli, 2016). DS was calculated using the Tawsend-Heuberger formula. The efficacies of the treatments were also calculated according to the Abbott formula. The formulas used were as follows:

Disease severity (%) = $[(\sum \text{number of diseased leaves in each grade} \times \text{grade}) / (\text{total number of leaves investigated} \times \text{the highest disease index})] \times 100$ **Eq.(1)**

Efficacy (%) = $[(\text{incidence rate in the control} - \text{incidence rate in the treated group}) / \text{incidence rate in the control}] \times 100$ **Eq.(2)**

Twelve leaves were controlled in each plant for symptom development. The experiment was repeated twice under greenhouse conditions. The statistical differences between the applications were calculated with the Tukey HSD multiple comparison test ($p \leq 0.05$ significance level) in the SPSS statistical program and one-way ANOVA analysis of variance. According to the results obtained, all different groups were lettered, and the results were interpreted.

RESULTS and DISCUSSIONS

Pathogenicity test

The bacterial isolate DG 1-2 that was sprayed on tomato plants induced dark brown lesions surrounded with a yellow halo two weeks after inoculation. Some symptomatic leaves were collected and transferred to the laboratory for re-isolations. To fulfill KOCH's postulates, eight cream-colored colonies were purified and identified as *Pst* according to classical tests like colony morphology and fluorescence on KB, hypersensitive reaction on tobacco leaves.

The effect of phosphites on tomato bacterial speck disease

The first experiment was carried out in the controlled greenhouses of the Faculty of Agriculture between September, 15, 2021 and October, 19, 2021. According to the results, since the disease severity in the positive control was 37.5%, disease severity in five different phosphites and Fosetyl-Al applications ranged from 9.4% to 21.7%. All applications inhibited the disease development between 42.1% and 75.0%. Among treatments, zinc/manganese phosphite (75.0%), magnesium phosphite (66.4%), and Fosetyl-Al (56.6%) showed the highest disease reduction (Figure 1).

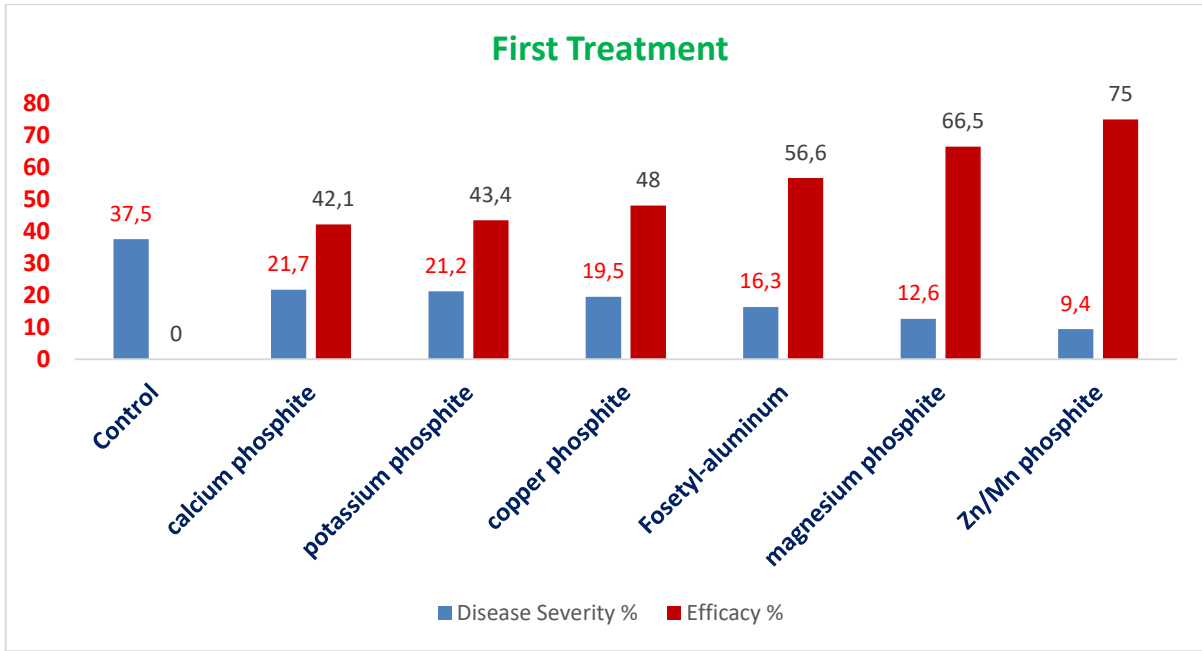


Figure 1. Efficacy of treatments on *Pst* development in the first experiment

Şekil 1. Birinci denemede *Pst* gelişimi üzerine uygulamaların etkinliği

In the second experiment, the phosphites and Fosetyl-Al treatments prevented the development of bacterial speck disease on tomatoes from 22.8% to 90.3% (Figure 2). While the disease severity rate in the positive control was 43.0%, the disease severities in treated plants were 33.19% in copper phosphite, 30.9% in calcium phosphite, 15.4% in potassium phosphite, 10.4% in zinc/manganese phosphite, 9.3% in magnesium phosphite, and 4.2% in Fosetyl-Al applications. Compared to all phosphites, Fosetyl-Al showed the most significant reduction in disease development with a rate of 90.3% efficacy. In addition, magnesium phosphite reduced the disease severity at 78.35%, zinc/manganese phosphite at 75.8% and potassium phosphite at 63.2% rates.

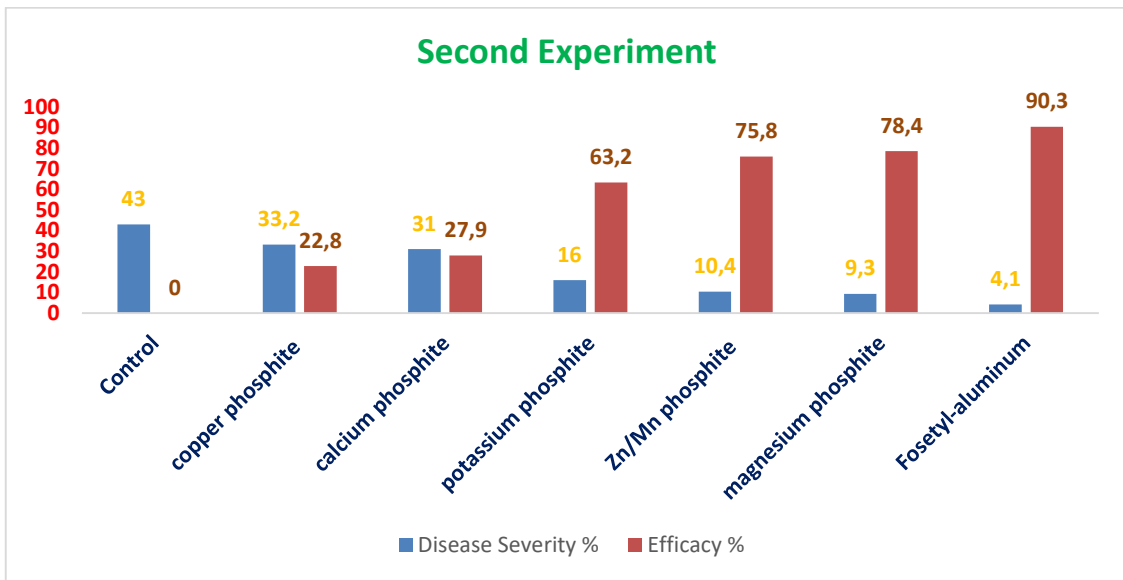


Figure 2. Efficacy of treatments on *Pst* development in second experiment

Şekil 2. İkinci denemede *Pst* gelişimi üzerine uygulamaların etkinliği

Initially, the first and second treatments were statistically analyzed separately, but both treatments yielded similar results. Thus, data from two experiments were combined and the average of experiments was statistically evaluated. According to both experiments, potassium phosphite (53.3%), magnesium phosphite (72.4%), Fosetyl-Al (73.4%), and Zn/Mn phosphite (75.3%) reduced the *Pst* development over 50%. Additionally, it was determined that all applications were statistically different from the positive control group and successfully prevented tomato plants from the disease (Table 2).

Table 2. Efficacy of treatments on *Pst* development (First and second experiments)

Çizelge 2. *Pst* gelişimi üzerine uygulamaların etkinliği (Birinci ve ikinci denemelerde)

| Treatments | First experiment | | Second experiment | | Mean of Two experiments | |
|---------------------|----------------------|------------|----------------------|------------|-------------------------|-------------|
| | Disease severity (%) | Efficacy % | Disease severity (%) | Efficacy % | Disease severity (%) | Efficacy % |
| Control | 37.5 ^{a*} | - | 43.0 ^{a*} | - | 40.3 ^a | - |
| Calcium Phosphite | 21.7 ^b | 42.1 | 31.0 ^b | 28.0 | 26.3 ^b | 35.0 |
| Potassium Phosphite | 21.2 ^b | 43.4 | 15.9 ^c | 63.2 | 18.5 ^c | 53.3 |
| Copper Phosphite | 19.5 ^{bc} | 48.0 | 33.2 ^b | 22.8 | 26.4 ^b | 35.4 |
| Fosetyl-Al | 16.3 ^{bcd} | 56.6 | 4.2 ^d | 90.3 | 10.2 ^{cd} | 73.4 |
| Magnesium Phosphite | 12.5 ^{cd} | 66.5 | 9.3 ^c | 78.4 | 11.0 ^{cd} | 72.4 |
| Zn/Mn Phosphite | 9.4 ^d | 75.0 | 10.4 ^c | 75.8 | 9.9 ^d | 75.4 |

* The mean disease severity given in each column followed by the different letters are significantly different according to Tukey HSD multiple comparison test ($p \leq 0.05$).

In this study, the effects of five different phosphites and fungicide, Fosetyl-Al on the development of tomato bacterial speck disease were investigated by pot experiments repeated twice under heated and controlled greenhouse conditions. In both trials, all treatments suppressed disease development between 42% and 75% in the first trial and 22% to 90% in the second trial, respectively. All applications were found to be successful in the control of the disease with an effect of more than 50%.

Tomato is one of the most produced vegetables in the world. Nowadays, tomato production can be done in greenhouses for 12 months with the development of modern greenhouse technologies. Due to the increase in tomato production and the prolongation of the production season in the greenhouse, the importance and necessity of cultural practices have risen. The biotic disease agents can attack tomatoes due to the favorable conditions in greenhouses. It is reported that nearly 200 plant pathogens, including bacteria, cause diseases in tomatoes (Jones et al., 2014). The pathogens belonging to *Pseudomonas* and *Xanthomonas* genera cause the most economic losses in tomatoes (Popović & Ivanović, 2015; Horuz et al., 2018; Mensi et al., 2018).

The bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* is the causal agent of bacterial speck disease on tomatoes. It is a widespread disease of tomatoes that can be found mostly where tomatoes are grown. When the disease severely affects leaves early in the growing season, it can significantly reduce yield. When symptoms appear on tomato fruit, the disease could have a much greater effect on quality. The best way to control this disease is by using high-quality, pathogen-free seeds, soaking of seeds at 50 °C for 25-30 minutes, soil solarization, crop rotation, and preferring drip irrigation.

Among other measures, immediately removing and destroying all infected plants is an initial method to control the disease. There are some copper compounds available to control bacterial diseases that provide safety and protection in nurseries, fields, and greenhouses in the early stages, but they are insufficient for the later stages. A number of chemical and physical treatments have been applied directly to the plant, soil, or seed to limit the introduction in infected areas with *Pst* (Shenge et al., 2008; Li et al., 2017; Horuz et al., 2018; Elsharkawy, et al.,

2020). Since the use of antibiotics is prohibited to control bacterial diseases and chemical control is insufficient, cultural measures have importance in bacterial speck control. It is feasible to increase plant disease resistance by applying adequate fertilizers. Nutrients are vital for the growth of plants and beneficial microorganisms and control of plant diseases indirectly. They affect the resistance and susceptibility of the host plant to diseases by causing various changes in plant morphology. Phosphorus (P) is one of 17 essential elements required for plant growth (Vance et al., 2003).

The P concentration in plants ranges from 0.05 to 0.50% dry weight. This element plays a role in some processes, such as energy generation, nucleic acid synthesis, photosynthesis, respiration, membrane synthesis and stability, enzyme activation/inactivation, redox reactions, signaling, carbohydrate metabolism, and nitrogen (N) fixation. Phosphites stand out among the fertilizers available in the agricultural market. The phosphite is a generic name used for inorganic salts of phosphorous acid (H_3PO_3). These salts show high solubility, rapid plant absorption, significant selectivity and systemic translocation (Guest and Grant, 1991; Dalio et al., 2014). Phosphites are obtained by the reaction of phosphorous acid with K^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , and other micronutrients. In agriculture, phosphites are used as fertilizers and systemic fungicides (Achary et al., 2017; Najdabbasi et al., 2022). Indeed, phosphites are extensively available either as a superior source of plant phosphorus nutrition (P) or can trigger plant host defense as plant defense activators that are translocated in both xylem and phloem to prevent pathogen invasion over a wide range of hosts (Hardy et al., 2001; McDonald et al., 2001).

The efficacy of phosphites has already been verified for many plant fungal diseases including soybean anthracnose and downy mildew (Silva et al., 2011; da Silva Junior et al., 2021), apple scab and Moldy-Core Decay (Reuveni et al., 2003; Felipini et al., 2016), common bean anthracnose (Figueira et al., 2020), *Phytophthora* crown rot on zucchini (Gilardi et al., 2020), coffee leaf rust (Junior et al., 2021) and potato late blight (Liljeroth et al., 2016; Najdabbasi et al., 2022). However, few studies conducted on the effect of several phosphites for plant bacterial diseases including potato soft rot (Lobato et al., 2011), fire blight (Bahadou et al., 2017) and common bacterial blight (Costa et al., 2020).

According to the findings, Zn/Mn phosphites showed the highest disease suppression (75%) among all sprays in both experiments. Similarly, Fagundes-Nacarath et al. (2018) revealed that Zn phosphite was much more fungistatic than Cu phosphite in white mold severity in common beans. The efficiency in the severity of soybean anthracnose was 85% and 27% in Mn and Zn phosphite treated plants, respectively (da Silva Junior et al., 2021). When the common bean plants were sprayed with the solutions (7.5 ml L^{-1}) of Mn and Zn phosphites, the area under the common bacterial blight progress curve (AUCBBPC) was significantly lower by 34% and 59% for Mn and Zn phosphite treatments (Costa et al., 2020). In common bean (*Phaseolus vulgaris*), the anthracnose severity was highly reduced with the application of the K phosphite, Zn phosphite, Mn phosphite (74-90%) when compared to the control treatment (Gadaga et al., 2017).

Disease suppression results received from the K phosphite treated plants ranged from 30% to 80% in previously conducted several studies (Lobato et al., 2011; Felipini et al., 2016; Martinez et al., 2016; Gadaga et al., 2017; Mehta et al., 2022). The efficacy of K phosphite was 43% and 63% in both trials, thus, partial similarities were obtained with the latest works. Calcium phosphite and magnesium phosphite reduced bacterial speck disease severity by 35.04% and by 72.40%, respectively.

In this study, the effect of these two phosphites on tomato bacterial speck disease was demonstrated for the first time. Our study suggested that phosphites had the potential in inhibiting *Pst* development on tomato leaves, thus, could be included into integrated disease management programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is a Master's thesis and granted by Erciyes University Scientific Research Projects Coordination Unit (Grant no: FYL-2022-11632).

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

- Achary, V.M.M., Ram, B., Manna, M., Datta, D., Bhatt, A., Reddy, M.K., & Agrawal P.K. (2017). Phosphite: A novel P fertilizer for weed management and pathogen control. *Plant Biotechnology Journal*, 15, 1493-1508. <https://doi.org/10.1111/pbi.12803>
- Aktepe, B.P. (2021). The effect of different plant activators and biological preparete on the biological control of bacterial speck disease in tomato. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 355-364. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.908921>
- Anonymous (2017). Small brown/black spots on a green tomato characteristic of bacterial speck. Photo courtesy of bacterial speck of tomato. Available: <https://pddc.wisc.edu> (Accessed: March 31, 2022).
- Anonymous (2019). A Cultural History of Tomatoes. <https://www.babble.com/en/magazine/tomato-history> (Accessed: March, 10, 2022).
- Anonymous (2021). Bacterial Speck / Tomato / Agriculture: Pest Management Guidelines / UC Statewide IPM Program (UC IPM). <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/tomato/Bacterial-Speck/> (Accessed: March, 31, 2022).
- Bahadou, S.A., Oujija, A., Boukhari, M.A., & Tahiri A. (2017). Development of field strategies for fire blight control integrating biocontrol agents and plant defense activators in Morocco. *Journal of General Plant Pathology*, 99, 51-58. <https://doi.org/10.4454/jpp.v99i0.3909>
- Bozkurt, I.A., Soyulu, S., Kara, M., & Soyulu, E.M. (2020). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils isolated from medicinal plants against gall forming plant pathogenic bacterial disease agents. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 1474-1482. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.723544>
- Costa, L.C., Debona, D., Silveira, P.R., Cacique, I.S., Aucique-Pérez, C.E., Resende, R.S., Oliveira, J.R., & Rodrigues, F. Á. (2020). Phosphites of manganese and zinc potentiate the resistance of common bean against infection by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *Journal of Phytopathology*, 168 (11-12), 641-651. <https://doi.org/10.1111/jph.12944>
- da Silva Junior, M.B., de Resende, M.L.V., Pozza, E.A., Resende, A.R., Vasconcelos, V.A.M, Monteiro, A.C.A., Silveira, G.C.D., & dos Santos, B.D.M. (2021). Phosphites for the management of *anthracnose* in soybean pods. *Journal of Plant Pathology*, 103 (2), 611-617. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00747-y>
- Dalio, R.J.D., Fleischmann, F., Humez, M., & Osswald, W. (2014). Phosphite protects *Fagus sylvatica* seedlings towards *Phytophthora plurivora* via local toxicity, priming and facilitation of pathogen recognition. *PLoS One*, 9 (1), Article: e87860. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087860>
- Elsharkawy, M., Derbalah, A., Hamza, A., & El-Shaer, A. (2020). Zinc oxide nanostructures as a control strategy of bacterial speck of tomato caused by *Pseudomonas syringae* in Egypt. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 19049-19057. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3806-0>

- Erba, D., Casiraghi, M.C., Ribas, A. A, Cáceres, R., Marfà, O., & Castellari, M. (2013). Nutritional value of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) grown in greenhouse by different agronomic techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31 (2), 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.014>
- Fagundes-Nacarath, I.R.F., Debona D., Brás, V.V., Silveira, P.R., & Rodrigues, F.A. (2018). Phosphites attenuate *Sclerotinia sclerotiorum* induced physiological impairments in common bean. *Acta Physiologia Plantarum*, 40, 198. <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2776-7>
- FAOSTAT (2021). Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Accessed date: June, 8, 2022).
- Felipini, R., Boneti, J.I., Cezar, A., Neto, R., & Veleirinho, B. (2016). Apple scab control and activation of plant defence responses using potassium phosphite and chitosan. *European Journal of Plant Pathology*, 145, 929-939. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-0881-2>
- Figueira, E.P.P., Felipini, R., Boneti, J.I., Cezar, A., Neto, R., & Veleirinho, B. (2020). Histochemical changes induced by *Trichoderma* spp. and potassium phosphite in common bean (*Phaseolus vulgaris*) in response to the attack by *Colletotrichum lindemuthianum*. *Semina: Ciências Agrárias*, 41 (3), 811-828. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n3p811>
- Gadaga, S.J.C., Abreu, M.S., Resende, M.L.V., & Ribeiro, J.P.M. (2017). Phosphites for control of anthracnose in common bean. *Fitopatologia: Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52 (1), 36-44. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017000100005>
- Gilardi, G., Koike, S., Lanini, T., Mitchell, J., & Smith, R. (2020). Effect of biocontrol agents and potassium phosphite against *Phytophthora* crown rot, caused by *Phytophthora capsici*, on zucchini in a closed soilless system. *Scientia Horticulturae*, 265, 109207. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109207>
- Guest, D.I., & Grant, B.R. (1991). The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biological Reviews*, 66, 159-187. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1991.tb01139.x>
- Hardy, G.S.J., Barrett, S., & Shearer, B. (2001). The future of phosphite as a fungicide to control the soilborne plant pathogen *Phytophthora cinnamomi* in natural ecosystems. *Australasian Plant Pathology*, 30, 133-139. <https://doi.org/10.1071/AP01012>
- Horuz, S., Ocal, A., & Aysan, Y. (2018). Efficacy of hot water and chemical seed treatment on bacterial speck of tomato in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 3185-3190.
- Huber, D., Römheld, V., & Weinmann, M. (2012). *Relationship between Nutrition, Plant Diseases and Pests. Marschner's Mineral Nutrition of High. Plants (Third edition)*. pp. 483-643.
- Jackman, R., Lambert, J., & Rothbaum, H. (1970). Red phosphorus as a fertiliser for grass-clover pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13, 232-241. <https://doi.org/10.1080/00288233.1970.10425396>
- Janssen, D., García, C., Ruiz, L., De Cara-García, M., Simon, A., & Martínez, A. (2018). Disease resistance in tomato crops produced in Spain. *Acta Horticulturae*, 1207, 63-68. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1207.8>
- Jones, J., Sally, A.M., Thomas, A.Z., & Timur, M.M. (2014). *Bacterial speck, Compendium of tomato diseases and pests*. 2nd edn. APS press, pp. 54-55.
- Júnior, J.H., Debona, D., Zambolim, L., & Rodrigues, F.Á. (2021). Factors influencing the performance of phosphites on the control of coffee leaf rust. *Bragantia*, 80, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200176>
- Karnez, E., GÜldoğan, Ö., Ercan, N., Korkmaz, K., & Aysan, Y. (2021). Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermikompost uygulamasının etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 726-735. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.986521>
- Kirli, M.M. (2016). Farklı plastik örtülerin domates bakteriyel kara leke hastalığına etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 45 s.
- Lelliott, R.A., & Stead, D.E. (1987). *Methods for the diagnosis of bacterial disease of plants*. In: *Methods in Plant Pathology*, (Preece TF, Ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 176-177.

- Li, Y., Yang, D., & Cui, J. (2017). Graphene oxide loaded with copper oxide nanoparticles as an antibacterial agent against, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. *RSC Advances*, 7 (62), 38853-38860. <https://doi.org/10.1039/C7RA05520J>
- Liljeroth, E., Lankinen, Å., Wiik, L., Burra, D.D., Alexandersson, E., & Andreasson, E. (2016). Potassium phosphite combined with reduced doses of fungicides provides efficient protection against potato late blight in large-scale field trials. *Crop Protection*, 86, 42-55. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.04.003>
- Lobato, M., Machinandiarena, M., Tambascio, C., Dosio, G., Caldiz, D., Daleo, G., Andreu, A., & Olivieri, F. (2011). Effect of foliar applications of phosphite on post-harvest potato tubers. *European Journal of Plant Pathology*, 130, 155-163. <https://doi.org/10.1007/s10658-011-9741-2>
- Lovatt, C., & Mikkelsen, R. (2006). Phosphite fertilizers: What are they? Can you use them? What can they do? *Better Crops*, 90, 11-13.
- MacIntire, W., Winterberg, S., Hardin, L., Sterges, A., & Clements, L. (1950). Fertilizer evaluation of certain phosphorus, phosphorous, and phosphoric materials by means of pot cultures. *Agronomy Journal*, 42, 543-549. <https://doi.org/10.2134/agronj1950.00021962004200110004x>
- Martínez, S. (2016). Effects of combined application of potassium phosphite and fungicide on stem and sheath disease control, yield, and quality of rice. *Crop Protection*, 89, 259-264. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.002>
- McDonald, A.E., Grant B.R., & Plaxton, W.C. (2001). Phosphite (phosphorous acid): Its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. *Journal of Plant Nutrition*, 24, 1505-1519. <https://doi.org/10.1081/PLN-100106017>
- Mehta, S., Kumar, A., Achary, V.M.M., Ganesan, P., Patel, A., Singh, A., Rathi, N., Das, T.K., Lal, S.K., & Reddy, M.K. (2022). Antifungal and defense elicitor activity of potassium phosphite against fungal blast disease on *ptxD-OE* transgenic indica rice and its acceptor parent. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 182, Article 105026. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2021.105026>
- Mensi, I., Jabnoun-Khiareddine, H., Zarrougui, N.E., Ben Zahra, H., Cesbron, S., Jacques, M.A., & Daami-Remadi, M. (2018). First report of tomato bacterial speck caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in Tunisia. *New Disease Reports*, 38, 21. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2018.038.021>
- Najdabbasi, N., Mirmajlessi, S.M., Dewitte, K., Mänd, M., Landschoot, S., & Haesaert, G. (2022). Combination of potassium phosphite and reduced doses of fungicides encourages protection against *Phytophthora infestans* in potatoes. *Agriculture*, 12 (2), 189. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020189>
- Popović, T., Ivanović, Ž., & Ignjatov, M. (2015). First report of *Pseudomonas viridiflava* causing pith necrosis of tomato (*Solanum lycopersicum*) in Serbia. *Plant Disease*, 99 (7), 1033-1033. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-15-0052-PDN>
- Preston, G.M. (2000). *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: the right pathogen, of the right plant, at the right time. *Molecular Plant Pathology*, 1 (5), 263-275. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2000.00036.x>
- Reuveni, M., Sheglov, D., & Cohen, Y. (2003). Control of moldy-core decay in apple fruits by β -aminobutyric acids and potassium phosphites. *Plant Disease*, 87 (8), 933-936. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.8.933>
- Shenge, S., Mabagala, D., Mortensen, R.C.N., & Wydra, K. (2008). Molecular characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* isolates from Tanzania. *Phytoparasitica*, 36 (4), 338-351. <https://doi.org/10.1007/BF02980813>
- Silva, O.C., Santos, H.A.A., Dalla Pria, M., & May-De Mio, L.L. (2011). Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. *Crop Protection*, 30 (6), 598-604. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.015>

- Soylu, S., Kara, M., Türkmen, M., & Şahin, B. (2022). Synergistic effect of *Foeniculum vulgare* essential oil on the antibacterial activities of Ag- and Cu-substituted ZnO nanorods (ZnO-NRs) against food, human and plant pathogenic bacterial disease agents. *Inorganic Chemistry Communications*, 146, Article 110103. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.110103>
- Stamova, L. (2009). Resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* race 1. *Acta Horticulturae*, 808, 219-222. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.808.33>
- Şahin, B., Aydın, R., Soylu, S., Türkmen, M., Kara, M., Akkaya, A., Çetin, H., & Ayyıldız, E. (2022). The effect of *Thymus syriacus* plant extract on the main physical and antibacterial activities of ZnO nanoparticles synthesized by SILAR Method. *Inorganic Chemistry Communications*, 135, Article 109088. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2021.109088>
- Şahin, B., Soylu, S., Kara, M., Türkmen, M., Aydın, R., & Çetin, H. (2021). Superior antibacterial activity against seed-borne plant bacterial disease agents and enhanced physical properties of novel green synthesized nanostructured ZnO using *Thymbra spicata* plant extract. *Ceramics International*, 47, 341-350. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.08.139>
- Vance, C.P., Uhde-Stone, C., & Allan, D.L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157 (3), 423-447. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x>


Direct and indirect contributions of internal and external quality traits on egg weight of Shika Brown layer using Path Coefficient Analysis

Shika kahverengi yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığı üzerine iç ve dış kalite özelliklerinin doğrudan ve dolaylı katkılarının Path Katsayısı Analizi kullanılarak belirlenmesi

Emmanuel Abayomi ROTIMI¹, Hussaina Babba USMAN¹, Dauda GAMBO²

¹Department of Animal Science, Federal University Dutsin-Ma, Katsina state, Nigeria.

²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shabu-Lafia Campus, Nasarawa State University Keffi, Nigeria.

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|---|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 28.05.2022 Accepted / Kabul: 13.09.2022</p> <p>Keywords: Correlation coefficient Direct effect Indirect effect Path analysis</p> <p>Anahtar Kelimeler: Korelasyon katsayısı Doğrudan etki Dolaylı etki Yol analizi</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Emmanuel Abayomi ROTIMI earotimi@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/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>Path analysis procedure is a statistical procedure that can be applied to evaluate direct and indirect contributions of independent variables to the dependent variables for better understanding of the relationships between egg quality traits. One hundred and twenty (120) eggs, collected from Shika Brown layers, were used to evaluate the direct and indirect effects of internal and external egg quality parameters on egg weight of Shika Brown layers using Path analysis procedure. Data obtained on individual egg include the following; egg weight (EWT), egg length (ELT), egg width (EWD), shell thickness (STK), shell weight (SWT), albumen weight (AWT) and yolk weight (YWT). Correlation coefficient results show that EWT had a positively significant correlation ($P<0.05$) with ELT (0.715), EWD (0.758), SWT (0.460) and AWT (0.785). ELT had the greatest direct effect (0.360; $P<0.05$) on EWT followed by EWD (0.345; $P<0.05$) while the least of the direct effects on EWT (0.012; $P<0.05$) was from STK. However, the highest total indirect effect (0.487) on EGW was realised largely via EWD. Therefore, EWT of Shika Brown layer strain had a high positive relationship with ELT, EWD and AWT. The path coefficient analysis revealed that ELT, along with EWD contributed highest direct effect on the EWT. This information could be used in selection programme for the improvement of EWT of Shika Brown layer chickens.</p> <p>ÖZET</p> <p>Path (Yol) analizi, yumurta kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin daha iyi tanımlanması için bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlere doğrudan ve dolaylı katkılarını değerlendirmek için uygulanabilen istatistiksel bir yöntemdir. Bu çalışmada Shika Kahverengi yumurtacı tavuklardan elde edilmiş 120 adet yumurtada iç ve dış kalite özelliklerinin yumurta ağırlığı üzerine doğrudan yada dolaylı etkisi belirlenmiştir. Tek bir yumurta üzerinden yumurta ağırlığı (YA), yumurta uzunluğu (YU), yumurta genişliği (YG), kabuk kalınlığı (KK), kabuk ağırlığı (KA), ak ağırlığı (AA) ve sarı ağırlığı verileri elde edilmiştir. Korelasyon katsayı sonuçları yumurta ağırlığı ile YB (0.715), YE (0.758), KA (0.460) ve AA (0.785) arasında önemli pozitif korelasyon olduğunu göstermektedir ($P<0.05$). Korelasyon katsayı sonuçları YA ile YB (0.715), YE (0.758), KA (0.460) ve AA (0.785) arasında önemli pozitif korelasyon olduğunu göstermektedir ($P<0.05$). Yumurta ağırlığı üzerine YU (0.360; $P<0.05$) doğrudan en yüksek etkili olmuş bunu YE (0.345; $P<0.05$) izlerken KK (0.012; $P<0.05$) yumurta ağırlığı üzerine en az doğrudan etkiye sahip olmuştur. Bununla birlikte yumurta ağırlığı üzerine en yüksek dolaylı etki (0.487) büyük ölçüde YE vasıtasıyla gerçekleşmiştir. Bundan dolayı Shika Kahverengi yumurtacı ırkı yumurta uzunluğu, yumurta eni ve yumurta ak ağırlığı yumurta arasında yüksek pozitif bir korelasyona sahiptir. Bu bilgiler Shika Kahverengi Yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığının geliştirilmesi için seleksiyon programlarında kullanılabilir.</p> |
| <p>Cite/Atıf</p> | <p>Rotimi, E.A., Usman, H.B., & Gambo, D. (2023). Direct and indirect contributions of internal and external quality traits on egg weight of Shika Brown layer using Path Coefficient Analysis. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 38-45. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1122288</p> |

INTRODUCTION

Egg is referred to as a “miracle food” (Dilawar et al., 2021) and is considered to have the same nutritional value as breast milk in humans (Damaziak et al., 2017). Eggs are cheap protein source with high biological value that provide the human body with required nutrients (Zdrojewicz et al., 2016; İskender & Kanbay, 2014; Pérez-Bonilla et al., 2012). The general protein need in the human body is between 75 g to 80 g (Mahendra & Judit, 2021).

The world table egg production is about 76.7 million tonnes in 2018 (FAOSTAT, 2021). Egg production has an important role in the development of countries' economies as well as meeting human nutritional needs worldwide (Mehmet & Suna, 2018).

Egg quality traits refer to various traits that describe the external and internal parameters of eggs. Egg quality traits affect its level of acceptance to consumer (Mehmet & Suna, 2018; Duman et al., 2016). Evaluation of egg quality parameters is essential both for table eggs and for the production of hatching eggs. Egg quality traits are very important in poultry enterprises because of the effects on the yield and the overall breeding progress (Udoh et al., 2020; Silversides & Scott, 2001).

Studies have shown that egg quality parameters are highly correlated and can be used to determine the direction and the level of the association among egg quality traits (Abanikannda et al., 2007).

The correlations coefficient of the association between two or more variables only helps in specifying the magnitude and the direction of the relationships but do not determine the cause-effect associations among the traits (Tyasi et al., 2017). Therefore, there is the need to estimate the direct and indirect contribution of internal and external egg quality parameters on the egg weight using the procedures of path analysis. Path analysis procedure is used to evaluate the direct and indirect contribution of internal and external egg quality parameters on the dependent variables. It is a process of partitioning the correlations among variables into direct and indirect effects.

Some researchers have estimated egg weight using egg quality parameters in; local chickens in Nigeria (Adeolu & Oleforuh-Okoleh 2011), Japanese quail (Chimezie et al., 2017) and Isa Brown chickens (Ukwu et al., 2017). Nevertheless, to the best of our knowledge, there are no sufficient information on application of path analysis procedures to evaluate the contribution of egg quality traits to egg weight in Shika Brown layer chickens hence the findings of this study will provide a base line information for the good of poultry farmers.

The aim of this work, therefore, was to evaluate the direct and indirect contributions of internal and external egg quality traits on egg weight in Shika Brown layer chickens using path analysis procedures. The results obtained from this study will be useful to egg producers towards proper selection of egg quality traits (internal and external) towards the improvement of egg weight in layer chickens.

MATERIALS AND METHODS

One hundred and twenty (120) freshly laid eggs were collected from Shika Brown layer chickens. The eggs were obtained from DARMA Farms, Katsina, Katsina state. Katsina is a city located within Latitude 12° 59'29" N and Longitude 7° 36'06" E with altitude of 519 m above sea level.

Data collection

Data collected on individual egg include the following;

Egg weight (EWT). Egg weight (in g) was obtained by weighing individual eggs using a sensitive weighing scale to the nearest 0.01g.

Egg length (ELT). Egg Length (in cm) was obtained by measuring the distance between the broad and the narrow ends of the egg using a venier caliper.

Egg width (EWD). Egg Width (in cm) was determined by measuring the diameter of the egg at the widest cross-sectional region using a venier caliper.

Shell thickness (STK). Egg Shell Thickness (in mm) was determined by measuring individual air-dried egg shell at three different regions of the shell (narrow, middle and broad portions) to the nearest 0.01 mm using a micrometre screw gauge. Average value was taken.

Shell weight (SWT). All the shells of the broken eggs were washed with water, dried at room temperature for 24 hours and weighed using a sensitive weighing scale to the nearest 0.01 g.

Albumen weight (AWT). Albumen weight (in g) was measured as egg weight – (yolk weight + shell weight).

Yolk weight (YWT). Yolk weight (g) was measured using sensitive weighing scale to the nearest 0.01 g

All measurements and evaluations were performed according to earlier published procedures of Ukwu et al. (2017).

Data analysis

Statistical Package for Social Sciences (IBM SPSS version 23.0.0) was employed for statistical analysis of data. Data obtained were prepared and used to evaluate the means, standard deviations (SD) and coefficients of variation (CV) for Egg weight (EWT), Egg length (ELT), egg width (EWD), shell thickness (STK), Shell weight (SWT), Albumen weight (AWT) and Yolk weight (YWT) were estimated. Pearson's correlation coefficients between egg weight and egg quality traits were evaluated. Variance Inflation Factors (VIF) and Tolerance (T) procedures were applied to check the degree of multi-Collinearity among the independent variable Multiple linear regression procedures was used to obtain regression model for predicting EWT from egg quality traits.

The multiple linear regression model adopted is:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots + b_iX_i + e$$

Where:

| | | |
|---|---|---|
| Y | = | Dependent variable (Egg weight; EWT), |
| a | = | Intercept, |
| b ₁ , b ₂ , b ₃ ... b _i | = | Regression coefficients, |
| X ₁ , X ₂ , X ₃ , ... X _i | = | Independent or Explanatory variables (ELT, EWD, STK, SWT, AWT, YWT) |
| e | = | Residuals |

The path coefficients from the independent variable (X_i) to a dependent variable (Y) were evaluated following the procedures described and adopted by Rotimi et al. (2020); Mendes et al. (2005).

$$PY.X_i = b_i \frac{SX_i}{SY}$$

Where;

| | | |
|-------------------|---|--|
| PY.X _i | = | Path coefficient from X _i to Y (i = ELT, EWD, STK, SWT, AWT, YWT) |
| b _i | = | Partial regression coefficient, |
| SX _i | = | Standard deviation (SD) of X _i |
| SY | = | Standard deviation (SD) of Y |

The indirect effects of X_i on Y through X_j were also evaluated using the procedures described by Rotimi et al. (2020). The indirect effects (IE) of X_i on Y through X_j was calculated as described by Rotimi et al. (2020); Norris et al. (2015); Keskin et al. (2005):

$$IE(YX_i) = (r_{X_iX_j})(PY.X_j)$$

Where:

- IE(YX_i) = Indirect effect of X_i via X_j on Y,
 rX_iX_j = Correlation coefficient (r) between ith and jth independent variables,
 PY.X_j = Path coefficient indicating the direct effect of jth independent variable on the dependent variable.

RESULTS AND DISCUSSION

The descriptive statistics of egg weight (g) and egg quality traits are presented in Table 1. Results indicated mean (\pm SE) egg weight (g) of 58.36 \pm 0.50. This is higher than the reports of Nonga et al. (2010) using Tanzanian chickens and Saroj et al. (2020) using Sakini chicken but similar to the result obtained by Rath et al. (2015) in Potchefstroom Koekoek chicken genotype and this differing in performance could be due to breed differences. According to our study, egg weight from this study can be categorised in the range of large and extra-large (Zeidler, 2002). Result of the phenotypic correlation showed that EWT had a positively significant correlation ($P < 0.05$) with ELT (0.715), EWD (0.758), SWT (0.460) and AWT (0.785) while STK had a non-significant positive correlation with EWT (0.107) (Table 2). The results are similar to the reports of Saroj et al. (2020) on Sakini chicken, Chimezie et al., (2017) on three varieties of Japanese quail and Adeolu & OleforuhOkoleh (2011) on South-Eastern Nigeria local chicken.

Table 1. Descriptive statistics for different egg quality parameters in Shika Brown layer chicken

Çizelge 1. Shika Brown yumurtacı tavukta farklı yumurta kalite parametreleri için tanımlayıcı istatistikler

| Traits | N | Mean | Standard error | Standard deviation | Coefficient of variation (%) |
|----------------------|-----|-------|----------------|--------------------|------------------------------|
| Egg weight (g) | 120 | 58.36 | 0.50 | 4.98 | 8.53 |
| Egg length (cm) | 120 | 54.34 | 0.23 | 2.33 | 4.29 |
| Egg width (cm) | 120 | 40.47 | 0.14 | 1.40 | 3.46 |
| Shell thickness (cm) | 120 | 0.19 | 0.00 | 0.04 | 21.05 |
| Shell weight (g) | 120 | 5.60 | 0.05 | 0.49 | 8.75 |
| Albumen weight (g) | 120 | 35.44 | 0.40 | 4.04 | 11.40 |
| Yolk weight (g) | 120 | 14.97 | 0.12 | 1.23 | 8.22 |

The positive correlation observed signifies that these traits are controlled by same gene and it is an indication that any of these egg traits could serve as a good predictor of egg weight. According to Ige (2013), correlation coefficients indicate the degree of linear relationship between variables, providing useful information about the traits involved for the purpose of breeding and improvement plans. Thus, ELT, EWD, SWT and AWT can be included for selection and breeding for improvement of EWT in Shika Brown layer hens. However, Ojedapo (2013) recorded a low, non-significant associations between egg weight and external egg quality traits.

There was a negatively non-significant (-0.060) relationship between SWT and STK. The negative correlation signifies that both traits are controlled by different genes, indicating that an improvement in one trait will lead to decrease in the other trait. Thus, the traits are controlled by more than one gene - pleiotropy (Fayaye 2014).

The phenotypic correlation coefficient of relationship only assists in specifying the magnitude and the direction of the relationships but would not determine the cause-effect associations between the various traits (Tyasi et al., 2017; Lorentz et al., 2011).

Hence the need to evaluate the direct and indirect contribution of internal and external egg quality parameters on EWT in Shika Brown layer strain using path coefficient analysis procedures.

Table 2. Phenotypic correlation among the different egg quality traits of the Shika Brown layer chicken

Çizelge 2. Shika Brown yumurtacı tavuğun farklı yumurta kalite özellikleri arasındaki fenotipik korelasyon

| | EWT | ELT | EWD | STK | SWT | AWT |
|-----|---------|---------|---------|--------|---------|-------|
| ELT | 0.715** | 1 | | | | |
| EWD | 0.758** | 0.426** | 1 | | | |
| STK | 0.107 | 0.095 | 0.114 | 1 | | |
| SWT | 0.460** | 0.192 | 0.364** | -0.060 | 1 | |
| AWT | 0.785** | 0.565** | 0.639** | 0.112 | 0.396** | 1 |
| YWT | 0.352** | 0.315** | 0.429** | -0.091 | 0.112 | 0.131 |

EWT = Egg weight, ELT = Egg length, EWD = Egg width, STK = Shell thickness, SWT = Shell weight, AWT = Albumen weight, YWT = Yolk weight, **Correlation is significant ($P < 0.01$).

The regression analysis results showing association between egg quality parameters and egg weight for Shika Brown layer chickens is shown in Table 3.

Results revealed that the Variance Inflation Factor (VIF) estimates for the egg quality parameters were lower than 10 (ranging from 1.061 through 2.383) and the tolerance (T) was higher than 0.1, this confirms that there was no multicollinearity problem between independent parameters.

Data collected were subjected to Multiple linear regression analysis (MLRA) method in order to explain total variability in EWT. The prediction equation model equation is as follows:

$$\text{EWT} = -57.055 + 0.770\text{EWD} + 1.231\text{ELT} + 1.511\text{STK} + 1.465\text{SWT} + 0.367\text{AWT} + 0.151\text{YWT} \quad (R^2 = 0.833).$$

Table 3. Testing the significance of multiple linear regression analysis for Shika Brown laying chicken

Çizelge 3. Shika Brown yumurtacı tavuğu için çoklu doğrusal regresyon analizinin anlamlılığının test edilmesi

| Egg traits | Regression parameters | | | | |
|------------|---------------------------------|------------|-----------|------------------|-------|
| | Unstandardized Coefficients (B) | Std. Error | P- Values | Tolerance values | VIF |
| EWD | 0.770 | 0.115 | 0.000 | 0.616 | 1.624 |
| ELT | 1.231 | 0.225 | 0.000 | 0.452 | 2.211 |
| STK | 1.511 | 5.284 | 0.776 | 0.943 | 1.061 |
| SWT | 1.465 | 0.480 | 0.003 | 0.807 | 1.239 |
| AWT | 0.367 | 0.081 | 0.000 | 0.420 | 2.383 |
| YWT | 0.151 | 0.205 | 0.463 | 0.701 | 1.426 |

Intercept (a) = -57.055, Coefficient of determination (R^2) = 0.833, Mean Square Error (MSE) = 4.403, VIF = Variance Inflation Factor, EWD = Egg width, ELT = Egg length, STK = Shell thickness, SWT = Shell weight, AWT = Albumen weight, YWT = Yolk weight.

From the path coefficients analysis, SWT and YWT were not statistically significant, so were excluded in the final regression equation. The final regression equation, as simplified, is as follow:

$$\text{EWT} = -54.957 + 0.776\text{EWD} + 1.409\text{ELT} + 0.406\text{AWT} \quad (R^2 = 0.816).$$

The final regression equation revealed that EWD, ELT and AWT explained 81.6% of the total variability in EWT. Correlation studies in combination with path analysis provide a clearer understanding of the cause-effect relationship of different traits by partitioning correlation coefficients into direct and indirect effects. Path coefficient analysis of egg weight and egg quality in Shika Brown hens are shown in Table 4. The results revealed that ELT exhibited highest significantly positive direct effect (0.360; $P < 0.01$) on EWT followed by EWD (0.345; $P < 0.01$). These results agree with the reports of Hloko & Tyasi, (2021) who also reported that egg length had the greatest direct effects on egg weight followed by egg width in Potchefstroom Koekoek chicken. Also, EWT was directly influenced by significantly positive effects of AWT (0.298; $P < 0.01$), this report negates the report of Hloko and Tyasi (2021) who recorded that AWT Yolk weight had highly significant ($P < 0.01$) direct effect on the EWT in

Potchefstroom Koekoek chicken. The results revealed that ELT, EWD and AWT contributed the highest influence on EWT of Shika Brown chickens.

The correlation coefficient value observed between egg weight and AWT was highest (0.785; $P < 0.05$) with greater indirect effect (0.487), realized mostly via EWD. The lowest direct effects (0.012; $P < 0.05$) from STK. The results of path analysis findings obtained from this study suggest that EWT in Shika Brown chickens could be estimated using ELT, EWD and AWT. The direct effects of SWT (0.144) and YWT (0.037) were non-significant ($P > 0.05$). However, there is paucity of studies using path analysis to evaluate the correlations between EWT and egg quality parameters in chickens.

Table 4. Path coefficient analysis of egg weight and egg quality traits in Shika Brown chickens

Çizelge 4. Shika kahverengi tavuklarda yumurta ağırlığı ve yumurta kalite özelliklerinin yol katsayı analizi

| Egg quality parameters | Correlation coefficient (b) with EWT | Indirect effect | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | | ELT | EWD | STK | SWT | AWT | YWT | Total |
| ELT (mm) | 0.715** | 0.360** | 0.147 | 0.001 | 0.028 | 0.168 | 0.012 | 0.356 |
| EWD (mm) | 0.758** | 0.153 | 0.345** | 0.001 | 0.052 | 0.190 | 0.016 | 0.412 |
| STK (mm) | 0.107 | 0.034 | 0.039 | 0.012** | -0.009 | 0.033 | -0.003 | 0.095 |
| SWT (g) | 0.460** | 0.069 | 0.126 | -0.001 | 0.144NS | 0.118 | 0.004 | 0.316 |
| AWT (g) | 0.785** | 0.203 | 0.220 | 0.001 | 0.057 | 0.298** | 0.005 | 0.487 |
| YWT (g) | 0.352** | 0.113 | 0.148 | -0.001 | 0.016 | 0.039 | 0.037NS | 0.316 |

Bold = direct effects, **Significant at the 0.01 level (2-tailed), ELT = Egg length, EWD = Egg width, STK = Shell thickness, SWT = Shell weight, AWT = Albumen weight, YWT = Yolk weight.

In conclusion, the results of this study showed that phenotypic correlation relationships exist between egg quality parameters and egg weight of Shika Brown egg layer chicken. It is concluded that EWT of Shika Brown egg layer strain had a high positive relationship with ELT, EWD and AWT. The path coefficient analysis revealed that ELT and EWD contributed the highest direct effect on the EWT. The final regression equation can be utilized by egg producers to forecast EWT. This information could be very important in designing a selection programme for the improvement of egg quality traits of Shika Brown egg layer chickens and similar layer chickens.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contributions of the authors 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

- Abanikanda, O.T.F., Olutogun, O., Leigh, A.O., & Ajayi, L.A. (2007). Statistical modelling of egg weight and egg dimensions in commercial layers. *International Journal of Poultry Science*, 6, 59-63. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.59.63>
- Adeolu, A.I., & Oleforuh-Okoleh, V.U. (2011). Phenotypic relations between egg weight and other egg quality traits of south-eastern Nigeria local chicken. *Nigerian Journal of Animal Production*, 7, 15-19. <https://doi.org/10.51791/njap.v38i2.2786>

- Chimezie, V.O., Fayeye, T.R., Ayorinde, K.L., & Adebunmi, A. (2017). Phenotypic correlations between egg weight and some egg quality traits in three varieties of Japanese quail. *Agrosearch*, 1, 44-53. <https://doi.org/10.4314/agrosh.v17i1.4>
- Damaziak, K., Riedel, J., Gozdowski, D., Niemiec, J., Siennicka, A., & Róg, D. (2017). Productive performance and egg quality of laying hens fed diets supplemented with garlic and onion extracts. *Journal of Applied Poultry Resources*, 26, 337-349. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx001>
- Dilawar, M.A., Mun, H.S., Rathnayake, D., Yang, E.J., Seo, Y.S., Park, H.S., & Yang, C.J. (2021). Egg quality parameters, production performance and immunity of laying hens supplemented with plant extracts. *Animals*, 11, 975. <https://doi.org/10.3390/ani11040975>
- Duman, M., Şekeroğlu, A., Yıldırım, A., Eleroğlu, H., & Camcı, Ö. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 80, 1-9. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- FAOSTAT (2021). Food and Agriculture Organization (FAO). Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/> (Accession date: 13.09.2021).
- Fayeye, T.R. (2014). *Genetic principles and animal breeding*. Happy printing enterprises, Ilorin, Nigeria.
- Hloko, V.R., & Tyasi, T.L. (2021). Direct and indirect effects of egg quality traits on egg weight of Potchefstroom Koekoek chicken genotype. *International Journal of Veterinary Science*, 10 (4), 280-285. <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2021.053>
- IBM SPSS (2015). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Ige, A.O. (2013). Relationship between body weight and growth traits of crossbred Fulani ecotype chicken in derived Savannah zone of Nigeria. *International Journal of Agricultural and Apicultural Research*, 9 (1-2), 157-166.
- İskender, H., & Kanbay, Y. (2014). Üniversite öğrencilerinin yumurta tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 57-62.
- Keskin, S., Kor, A., Karaca, S., & Mirtagioglu, H. (2005). A study of relationships between milk yield and some udder traits by using of path analysis in Akkeci goats. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4, 547-550.
- Lorentz, L.H., De Genova Gaya, L., Lunedo, R., Ferraz, B.S., De Rezende, F.M., & Filho, T.M. (2011). Production and body composition traits of broilers in relation to breast weight evaluated by path analysis. *Scientia Agricola*, 68 (3), 320-325. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000300008>
- Mahendra, P., & Judit, M. (2021). The role of eggs as an important source of nutrition in human health. *International Journal of the Science of Food and Agriculture*, 5 (1), 180-182. <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2021.03.023>
- Mehmet, N.Ç., & Suna, A. (2018). Prediction of internal egg quality characteristics and variable selection using regularization methods: ridge, LASSO and elastic net. *Archives Animal Breeding*, 61, 279-284. <https://doi.org/10.5194/aab-61-279-2018>
- Mendes, M., Karabayir, A., & Pala, A. (2005). Path analysis of the relationship between various body measurements and live weight of American Bronze turkeys under three different lighting programs. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 11, 184-188.
- Nonga, H.E., Kajuna, F.F., Ngowi, H.A., & Karimuribo, E.D. (2010). Physical egg quality characteristics of free-range local chickens in Morogoro Municipality, Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 22 (12), Article:218. <http://www.lrrd.org/lrrd22/12/nong22218.htm>
- Norris, D., Brown, D., Moela, A.K., Selolo, T.C., Mabelebele, M., Ngambi, J.W., & Tyasi, T.L. (2015). Path coefficient and path analysis of body weight and biometric traits in indigenous goats. *Indian Journal of Animal Research*, 49 (5), 573-578. <https://doi.org/10.18805/ijar.5564>
- Ojedapo, L.O. (2013). Phenotypic correlation between the external and internal egg quality traits of Pharaoh quail reared in derived Savannah zone of Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3 (10), 80-83.
- Pérez-Bonilla, A., Jabbour, C., Frikha, M., Mirzail, S., Garcia, J., & Mateos, G.G. (2012). Effect of crude protein and fat content of diet on productive performance and egg quality traits of Brown egg-laying hens with different initial body weight. *Poultry Science*, 91, 1400-1405. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01917>

- Rath, P.K., Mishra, P.K., Mallick, B.K., & Behura, N.C. (2015). Evaluation of different egg quality traits and interpretation of their mode of inheritance in White Leghorns. *Veterinary World*, 8 (4), 449-452. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.449-452>
- Rotimi, E.A., Momoh, O.M., & Egahi, J.O. (2020). Relationship between bodyweight and morphological traits in Sahelian goats of Nigeria using path analysis. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3), 455-460. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.737231>
- Saroj, S., Mana, R.K., Naba, R.D., Neena, A.G., & Nirajan, B. (2020). Evaluation of external and internal egg quality traits of indigenous Sakini chicken in different generations of selection. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 10, 41-48. <https://doi.org/10.5923/j.ijaf.20201002.01>
- Silversides, F.G., & Scott, T.A. (2001). Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, 80, 1240-1245. <https://doi.org/10.1093/ps/80.8.1240>
- Tyasi, T.L., Qin, N., Jing, Y., Mu, F., Zhu, H., Liu, D., Yuan, S., & Xu, R. (2017). Assessment of relationship between body weight and body measurement traits of indigenous Chinese Dagu chickens using path analysis. *Indian Journal for Animal Research*, 51, 588-93. <https://doi.org/10.18805/ijar.v0i0F.6990>
- Udoh, U.H., Ukana, U.M., & Isaac, U.C. (2020). Repeatability estimates of external and internal egg quality traits in Japanese quail. *Nigerian Journal of Animal Science*, 22 (1), 19-26.
- Ukwu, H.O., Ezihe, C.O., Asaa, S.K., & Anyogo, M.E. (2017). Effect of egg weight on external and internal egg quality traits of Isa Brown egg layer chickens in Nigeria. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2, 126-132. <https://doi.org/10.31248/JASVM2017.051>
- Zdrojewicz, Z., Herman, M., & Starostecka, E. (2016). Hen's egg as a source of valuable biologically active substances. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej (Online)*, 70, 751-759. <https://doi.org/10.5604/17322693.1208892>
- Zeidler, G. (2002). *Shell egg quality and preservation*. In: Bell, D.D. and Weaver, W.D, Jr., editors. *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. 5th Revision. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA. 1199-1217.

In vitro koşullarda farklı dozlarda bor uygulamalarının mersin (*Myrtus communis* L.) bitkisinin biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri

The effects of boron applications with different doses on the biochemical properties of myrtle plant (*Myrtus communis* L.) in *in vitro* conditions

Cansu DİNDAR¹ , Adnan YILDIRIM² , Civan ÇELİK³ 

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye.

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye.

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 03.08.2022 Accepted / Kabul: 28.09.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Mikroçoğaltım Bor toksisitesi Mersin bitkisi <i>Myrtus communis</i> L. <i>In vitro</i> Stres</p> <p>Keywords: Micropropagation Boron toxicity Myrtle <i>Myrtus communis</i> L. <i>In vitro</i> Stress</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 This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Araştırmada siyah meyveli bir mahalli çeşit olan 'tatlı mersin' genotipinin sürgün uçları materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışma ile ortama eklenen bor konsantrasyonlarından toksisite problemi yaratabilecek bor (B) uygulamaları ile olası B stresi altında mersin bitkisinin morfolojik ve biyokimyasal özelliklerdeki değişimleri incelenmiştir. Bu amaçla 6 farklı borik asit (H_3BO_3) dozu (12.4 mg L^{-1}, 18.6 mg L^{-1}, 24.8 mg L^{-1}, 31 mg L^{-1}, 37.2 mg L^{-1}, 43.4 mg L^{-1}) Murashige ve Skoog (MS) ortamına eklenmiş ve kontrol grubu ile birlikte bitkilerin gelişimleri takip edilmiştir. Araştırmada kontrol ortamındaki bitkilere yalnızca MS ortam içeriğindeki standart B miktarı (6.2 mg L^{-1}) ilave edilmiştir. Araştırmada, en yüksek prolin miktarı 43.4 mg L^{-1} uygulamasında $11.6 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ olarak elde edilirken, en düşük prolin miktarı kontrol grubunda $3.3 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Askorbat peroksidaz (APX), süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD) enzim aktiviteleri uygulama dozları arttıkça yükselmiş, en düşük değer kontrol grubundaki bitkilerde belirlenmiştir. Sonuç olarak; yetiştirme ortamına eklenen H_3BO_3 miktarı arttıkça özellikle askorbat peroksidaz, katalaz, süperoksit dismutaz ve peroksidaz gibi stres mekanizmasında rol alan enzimatik antioksidan aktivitelerinde önemli derecede artış gözlenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, shoot tips of the 'sweet myrtle' genotype which is a local variety with black fruits, were used as study material. It was aimed to determine the level of boron (B) that may cause toxicity problems from six different B concentrations added to the growing media and the changes in biochemical properties of myrtle plants under possible boron stress were examined. Six different boric acid (H_3BO_3) doses (12.4 mg L^{-1}, 18.6 mg L^{-1}, 24.8 mg L^{-1}, 31 mg L^{-1}, 37.2 mg L^{-1}, 43.4 mg L^{-1}) was added to the Murashige and Skoog (MS) medium and the development of the plants was compared with the control group. Only standard B content (6.2 mg L^{-1}) was added in the MS medium to the plants in the control group. As a result of examining the statistical evaluations; the highest proline amount was obtained as $11.6 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ in 43.4 mg L^{-1} application in the media which has the highest H_3BO_3 concentration, whereas the lowest proline amount was determined as $3.3 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ in the control group. Ascorbat peroxidase, superoxide dismutase, peroxidase enzyme activities increased as the application doses increased and the lowest value was determined in the plants in the control group. As the amount of B added to the growing medium increased, a significant increase was observed in the enzymatic antioxidant activities that play a role in the stress mechanism, especially ascorbat peroxidase, catalase, superoxide dismutase, peroxidase. As a result of the study, it was determined that the tolerance limits of the myrtle plant against boron stress were high.</p> |
| <p>Cite/Atıf</p> | <p>Dindar, C., Yıldırım, A.N., & Çelik, C. (2023). <i>In vitro</i> koşullarda farklı dozlarda bor uygulamalarının mersin (<i>Myrtus communis</i> L.) bitkisinin biyokimyasal özellikleri üzerine etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 46-58. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1153620</p> |

GİRİŞ

Mersin bitkisi Myrtaceae familyasının *Myrtus communis* L. türü içerisinde yer almaktadır. Bu tür Akdeniz Bölgesi'ne özgü bitki örtüsü içerisinde yer almakta ve bitki genellikle ağaç ya da kısa çalı formunda, her zaman yeşil olan çok yıllık bir bitkidir. Bu türün bitkileri Antalya, Adana, Hatay, İstanbul, Sinop, Zonguldak, Samsun, Ordu, Trabzon, Çanakkale, İzmir, Muğla ve İçel taraflarında sıkça görülmekte ve "Mersin" ismiyle tanınmasına karşın bilhassa güney sahillerinde "murt", "adi mersin" ve "hambeles" isimleriyle de bilinmekte (Aydın & Özcan, 2007) hatta bazı yörelerde yaprağına "bahar" da denmektedir (Oğur, 1994). Mersin bitkisinin meyveleri üzüksü meyve tipinde, beyaz ve siyah renkli olup sonbaharda (Ekim-Aralık) olgunlaşmaktadır. Mersin meyvesi; tanen, uçucu yağ, organik asitler (sitrik ve malik asit) ve şeker ihtiva etmektedir (Erlaçın & Erciyas, 1978). Mersinin hiçbir çeşidi tescil edilmemiş ve isimlendirilmemiştir. Ancak 'aşı' ifadesi; kültürü yapılan üstün özellikli çeşitler için kullanılmaktadır. Yabani beyaz veya siyah mersinler küçük meyvelilerdir. Siyah mersin (aşı) ise kısmen büyük meyveli ve siyah olan mersin bitkilerinden oluşur (Yeğin & Uzun, 2015). Son yıllarda, sağlık açısından yararlarının saptanması ile birlikte yüksek antioksidan kapasitesi ve içerdiği biyokimyasallar dolayısı ile siyah renkli meyvelere de ilgi artmıştır. İlginin giderek artmasının sebepleri arasında bitkinin kolay yetiştirilebilmesi, dikkate değer bir hastalık ve zararlısının olmaması ve organik tarım için uygun olması da gösterilebilir. Mersin meyvesinin besin değerinin iyi olması, yaprak ve meyvelerinin geniş bir alanda kullanılıyor olması (sofralık, likör yapımı, çay, uçucu yağ eldesi vb.) üretiminin artırılmasına ortam hazırlamaktadır.

Günümüzde çalışmalar, antioksidan, antimikrobiyal ve mutajen özellikleri olan tıbbi ve aromatik bitkilerin sağlığa yararlı işlevleri üzerine odaklanmıştır (Serçe ve ark., 2010). Mersin bitkisi gerek yaprak gerek meyve içeriği bakımından beslenmede önemli değerlere sahiptir. Fakat ülkemizde kültüründen çok doğadan toplayıcılık ile piyasaya ürün sunulmaktadır. Ancak gerekli çalışmalar yapıp, mersin bitkisi ve meyvesi yetiştiriciliği konusunda daha fazla bilgiye sahip olunması ile daha kaliteli ve aynı zamanda içerik bakımından zengin bitkilerin (yaprak, meyve vb. açısından) yetiştirilmesine olanak sağlanacaktır.

Kültürü yapılan bazı mersin çeşitlerinin, yerel pazarlarda alıcı bulmasına karşın Türkiye'deki yetiştirme alanı ve üretim miktarlarına ilişkin kayıtlara rastlanmamıştır. Mersin bitkisinin kültürünün yapılması hem kaliteli ürün bazında hem de doğadaki üretimin kontrollü olması anlamında önem arz etmektedir. Kültürünün yapılabilmesi için bitkinin istekleri, çevreyle ilişkisi, stres koşullarına dayanımı gibi konuların bilinmesi yetiştiricilikte avantaj sağlayacaktır.

Bitkiler yaşamları süresince tuzluluk, ultra viole ışınlar, düşük ve yüksek sıcaklıklar, kuraklık ve toksik metal iyonları gibi birçok çevresel strese maruz kalmaktadır. Bu stres faktörleri birçok canlılık olayını (büyüme, bitki gelişimi, çiçeklenme, meyve verimi ve üreme gibi) olumsuz etkilemektedir (Hayat ve ark., 2012). Wilkinson (1994)'a göre stresin sebebi ne olursa olsun, bitkiler hayatlarını devam ettirebilmek için fazlasıyla çaba gösterirler ve bu etkenlere karşı tepki oluştururlar. Strese karşı gösterilen direnç sonucunda bitkide biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler seviyede bir takım değişiklikler meydana gelmektedir (Sairam & Tyagi, 2004). Kendilerine karşı strese sebep olabilecek olumsuz bir faktörle karşılaşan bitkilerin yapılarında reaktif oksijen türevleri (ROS) olarak adlandırılan molekül veya atomlar oluşmaktadır. Kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklar gibi abiyotik stresler, bitkilerin büyümesini, gelişmesini ve verimini olumsuz etkilemektedir. Gelecekte tatlı su kıtlığının artacağı ve bu durumun bir sonucu olarak abiyotik streslerin yoğunluğunun bir şekilde görüleceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle, önümüzdeki yıllarda gıda güvenliğini sağlamak için abiyotik streslere toleranslı ürün çeşitlerinin geliştirilmesi ihtiyacı mevcuttur (Gong ve ark., 2005).

Ülkemizde atıklarla kirletilmiş olan akarsuların sulama amaçlı olarak kullanılmaları sonucu bazı bölgelerimizin topraklarında çoğunlukla bor (B) kirliliği ve bu bölgelerde yetiştirilen bitkilerde görülen B toksisitesi problemleri oluşmaktadır (Eraydın, 2000; Çevik & Tarı, 2019). Bitkisel üretimi kısıtlayan B toksisitesi önemli miktarlarda ürün zararına sebep olacak bir beslenme problemi olarak görülmektedir. Bu yüzden olumsuz toprak şartlarına toleransı

yüksek olan bitki tür ve çeşitlerini değerlendirmek veya bitki besin maddelerinin birbirleri ile etkileşimlerden faydalanarak bu sorunla başetmek mümkün olacaktır (Soy & Güneş, 2003).

Bitki türlerinin yanı sıra türler içindeki genotipler de B gereksinimleri açısından önemli farklılıklar gösterir (Akan ve ark., 2022; Ödemiş & Uncu, 2022). Bir bitki için eksik olan B miktarı, başka bir bitki için toksik olabilmektedir (Brdar-Jokanović, 2020). Çift çenekli bitkiler nispeten daha düşük B gereksinimlerine sahiptir ve yüksek dozda B'a karşı daha az toleranslıdır (Berger, 1949). Tolerans mekanizmasında etkili olan bir takım kimyasallar stres durumunda bitki tarafından sentezlenir. Sekonder metabolit adı verilen bu maddeler, bitkinin dış koşullara uyum sağlaması bakımından oldukça önemli olup, birçok biyoteknolojik uygulama için de ilgi çekicidir (Wink, 2009). Bitkiler genellikle örtüaltında veya açık arazilerde yetiştirilmekte olup, bu bitkilerden bazı bileşenlerin ekstraksiyonları da sağlanmaktadır. Birçok tür için yeni çeşitler geliştirilip, geliştirilen çeşitlerin verimlerinin ve kalitesinin artmış olması önem teşkil etmektedir. Bu durumda in vitro tekniklerin (mikroçoğaltma, hücre kültürleri vs.) kullanılmasının oldukça önemli olduğu görülmektedir. Çoğu sekonder metabolit sentez reaksiyonları, besin miktarı, ışık, stres faktörleri, büyüme düzenleyiciler gibi abiyotik etmenlerle değiştirilebilir (Vuran & Türker, 2021). Doku kültüründe sekonder metabolit üretimi de biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin tesiri altındadır (Akula & Ravishankar, 2011). Sekonder metabolitler tutkal, boya, elyaf, yağ, ilaçlar, aroma ve parfüm içerisinde olmak üzere çok miktarda endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Ayrıca biyolojik niteliklerinin bilinmesi ile yeni ilaç, insektisit, herbisitlerin ve antibiyotik arayışını da hızlandırmıştır (Zinkel & Russell, 1989; Dawson, 1994).

Bu bilgilerden yola çıkarak B'un optimum ve toksik miktarlarının kontrollü koşullarda belirlenmesi ileride yaşanabilecek su ve toprak kaynaklı B problemlerinde yol gösterici olacaktır. Bu nedenle, kontrollü koşulların sağlanabilmesi için bu çalışmada bitki doku kültürü yöntemi ile çalışma planlanmıştır. Ülkemizin mersin bitkisi ve meyvesi yetiştiriciliğine uygun koşulları göz önünde bulundurulduğunda, üstün özellikteki tiplerin çoğaltımı ve bu sayede yetiştiriciliğinin ekonomik düzeyde yapılabilmesi ile fayda sağlayacaktır. Aynı zamanda gündün güne artan B toksisitesi tehdidi ile karşı karşıya olan alanlarda değerlendirilebilecek bir alternatif ürün ortaya konulacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada materyal olarak, üreticiler tarafından aşılınarak üretimi yapılmakta olan "tatlı mersin" isimli yerel çeşidin sürgün uçları kullanılmıştır. Eksplantlar, nisan ayında yaklaşık 2-3 cm boyunda alınıp, uygun koşullarda laboratuvara getirilmiş ve dikimi yapılmıştır.

Yöntem

Materyal hazırlığı ve ortamların hazırlanması

Aktif büyüme dönemi olan Nisan ayında alınan 2-3 cm uzunluğundaki sürgün uçları buz kutuları içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Alınan eksplantlar önce %70'lik etil alkolde 1.5 dakika tutulduktan sonra alkolden arındırmak için 2 kere steril distile su ile yıkanmıştır. Sonraki aşamada eksplantlar ticari sodyum hipokloritin (NaOCl) (%5 Cl) %20'lik çözeltisi içerisinde 15 dakika süre ile sterilize edilmiş ve ardından 3 kez 5'er dakika steril distile suda çalkalanarak NaOCl' den arındırma işlemi yapılmıştır. Alt kültür için besin ortamları hazırlanırken (Çizelge 1) 4.43 g L⁻¹ hazır Murashige ve Skoog (MS) ortamı içerisine 30 g L⁻¹ sakkaroz eklenip iyice eritildikten sonra 1 mg L⁻¹ Benzilamino pürin (BAP) ve 0.1 mg L⁻¹ Indolbütirik asit (IBA) eklenen ortamın pH'sı, seyreltilmiş sodyum hidroksit (NaOH) ve/veya hidrojen klorürden (HCl) faydalanılarak 5.8'e ayarlanmıştır. 6 g L⁻¹ agar eklendikten sonra agarın çözünmesi ve besi ortamına eşit bir şekilde dağılması için mikrodalga fırın kullanılmıştır. Her bir kültür kabına yaklaşık olarak 20 ml olacak şekilde paylaştırılmış, daha sonra üzerleri kapatılan kaplar, otoklavda 121°C'de 15 dakika süre ile bekletilerek sterilize edilmiştir.

Çizelge 1. MS besi ortamı içeriği (Murashige & Skoog, 1962)

Table 1. MS nutrient medium content (Murashige & Skoog, 1962)

| Kimyasal | Konsantrasyon (mg L ⁻¹) |
|--|-------------------------------------|
| Amonyum nitrat (NH ₄ NO ₃) | 1650 |
| Potasyum nitrat (KNO ₃) | 1900 |
| Potasyum fosfat (KH ₂ PO ₄) | 170 |
| Magnezyum sülfat (MgSO ₄ 7H ₂ O) | 370 |
| Kalsiyum klorit (CaCl ₂ H ₂ O) 440 | 440 |
| Potasyum iyot (KI) | 0.83 |
| Borik asit (H ₃ BO ₃) | 6.2 |
| Çinko sülfat (ZnSO ₄ 7H ₂ O) | 8.6 |
| Mangan sülfat (MnSO ₄ 4H ₂ O) | 22.3 |
| Sodyum molibdat (Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O) | 0.25 |
| Bakır sülfat (CuSO ₄ 5H ₂ O) | 0.025 |
| Kobalt klorit (CoCl ₂ 6H ₂ O) | 0.025 |
| EDTA disodyum (Na ₂ EDTA) | 37.2 |
| Demir sülfat (FeSO ₄ 7H ₂ O) | 27.8 |
| Tiamin hidroklor (Thiamine HCl) | 0.1 |
| Pyridoksin | 0.5 |
| Nikotinik asit | 0.5 |
| Glisin | 2 |
| Myo-inositol (C ₆ H ₁₂ O ₆) | 100 |

Eksplantların dikilmesi ve yeterli çoğaltım materyalinin elde edilmesi

Eksplantların sterilizasyonundan sonra yaklaşık 1 cm boyundaki sürgün uçları steril kabin içerisinde hazırlanan besi ortamlarına dikilmiştir. *In vitro* sürgünler, çoğaltma ortamında alt kültüre alınarak deneme için yeterli sayıda bitkicik elde edilene kadar çoğaltma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra elde edilen kültürlerden alınan bitkicikler, uygulama sırasında problem yaratmaması açısından fenolik madde salgısı duruncaya kadar herhangi bir bitki büyüme düzenleyici (BBD) içermeyen ortama (4.43 gr L⁻¹ MS + 30 gr L⁻¹ sakkaroz + 6 g L⁻¹ agar) dikilmiştir. Sürgün uçları yoğun fenolik madde salgısının devam ettiği 4 gün boyunca bu besin ortamında tutulmuş daha sonra deneme ortamlarına alınmıştır.

Deneme ortamlarının hazırlanması

Çalışmada 6 farklı borik asit (H₃BO₃) dozunu içeren besin ortamı kontrol grubu ile birlikte kullanılmıştır (Çizelge 2) ve uygulamalar yapılmıştır.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan borik asit dozları

Table 2. Boric acid doses used in the study

| Uygulamalar* |
|--|
| 6.2 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı (Kontrol) |
| 12.4 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı |
| 18.6 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı |
| 24.8 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı |
| 31 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı |
| 37.2 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı |
| 43.4 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ içeren MS ortamı |

*Tüm besin ortamlarına 4.43 g L⁻¹ hazır MS, 6 g L⁻¹ agar, 30 g L⁻¹ sakkaroz, 1 mg L⁻¹ BAP ve 0.1 mg L⁻¹ IBA ilavesi yapılmıştır.

Kültür odasında ortam sıcaklığının $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit kalabilmesi için sıcaklık kontrol sistemi (klima ve termostat) yer almaktadır. Ayrıca zaman ayarlayıcı yardımıyla fotoperiyot 8 saat karanlık, 16 saat aydınlık olacak şekilde ayarlanmış ve $150\pm 10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ yoğunlukta beyaz ışık kullanılmıştır.

Araştırma 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiş, her bir tekerrürde 3 adet kültür kabı, her kaptaki 4 adet eksplant kullanılmıştır. Kültüre alınan bitkiler 16 saat aydınlık ve 25°C 'ye ayarlı iklim odasında inkübasyona tabii tutulmuştur. 25 gün bu şartlarda tutulan bitkicikler daha sonra aynı içerikteki ortamlara aktarılmıştır. 25 gün de yeni ortamlarında inkübasyona tabii tutulan bitkicikler analizler için gerekli büyümeyi 50 günün sonunda tamamlamıştır. Morfolojik ölçüm ve gözlemler yapıldıktan sonra biyokimyasal analizler için sürgünler -20°C 'de saklanmıştır.

Uygulamaların biyokimyasal içeriklere etkisi

Toplam fenolik madde içeriği

Toplam fenolik içeriğinin tayininde Singleton ve Rossi (1965)'nin Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Gallik asit standardına göre sonuçlar hesaplanmış ve mg GAE g^{-1} olarak ifade edilmiştir.

Toplam flavonoid madde içeriği

Toplam flavonoid madde içeriği Zhishen ve ark. (1999)'in belirttiği metodla tayin edilmiştir. Kateşin standardı yardımıyla sonuçlar hesaplanıp mg catechin g^{-1} olarak ifade edilmiştir.

Karotenoid miktarının belirlenmesi

Karotenoid konsantrasyonu; Arnon (1949)'a göre belirlenmiştir. Toplam karotenoid içeriği, taze ağırlık üzerinden Lichtenthaler ve Wellburn (1983)'e göre mg g^{-1} cinsinden hesaplanmıştır.

Prolin miktarının belirlenmesi

Prolin miktarı Bates ve ark. (1973)'nin methoduna göre analiz yapılmıştır. Sonuçlar $\mu\text{g ml}^{-1}$ şeklinde ifade edilmiş ve D-Proline standardı yardımı ile hesaplanmıştır.

Toplam çözünebilir protein içeriği

Hartree (1972)'nin belirttiği metoda göre toplam protein tayini yapılmıştır. Bovin serum albümin (BSA) standardizasyonu ile sonuçlar hesaplanmış ve mg g^{-1} cinsinden ifade edilmiştir.

Lipid peroksidasyon miktarının belirlenmesi

Lipid peroksidasyonu Jiang ve ark. (2010)'nın bildirdiği yöntemle göre yapılmıştır.

Hidrojen peroksit (H_2O_2) miktarının belirlenmesi

Hidrojen peroksit miktarı Sergiev ve ark. (1997)'nin belirttiği yöntemle göre yapılmıştır.

Antioksidan enzim aktiviteleri

Askorbat peroksidaz (APX) enzim aktivitesi

Askorbat peroksidaz analizi Nakano ve ark. (1981)'in belirttiği yöntemle göre analiz edilmiştir. Sonuçlar $\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$ protein olarak ifade edilmiştir.

Katalaz (CAT) enzim aktivitesi

Katalaz enzim aktivitesi Beers ve ark. (1952)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Sonuçlar U (ünite) g^{-1} protein olarak ifade edilmiştir.

Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi

Süperoksit dismutaz enzim aktivitesi Jiang ve ark. (2010)'nın belirttiği yöntemle göre belirlenmiştir. Sonuçlar U (ünite) mg^{-1} protein olarak ifade edilmiştir.

Peroksidaz (POD) enzim aktivitesi

Peroksidaz enzim aktivitesi Jiang ve ark. (2010)'nın bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir. Sonuçlar $\Delta A_{460} \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ protein olarak ifade edilmiştir.

Toplam antioksidan kapasitesi

Toplam antioksidan kapasitesi Kumaran & Karunakaran (2006) tarafından bildirilen DPPH yöntemine göre yapılmıştır. Sonuçlar mg TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) g^{-1} olarak ifade edilmiştir.

İstatistik analizler

Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde göre ve 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Minitab 17 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiş ve önemli çıkan farklılıklar harfler ile gösterilerek belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Borik asit (H_3BO_3) içeren *in vitro* ortamda yetiştirilen bitkiciklerin, toplam fenolik, flavonoid ve karotenoid miktarları Çizelge 3'te sunulmuştur. Uygulanan H_3BO_3 konsantrasyonları arasında, en yüksek toplam fenolik içeriği $7.6 \text{ mg GAE g}^{-1}$ ile 43.4 mg L^{-1} B uygulaması; en düşük toplam fenolik içeriği ise kontrol ve 12.4 mg L^{-1} H_3BO_3 uygulamalarından (sırasıyla, 4.6 ve $5.0 \text{ mg GAE g}^{-1}$) elde edilmiştir. Yapılan araştırma sonucu göstermiştir ki, uygulanan H_3BO_3 miktarı arttıkça toplam fenolik miktarı da buna paralel olarak artmıştır. Uygulanan H_3BO_3 konsantrasyonları arasında, en yüksek flavonoid miktarı $1 \text{ mg catechin g}^{-1}$ ile 43.4 mg L^{-1} B uygulamasından; en düşük flavonoid içeriği ise kontrol ($0.6 \text{ mg catechin g}^{-1}$) ve 12.4 mg L^{-1} ($0.7 \text{ mg catechin g}^{-1}$) H_3BO_3 uygulamalarından elde edilmiştir. Yapılan araştırma sonucu göstermiştir ki, uygulanan H_3BO_3 miktarı arttıkça flavonoid miktarı da buna paralel olarak artmıştır. En yüksek karotenoid miktarı (19.7 mg g^{-1} TA) 31 mg L^{-1} H_3BO_3 içeriğine sahip bitkiciklerden elde edilmiştir. En düşük karotenoid içeriğine ($12.27 \text{ mg catechin g}^{-1}$) sahip uygulama grubu ise 37.2 mg L^{-1} H_3BO_3 uygulanan bitkiciklerden elde edilmiştir. Yapılan araştırma sonucu göstermiştir ki, uygulanan H_3BO_3 miktarı arttıkça karotenoid miktarı önce artmış; en yüksek düzeyde H_3BO_3 uygulanan bitkiciklerde ise kontrol grubuyla aynı seviyeye geldiği görülmüştür. B'un alkoller ile kompleks oluşturabilme özelliğinin yanı sıra, B elementi farklı fenoliklerin hidroksil gruplarına da bağlanabilmektedir. Yapılan çok sayıda çalışma sonucunda, B fazlalığına oluşturulan cevapta, fenolik bileşiklerin arttığı ve B toksisitesini gidermeye karşı olası bir mekanizmanın olduğu bildirilmiştir (Landi ve ark., 2015; Pardossi ve ark., 2015). Daha önce yapılan bu çalışmalar ile bulgularımız benzerlik göstermektedir. B konsantrasyonu arttıkça toplam fenolik bileşiklerin strese tepki olarak arttığı sonucunu doğrulamaktadır. Antioksidan olarak ve optik filtreler gibi görev yapan flavonoidler yüksek enerji akışları sonucu meydana gelen hasarlardan bitkiyi korurlar (Stetsenko ve ark., 2020). Flavonoidler aynı zamanda reaktif oksijen türevleri (ROS) üretimini indükleyerek metal iyonlarını şelatlar ve böylece bitkinin metal stresi karşısında savunmasını destekleyebilir (Khalid ve ark., 2019). Flavonoidler bitkilerin fotosistemindeki klorofillerin aşırı uyarımına karşı koruma ve ROS sinyallerinin algılanması yanında ROS'ların uzaklaştırılmasında da çeşitli rollere sahiptir. Ayrıca, flavonoidlerin, metal şelatlayıcı olarak da bazı metalleri etkisiz hale getirme ve B taşınmasında da kritik bir rol oynadığı tespit edilmiştir (Landi ve ark., 2014; Kayıhan & Çiftçi, 2016). Bitkiye uygulanan H_3BO_3 miktarı arttıkça bitkide oluşan stres sonucunda bitki yükseltelen B stresine tepki olarak yukarıdaki literatürlerle aynı doğrultuda flavonoid sentezini arttırmıştır. Kontrol grubundan en yüksek H_3BO_3 uygulamasına gidildikçe linear olarak flavonoid seviyesinin arttığı da Çizelge

3'te açıkça görünmektedir. Fotosentetik pigmentlerin ve sistemlerin diğer grubunu da karotenoidler oluşturmakta ve pigment-protein bileşimlerini stabil tutma, fazla ışığı termal ısıya dönüştürme suretiyle yayarak aktif oksijen türleri karşısında fotosentetik araçları korumada rol alırlar (Dankov ve ark., 2009). Model bitki *Arabidopsis*'de B toksistesine bağlı olarak toplam karotenoid miktarının önemli oranda azaldığı Dallı (2022) tarafından bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada ise karotenoid miktarında parabolik bir değişime rastlanmıştır. H_3BO_3 miktarı arttıkça önce en yüksek değere ulaşmış ($31 \text{ mg L}^{-1} H_3BO_3$ uygulamasında) ve en düşük değere $37.2 \text{ mg L}^{-1} H_3BO_3$ uygulamasında indikten sonra; en yüksek H_3BO_3 seviyesinde ise kontrolle aynı değere tekrar dönmüştür.

Çizelge 3. Farklı miktarlarda H_3BO_3 içeren *in vitro* ortamda yetiştirilen bitkiciklerin biyokimyasal analiz sonuçları
Table 3. Biochemical analysis results of plants grown in *in vitro* conditions containing different amounts of H_3BO_3

| UYGULAMALAR | TOPLAM FENOLİK (mg GAE g ⁻¹) | TOPLAM FLAVANOİD (mg catechin g ⁻¹) | TOPLAM KAROTENOİD (mg g ⁻¹ TA) |
|--|---|--|--|
| Kontrol (6.2 mg L⁻¹ H₃BO₃) | 4.61±0.02 ^d | 0.63±0.00 ^e | 14.67±0.54 ^c |
| 12.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ | 5.03±0.19 ^d | 0.66±0.00 ^e | 15.70±0.38 ^c |
| 18.6 mg L⁻¹ H₃BO₃ | 5.90±0.16 ^c | 0.71±0.02 ^d | 19.12±0.95 ^{ab} |
| 24.8 mg L⁻¹ H₃BO₃ | 6.39±0.06 ^c | 0.75±0.00 ^d | 16.86±1.13 ^{bc} |
| 31 mg L⁻¹ H₃BO₃ | 6.46±0.39 ^{bc} | 0.80±0.00 ^c | 19.73±0.88 ^a |
| 37.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ | 7.10±0.09 ^{ab} | 0.87±0.02 ^b | 12.27±0.49 ^d |
| 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ | 7.58±0.41 ^a | 0.98±0.02 ^a | 16.39±1.19 ^c |

*Aynı sütunda farklı haflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0.05$).

Farklı dozlardaki H_3BO_3 içeren *in vitro* ortamda yetiştirilen bitkiciklerin, prolin, protein, MDA ve hidrojen peroksit miktarları Çizelge 4'te verilmiştir. H_3BO_3 konsantrasyonları arasında, en yüksek prolin içeriği aynı istatistik grubta yer alan 11.6 ve $11.0 \mu\text{g ml}^{-1}$ ile 43.4 mg L^{-1} ve 37.2 mg L^{-1} B uygulanan bitkiciklerden; en düşük prolin içeriği ise $3.3 \mu\text{g ml}^{-1}$ ile kontrol grubundaki bitkiciklerden elde edilmiştir. B konsantrasyonları arasında, en yüksek protein miktarı 2.3 mg g^{-1} ile $43.4 \text{ mg L}^{-1} H_3BO_3$ içeriğine sahip bitkiciklerden elde edilmiştir. En düşük protein içeriği ise 0.6 mg g^{-1} ile kontrol grubunda saptanmıştır. En yüksek MDA değeri 26.5 nmol g^{-1} ve en yüksek hidrojen peroksit miktarı $0.5 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile $43.4 \text{ mg L}^{-1} H_3BO_3$ uygulamasından elde edilirken; en düşük MDA 4.9 nmol g^{-1} ve en düşük hidrojen peroksit $0.3 \mu\text{mol g}^{-1}$ TA ile kontrol grubundaki ortamlardan elde edilmiştir. Prolin bitkilerde doğal olarak sentezlenen, stres altında koruyucu roller üstlenen, son derece önemli aminoasitlerden biri olarak kabul görmektedir. Stres koşullarında hücrel dokularda fazlaca bulunan aminoasitlerden olan prolinin, bitkilerde serbest O_2 radikallerinin yok edilmesinde görev aldığı bildirilmektedir (Knörzer ve ark., 1999). Farklı bitkiler ile yapılan çalışmalarda stresle artan prolin miktarı ile birlikte strese karşı toleransın da artacağı tespit edildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak; farklı bitkilerde farklı seviyelerde arttıkları görülmüştür (Cervilla ve ark., 2007; Rani ve ark., 2008; Giansoldati ve ark., 2012; Landi ve ark., 2013; Hua ve ark., 2021). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda da B konsantrasyonu yani stres arttıkça bitkilerin içerdiği prolin miktarının da paralel bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Bu bulgular Eraslan ve ark. (2005)'nin sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Proteinler, abiyotik strese karşı, bitkilerin hücrel adaptasyonu açısından sinyal verme, gen ifadesinin düzenlenmesi, enerji, redoks düzenleme, ozmolit, savunma, mekanik, stres, fitohormon ve sekonder metabolizmaları da dâhil pek çok hücrel işlevde merkezi bir role sahiptirler (Kosová ve ark., 2013). Yapılan bu çalışmada uygulanan H_3BO_3 dozu arttıkça streste üretilen proteinlerin miktarının artmasıyla ilişkili olarak toplam protein miktarında da artış saptanmıştır. Buna göre en yüksek protein içeriği $11.6 \mu\text{g ml}^{-1}$ ile $43.4 \text{ mg L}^{-1} H_3BO_3$ uygulamasında en düşük ise 0.6 ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir. MDA, bitkilerde strese yol açan çevresel faktörlere cevap olarak değiştiği için oksidatif lipid hasarının göstergesidir (Hodges ve ark., 1999). Lipid peroksidasyonu sonucunda oluşan son ürün olan MDA miktarında meydana gelen değişimler ise membranda meydana gelen hasarlar hakkında bilgi

vermektedir. Yapılan bu çalışmada B toksisitesine maruz kalan mersin bitkilerindeki MDA miktarında, 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ uygulanan grupta kontrole göre 5.4 kat artış gözlenmiştir. B toksisitesi gibi abiyotik stresler genellikle süperoksit radikalleri (O₂), hidroksil radikalleri (OH⁻) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) gibi sonunda nükleik asitler, proteinler ve lipidlerin zararlanmasıyla birlikte hücrenin ölümüne meydan verebilecek ROS birikimine neden olan oksidatif stresi tetiklemektedir (Molassiotis ve ark., 2006; Hua ve ark., 2021). Farklı bitkilerde ve farklı seviyelerde yapılan çalışmalarda hidrojen peroksit (H₂O₂) seviyesinin arttığı (Cervilla ve ark., 2007; Rani ve ark., 2008; Giansoldati ve ark., 2012; Landi ve ark., 2013; Acar, ve ark., 2018; Hua ve ark., 2021) görülmüş ve bu sonuçlar bizim çalışmamızla uyum içindedir.

Çizelge 4. Farklı dozlardaki H₃BO₃ içeren *in vitro* ortamda yetiştirilen bitkiciklerin, prolin, protein, MDA ve hidrojen peroksit miktarları

Table 4. The amount of proline, protein, MDA and hydrogen peroxide data of plants grown in *in vitro* conditions containing different amounts of H₃BO₃

| UYGULAMALAR | PROLİN (µg ml ⁻¹) | PROTEİN (mg g ⁻¹) | MDA (nmol g ⁻¹) | HİDROJEN PEROKSİT (µmol g ⁻¹ TA) |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|
| Kontrol (6.2 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃) | 3.28±0.62 ^d | 0.63±0.06 ^g | 4.89±0.19 ^e | 0.29±0.00 ^g |
| 12.4 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 5.91±0.08 ^b | 1.18±0.01 ^f | 7.67±0.45 ^{de} | 0.33±0.01 ^f |
| 18.6 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 4.61±0.59 ^c | 1.55±0.03 ^e | 10.99±1.90 ^d | 0.38±0.01 ^e |
| 24.8 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 4.62±0.19 ^c | 1.66±0.00 ^d | 16.03±1.81 ^c | 0.41±0.00 ^d |
| 31 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 4.49±0.49 ^c | 1.80±0.01 ^c | 22.67±1.55 ^b | 0.45±0.01 ^c |
| 37.2 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 11.02±0.27 ^a | 2.14±0.03 ^b | 21.10±0.92 ^b | 0.49±0.00 ^b |
| 43.4 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 11.62±0.09 ^a | 2.28±0.03 ^a | 26.50±1.47 ^a | 0.54±0.01 ^a |

*Aynı sütunda farklı haflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P≤0.05).

Çalışmadan elde edilen antioksidan enzim aktiviteleri sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda tüm parametreler için (APX, SOD, CAT, POD, toplam antioksidan) H₃BO₃ miktarıyla birlikte artış tespit edilmiştir. Yapılan APX analizi sonucunda uygulamalar arasında en düşük değer aynı istatistik grupta yer alan kontrol uygulaması (7.5 mol min⁻¹ g⁻¹) ve 12.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ uygulanan bitkiciklerden elde edilirken; en yüksek APX ortalamaları 37.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ (17.9 mol min⁻¹ g⁻¹) ve 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ (19.2 mol min⁻¹ g⁻¹) uygulamalarında gözlemlenmiştir. SOD analiz değerleri incelendiğinde, en düşük değer ortalama kontrol grubunda (1.3 U mg⁻¹) saptanırken; en yüksek değer ise 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ (6.5 U mg⁻¹) uygulanan grupta tespit edilmiştir. CAT analiz sonucunda en düşük ortalama kontrol grubunda (1.6 U mg⁻¹), en yüksek 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ (2.8 U mg⁻¹) uygulamasında; POD için bu ortalama değerler en düşük kontrol grubunda (0.5 ΔA₄₆₀ min⁻¹ mg⁻¹ protein), en yüksek 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ (1.9 ΔA₄₆₀ min⁻¹ mg⁻¹ protein); toplam antioksidan içeriği için ise yine en düşük kontrol grubunda (2.5 mg TEAC g⁻¹) en yüksek ise 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ (15.4 mg TEAC g⁻¹) uygulamasından elde edilmiştir.

Bitkiler, çevrelerindeki koşulların değişmesi sonucunda meydana gelen oksidatif strese cevap verebilmek adına hızlı ve son derece iyi ayarlanmış antioksidan sistemler geliştirmişlerdir. SOD, CAT, APX en bilinen antioksidanlardır (Gill & Tuteja, 2010). Daha önce farklı B içerikleriyle ilgili yapılan çalışmalarda B miktarı arttıkça; CAT, APX ve SOD aktiviteleri ve miktarı da artmıştır (Cervilla ve ark., 2007; Landi ve ark., 2013; Acar ve ark., 2018). Bu çalışmadan elde edilen bulgularla daha önce yapılan çalışmalar uyum içerisinde olup; mersin bitkisinde B toksisitesi arttıkça bitkinin savunma mekanizması devreye girerek enzim aktivitelerini de arttırdığı sonucuna varılmıştır. Çeşitli bitki türlerinde yapılan çalışmalarda abiyotik stres koşulları altında APX enzim aktivitesinde ve gen ekspresyonunda artışlar meydana geldiği gözlenmiş ve bu artışların stres savunmasıyla ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Beauchamp & Fridovic, 1971; Polidoros ve ark., 1999; Zlatev ve ark., 2006). Bunların aksine, Eraslan ve ark. (2007) *Lactuca sativa* ve Han ve ark. (2009)'da *Citrus grandis* ile yaptıkları araştırmada ise uzun süre B muamelesine maruz kalan bitkilerde APX

aktivitelerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Bu farklılığın bitkinin genetik yapısından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5. Farklı dozlardaki H₃BO₃ içeren *in vitro* ortamda yetiştirilen bitkiciklerin antioksidan enzim aktiviteleri
Table 5. Antioxidant enzyme activities of plants grown in *in vitro* conditions containing different amounts of H₃BO₃

| UYGULAMALAR | APX (mol min ⁻¹ g ⁻¹) | SOD (U mg ⁻¹) | CAT (U mg ⁻¹) | POD (ΔA ₄₆₀ min ⁻¹ mg ⁻¹ protein) | TOPLAM ANTIOKSİDAN (mg TEAC g ⁻¹) |
|--|---|------------------------------|------------------------------|--|---|
| Kontrol (6.2 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃) | 7.45±0.46 ^e | 1.34±0.34 ^e | 1.57±0.01 ^f | 0.47±0.03 ^d | 2.52±0.58 ^f |
| 12.4 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 8.83±0.57 ^e | 1.89±0.05 ^{de} | 1.67±0.02 ^e | 0.59±0.07 ^c | 4.14±0.00 ^{ef} |
| 18.6 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 10.78±0.68 ^d | 2.64±0.60 ^d | 1.75±0.00 ^e | 0.97±0.01 ^b | 5.48±0.58 ^{de} |
| 24.8 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 13.39±0.83 ^c | 3.97±0.47 ^c | 1.83±0.02 ^d | 1.31±0.17 ^b | 6.68±0.57 ^d |
| 31 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 15.68±0.88 ^b | 5.14±0.05 ^b | 2.01±0.01 ^c | 1.58±0.04 ^{ab} | 8.95±0.39 ^c |
| 37.2 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 17.88±0.66 ^a | 5.71±0.40 ^{ab} | 2.11±0.04 ^b | 1.73±0.18 ^a | 12.32±1.09 ^b |
| 43.4 mg L ⁻¹ H ₃ BO ₃ | 19.15±0.57 ^a | 6.51±0.25 ^a | 2.75±0.03 ^a | 1.85±0.06 ^a | 15.42±1.04 ^a |

*Aynı sütunda farklı haflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P≤0.05).

Farklı yollarla doğaya yayılan B ve bileşikleri yağışlarla birlikte yer altı su kaynaklarına veya direkt olarak akarsularla birleşerek bu suların kalitesi bakımından kötü sonuçlara neden olabileceği için, özellikle bitkiler açısından önemli bir elementtir. Sulama suları fazla oranda B ihtiva ettiklerinde bitkiler açısından son derece önem arz etmektedir. Çağımızda hayli fazla alanda kullanımı olan B, stratejik öneminin yanı sıra tarımsal açıdan da değerlendirildiği zaman, ortama, dolaylı olarak bitkilere ve çevredeki canlılara şiddetli hasar verebilecek kapasiteye sahiptir. Bu nedendir ki, stratejik değeri dolayısıyla geri kazanımı, tarımsal açıdan bakıldığında da olumsuz etkileri dolayısıyla giderimi şeklinde ortamdaki uzaklaştırılmaya çalışılmalıdır. Eğer ortamdaki uzaklaştırılması mümkün değilse, B stresine dayanıklı türlerin yetiştiriciliğinin yapılması yönüne gidilmelidir. Çalışmamız sonucunda mersin bitkisi B toksisitesine karşı geliştirdiği içsel mekanizmalar sayesinde B stresine toleranslı olarak değerlendirilebilir. Bitkide B stresi sonucu antioksidan ve antioksidan olmayan enzim aktivitelerinde, biyokimyasal salgılarda artış görülmesine rağmen bitki gelişiminde ciddi bir problem görülmemiştir. Bitkinin kardeşlenmesi, yaprak sayısı, klorofil miktarı gibi önemli gelişim parametrelerinde B miktarı arttıkça azalma görülmüş ancak gelişimi durduracak düzeyde bir zararlanmaya rastlanmamıştır.

Türkiye topraklarının B açısından zengin olması, bitkilerin B stresine daha fazla maruz kalmalarına yol açmaktadır. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde B stresine fazla rastlandığı bilinmekte ve küresel iklim değişikliği sebebiyle ülkemizde kurak ve yarı kurak alanlara oldukça yoğun rastlandığından bu durumda B'a dayanıklı bitkilerin yetiştiriciliğine yönelmekte fayda vardır.

In vitro kültür ortamında farklı konsantrasyonlarda uygulanan H₃BO₃ bileşiğinin mersin bitkisinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine etkilerini tespit etmek amacı ile yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda listelenmiştir.

1. APX, SOD, CAT, POD ve toplam antioksidan değerleri kontrol grubunda (6.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren standart MS ortamı) en düşük seviyede iken, 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren ortamda en yüksek değerleri göstermiştir.
2. Prolin miktarı bakımından en yüksek değerler 37.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ ve 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren ortamlardan elde edilirken en düşük değer yine kontrol ortamındaki bitkilerden elde edilmiştir. Bununla birlikte en yüksek prolin değeri 37.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ ve 43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren ortamdan sonra 12.4 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren ortamda saptanmıştır.

3. Toplam fenolik, flavanoid, protein gibi strese tolerans mekanizmasında görev alan maddelerin miktarları da antioksidan enzim aktiviteleriyle (APX, CAT, SOD, POD vb.) paralel olarak kontrol grubunda (6.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren standart MS ortamı) en düşük seviyedeysen, en fazla miktarda B içeren ortamda (43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃) en yüksek değerleri göstermiştir.
4. Karotenoid miktarı bakımından yapılan değerlendirmede, en düşük değerler kontrol grubu (6.2 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren standart MS ortamı) ve en fazla miktarda B içeren ortamda (43.4 mg L⁻¹ H₃BO₃) saptanırken, 31 mg L⁻¹ H₃BO₃ içeren ortamda en yüksek karotenoid değeri (19.7 mg g⁻¹) alınmıştır.
5. Lipid peroksidasyonu ürünü olan MDA'nın stresin yoğunluğunun artmasıyla birlikte arttığı, buna paralel olarak en yüksek H₃BO₃ içeren ortamda en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir.

Sonuçlar bütünüyle ele alındığında mersin bitkisinin, içsel mekanizmalarla strese başa çıktığı böylece B toksisitesine karşı toleranslı olduğu sonucuna varılmıştır. Küresel iklim değişikliği sebebiyle görülen kuraklık ve B toksisitesinin de kurak ve yarı kurak bölgelerde daha yoğun görüldüğü, aynı zamanda ülkemizde B madenlerinin ve kullanım alanının fazlalığı göz önünde bulundurulduğunda ülkemizde gün geçtikçe B ile kirlenen topraklarla daha fazla karşılaşılacağı kaçınılmaz bir gerçek olarak karşımızdadır. Bu bakımdan B'a toleranslı bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesi ve bu alanlarda yetiştiriciliğinin yapılması ile B ile kirlenen toprakların bitkisel üretim alanı dışında kalması engellenmiş olacaktır.

Ancak yine de *in vitro* şartlarda yapılan bu çalışmada her ne kadar mersin bitkisinin B stresine toleranslı olduğu tespit edilmiş olsa da, kesin olarak B'a toleranslı olduğunu söyleyebilmemiz için, bahçe şartlarında da daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

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

- Acar, Y.S., İşkil, R., & Erden, Y. (2018). Bor stresi altında *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh'da süperoksit dismutaz genlerinin ekspresyon profillerinin belirlenmesi. *Journal of Boron*, 3 (3), 145-150. <https://doi.org/10.30728/boron.409349>
- Akan, S., Taşkın, M.B., Horzum, Ö., & Akça H. (2022). Azot ve bor gübrelemesinin kırmızı pancarın depolama sürecinde besin elementi konsantrasyonlarına etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 115-124. . <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1054932>
- Akula, R., & Ravishankar, G.A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 6 (11), 1720-1731. <https://doi.org/10.4161/psb.6.11.17613>
- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24 (1), 1.
- Aydın, C., & Özcan, M.M. (2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79 (2), 453-458.

- Bates, L.S., Waldren, R.P., & Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39 (1), 205-207.
- Beauchamp, C., & Fridovich, I. (1971). Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*, 44 (1), 276-287. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(71\)90370-8](https://doi.org/10.1016/0003-2697(71)90370-8)
- Beers, R.F., & Sizer, I.W. (1952). A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. *Journal of Biological Chemistry*, 195 (1), 133-140.
- Berger, K.C. (1949). Boron in soils and crops. *Advances in Agronomy*, 1, 321-351. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60752-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60752-X)
- Brdar-Jokanović, M. (2020). Boron toxicity and deficiency in agricultural plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (4), 1424. <https://doi.org/10.3390/ijms21041424>
- Cervilla, L.M., Blasco, B., Ríos, J.J., Romero, L., & Ruiz, J.M. (2007). Oxidative stress and antioxidants in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants subjected to boron toxicity. *Annals of Botany*, 100 (4), 747-756. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm156>
- Çevik, İ.H., & Tari, A.F. (2019). Sulama suyundaki farklı bor düzeylerinin pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) gelişimine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (Özel Sayı), 16-23.
- Dallı, E. (2022). *Arabidopsis thaliana*'da tuz ön uygulaması ile bor tolerans kazanımında antosiyaninin çoklu fonksiyonel rollerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 101 s.
- Dankov, K., Busheva, M., Stefanov, D., & Apostolova, E.L. (2009). Relationship between the degree of carotenoid depletion and function of the photosynthetic apparatus. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 96 (1), 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2009.04.004>
- Dawson, F.A. (1994). The amazing terpenes. *Naval Stores Review*, 104, 6-12.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., & Alpaslan, M. (2007). Boron toxicity alters nitrate reductase activity, proline accumulation, membrane permeability, and mineral constituents of tomato and pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 30 (6), 981-994. <https://doi.org/10.1080/15226510701373221>
- Eraydın, E. (2000). Topraklarda bor adsorpsiyonu üzerine bazı anyonların etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 70 s.
- Erlaçın, S., & Erciyas, E. (1978). *Myrtus communis* L. (Mersin bitkisi) yapraklarının tanen yönünden incelenmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, 2 (1), 75-79.
- Giansoldati, V., Tassi, E., Morelli, E., Gabellieri, E., Pedron, F., & Barbaferri, M. (2012). Nitrogen fertilizer improves boron phytoextraction by *Brassica juncea* grown in contaminated sediments and alleviates plant stress. *Chemosphere*, 87 (10), 1119-1125. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.02.005>
- Gill, S.S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48 (12), 909-930. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016>
- 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>
- Han, S., Tang, N., Jiang, H.X., Yang, L.T., Li, Y., & Chen, L.S. (2009). CO₂ assimilation, photosystem II photochemistry, carbohydrate metabolism and antioxidant system of citrus leaves in response to boron stress. *Plant Science*, 176 (1), 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2008.10.004>
- Hartree, E.F. (1972). Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. *Analytical biochemistry*, 48 (2), 422-427. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(72\)90094-2](https://doi.org/10.1016/0003-2697(72)90094-2)
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M.N., Wani, A.S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signaling & Behavior*, 7 (11), 1456-1466. <https://doi.org/10.4161/psb.21949>

- Hodges, D.M., DeLong, J.M., Forney, C.F., & Prange, R.K. (1999). Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. *Planta*, 207 (4), 604-611.
- Hua, T., Zhang, R., Sun, H., & Liu, C. (2021). Alleviation of boron toxicity in plants: Mechanisms and approaches. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51 (24), 2975-3015. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1807451>
- Jiang, T., Jahangir, M.M., Jiang, Z., Lu, X., & Ying, T. (2010). Influence of UV-C treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and texture of postharvest shiitake (*Lentinus edodes*) mushrooms during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 56 (3), 209-215. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.01.011>
- Kayihan, D.S., Kayihan, C., & Çiftçi, Y.Ö. (2016). Excess boron responsive regulations of antioxidative mechanism at physio-biochemical and molecular levels in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 337-345. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.10.016>
- Khalid, M., Bilal, M., & Huang, D.F. (2019). Role of flavonoids in plant interactions with the environment and against human pathogens-A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 18 (1), 211-230. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62555-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62555-4)
- Knörzer, O.C., Lederer, B., Durner, J., & Böger, P. (1999). Antioxidative defense activation in soybean cells. *Physiologia Plantarum*, 107 (3), 294-302. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1999.100306.x>
- Kosová, K., Vítámvás, P., Prášilová, P., & Prášil, I.T. (2013). Accumulation of WCS120 and DHN5 proteins in differently frost-tolerant wheat and barley cultivars grown under a broad temperature scale. *Biologia Plantarum*, 57 (1), 105-112.
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2006). Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicacabum*. *Pharmaceutical Biology*, 44 (2), 146-151. <https://doi.org/10.1080/13880200600596302>
- Landi, M., Guidi, L., Pardossi, A., Tattini, M., & Gould, K.S. (2014). Photoprotection by foliar anthocyanins mitigates effects of boron toxicity in sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Planta*, 240 (5), 941-953.
- Landi, M., Pardossi, A., Remorini, D., & Guidi, L. (2013). Antioxidant and photosynthetic response of a purple-leaved and a green-leaved cultivar of sweet basil (*Ocimum basilicum*) to boron excess. *Environmental and Experimental Botany*, 85, 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.08.008>
- Landi, M., Tattini, M., & Gould, K.S. (2015). Multiple functional roles of anthocyanins in plant-environment interactions. *Environmental and Experimental Botany*, 119, 4-17. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2015.05.012>
- 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, 591-592.
- Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G., & Therios, I. (2006). Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (*Malus domestica* Borkh). *Environmental and Experimental Botany*, 56 (1), 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.01.002>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15 (3), 473-497.
- Nakano, H., Yamauchi, J., & Hashimoto, S. (1981). Sunflower spiral antenna. *IEICE Transactions (1976-1990)*, 64 (12), 763-769.
- Oğur, R. (1994). Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) hakkında bir inceleme. *Çevre Dergisi*, 10 (1), 21-25.
- Ödemiş, B., & Uncu, S. (2022). Determining effects of foliar boron applications on yield and fruit quality of apricot trees for reducing water stress. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 47-60. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1009679>

- Pardossi, A., Romani, M., Carmassi, G., Guidi, L., Landi, M., Incrocci, L., & Ziliani, M. (2015). Boron accumulation and tolerance in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) with green or purple leaves. *Plant and Soil*, 395 (1), 375-389. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2571-9>
- Pezeshki, S.R. (1994). *Plant response to flooding*. In: Wilkinson, R.E. (Ed.). *Plant-environment interactions* (s.289-321). New York, USA.
- Polidoros, A.N., & Scandalios, J. G. (1999). Role of hydrogen peroxide and different classes of antioxidants in the regulation of catalase and glutathione S-transferase gene expression in maize (*Zea mays* L.). *Physiologia Plantarum*, 106 (1), 112-120.
- Rani, C.H.A.M.P.A., Sharma, P.K., Kumar, B., Angrish, R., & Datta, K.S. (2008). Alleviation of boron-salt toxicity by calcium in wheat through associated changes in antioxidant defense system. *Indian Journal of Plant Physiology*, 13 (1), 21-28.
- Sairam, R.K., & Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science*, 407-421.
- Serce, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, K., & Orhan, E. (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 6 (21), 9. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.59960>
- Sergiev, I., Alexieva, V., & Karanov, E. (1997). Effect of spermine, atrazine and combination between them on some endogenous protective systems and stress markers in plants. *Comptes Rendus de L'Academie Bulgare des Sciences*, 51 (3), 121-124.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3), 144-158.
- Soy, M., & Güneş, A. (2003). Fosforun domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinde bor toksisitesini önlemede etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9 (3), 273-277.
- Stetsenko, L.A., Pashkovsky, P.P., Voloshin, R.A., Kreslavski, V.D., Kuznetsov, V.L.V., & Allakhverdiev, S.I. (2020). Role of anthocyanin and carotenoids in the adaptation of the photosynthetic apparatus of purple-and green-leaved cultivars of sweet basil (*Ocimum basilicum*) to high-intensity light. *Photosynthetica*, 58 (4), 890-901. <https://doi.org/10.32615/ps.2020.048>
- Vuran, N.E., & Türker, M. (2021). Bitki doku kültürlerinde sekonder metabolit miktarını arttırmaya yönelik uygulamalar. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33 (3), 487-498. <https://doi.org/10.7240/jeps.900129>
- Wink, M. (2010). Annual plant reviews, functions and biotechnology of plant secondary metabolites. *John Wiley & Sons*, 1-20.
- Yeğin, A.B., & Halil, U. (2015). Mersin (*Myrtus communis* L.) meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri. *Derim*, 32 (1), 81-88. <https://doi.org/10.16882/derim.2015.27431>
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64 (4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)
- Zinkel, D.F., & Russell, J. (1989). *Naval Stores. Production, Chemistry, Utilization*. Pulp Chemicals Association. Inc. New York, NY. 1059 p.
- Zlatev, Z.S., Lidon, F.C., Ramalho, J.C., & Yordanov, I.T. (2006). Comparison of resistance to drought of three bean cultivars. *Biologia Plantarum*, 50 (3), 389-394.

Salisilik asit uygulamalarının mantarlarda (*Agaricus bisporus*) soğukta muhafaza süresince kalite özelliklerine etkisi

The effect of salicylic acid treatments on quality features of mushrooms (*Agaricus bisporus*) during cold storage

Sevil ÜNAL¹, Hakan BAĞCI², Havvanur ORAL³, Ferhan K. SABIR¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye.

²Konya Büyükşehir Belediyesi, Konya, Türkiye.

³Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|--|
| <p>Article history: Received / Geliş: 05.08.2022 Accepted / Kabul: 28.09.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Mantar Salisilik asit Muhafaza Kalite</p> <p>Keywords: Mushroom Salicylic acid Storage Quality</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ferhan K. SABIR fkbasmaci@selcuk.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>Bu çalışmada son yıllarda ürünlerin hasat sonrası ömrünün uzatılmasında sıklıkla kullanılmaya başlanan salisilik asidin kültür mantarlarında soğukta muhafaza süresince kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir. Hasat edilen mantarlar farklı dozlardaki (0, 1, 2 ve 4 mM) salisilik asit çözeltilere 3 dakika süreyle batırılmıştır. 4 °C ve %90-95 oransal nem içeren depoda 15 gün süreyle muhafaza edilen örneklerde 5 gün aralıkla fiziksel ve biyokimyasal kalite analizleri yapılmıştır. 15 günlük muhafaza süresince mantarlarda salisilik asit uygulamalarının kalite özelliklerini koruduğu saptanmıştır. Salisilik asit uygulamaları kontrol ile karşılaştırıldığında mantarlarda ağırlık kaybını azaltmıştır. Ayrıca bütün dozlar sertlik, toplam antioksidan aktivite ve titre edilebilir asitlik değerlerinin korunmasında etkili olmuştur. Ancak 2 ve 4 mM salisilik asit uygulanan mantarlarda ilerleyen muhafaza süresi ile birlikte kararma meydana geldiğinden bu dozlar kalite kayıplarına neden olmuştur. Yüksek doz uygulanmış şapkalarda meydana gelen kararmalar nedeniyle 1 mM dozlu salisilik asit uygulamasının kalite özelliklerini korumada daha uygun olduğu belirlenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the effects of salicylic acid, which has been used frequently in extending the postharvest life of products in recent years, on the quality of mushrooms during cold storage were investigated. The harvested mushrooms were immersed into the different concentrations of salicylic acid solutions (0, 1, 2 and 4 mM) for three minutes. Physical and biochemical analyses were performed with 5 d intervals during 15 d storage at 4 °C and 90-95% relative humidity room. Salicylic acid treatments were effective on protecting the quality features of mushrooms during the 15 d storage. Salicylic acid treatments reduced weight loss in mushrooms compared to control. In addition, all doses were effective in maintaining firmness, total antioxidant activity and titratable acidity values. However, 2 and 4 mM doses of salicylic acid caused loses in quality as they resulted in browning along with the prolonged storage duration. 1 mM dose of salicylic acid was more suitable on extending the quality of mushrooms as higher doses led to browning on caps.</p> |
| <p>Cite/Atf</p> | <p>Ünal, S., Bağcı, H., Oral, H., & Sabır, F.K. (2023). Salisilik asit uygulamalarının mantarda (<i>Agaricus bisporus</i>) muhafaza süresince kalite özelliklerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 59-70. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1158396</p> |

GİRİŞ

Agaricus bisporus yenilebilir mantarlar içerisinde ekonomik öneme sahip olup, içerdiği besinsel ögeler ile Dünya’da üretim ve tüketimi artan bir türdür. Protein ve demir bakımından zengin olması ile birlikte bioaktif polisakkaritler, antioksidanlar, lif, B1, B2 ve C vitamini içermesi mantara olan talebin artmasına neden olmuştur (Ares ve ark., 2007; Çavuşoğlu, 2018). Ülkemizde ticari olarak mantar yetiştiriciliği 1980’li yıllarda başlamasına karşılık ticari olarak artışın 1990’lı yıllardan sonra hızlandığı, buna bağlı olarak da tüketimin son yıllarda %177 oranında arttığı ifade edilmektedir (Şaran, 2020). 2021 yılı verilerine göre Türkiye’de toplam kültür mantar üretimi 61 460 ton olarak gerçekleşmiştir. Antalya 28 490 ton üretim miktarı ile toplam üretimin yaklaşık %46.4’lük kısmını karşılayarak lider konumdadır. Bu ilimizi sırasıyla Konya (5 938 ton), Isparta (4 550 ton), Afyonkarahisar (3 510 ton) ve Burdur (3 105 ton) illeri izlemektedir (TÜİK, 2022).

Kültür mantarları pazarlama ve dağıtım koşullarında diğer sebze türleri ile karşılaştırıldığında daha hassas bir türdür. Hasat edilen mantarlar raf ömrü koşullarında 1-3 gün, soğukta depolamada (4 °C) ise 4-7 günlük bir ömre sahiptir (Liu ve ark., 2010). Yüksek metabolik aktivite ve solunum hızı ile ürünleri su kaybı, fiziksel ve mikrobiyolojik zararlanmalara karşı koruyan kütikula tabakasının bulunmaması bu ürünlerde raf ömrünü önemli ölçüde kısıtlanmaktadır. Mantarlarda su kaybı, şapka kararması, tekstürel ve mikrobiyal kayıplar ile yaşlanma hasattan sonra kalite kayıplarına neden olan değişimlerdir (Ares ve ark., 2007; Liu ve ark., 2013).

Soğukta depolama hem besinsel özelliklerinin korunması hem de kalitede meydana gelen değişimlerin azaltılmasında yaygın olarak kullanılan bir sistemdir. Ancak uzun süreli soğukta depolama ürünlerde zararlı etkilere neden olabilmektedir. Soğuk depolamaya ek olarak mantarlara sitrik asit, etilendiamin tetra asetik asit (EDTA), hidrojen peroksit ve sodyum hipoklorit gibi maddelerin uygulanması ile ilgili yapılan çalışmalar olduğu belirtilmektedir. Ancak uygulamalardan sitrik asit uygulananlarda şapkalarda sararmaya neden olarak ürünün genel görünümünü olumsuz etkilediği, hidrojen peroksit’in kullanımının birçok ülke tarafından kısıtlanması bu maddelerin kullanılabilirliğini azaltmaktadır (Lagnika ve ark., 2013).

Bahçe ürünlerinde hasat sonrası ömrün uzatılması ve meyve kalite özelliklerinin korunmasında çevre dostu ve insan sağlığına zararlı olmayan uygulamaların önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu uygulamalardan biri olan salisilik asit (SA) özellikle biotik ve abiotik stres koşulları altındaki bitkilerde önemli bir rol oynayan, fizyolojik değişimler ve hastalıklara dayanım mekanizmasını düzenleyen içsel üretilen bir bitkisel hormondur (Davarynejad ve ark., 2015; Giménez ve ark., 2017). Depolama öncesi SA ve türevleri ürünlerin etilen sentezini ve hareketini engelleyerek meyve olgunlaşmasını geciktirdiği ve hasat sonrasında kaliteyi korumada etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca hasat sonrası SA uygulamasının alternatif oksidaz enzim aktivitesini etkileyerek muz, elma gibi birçok üründe solunum oranını önemli ölçüde azalttığı ve hücre duvarının parçalayıcı enzimlerinin sentezini engellediği belirtilmiştir. Ürünlerde hasattan sonra solunum oranındaki azalma meyve olgunlaşmasının ve sonucunda yaşlanmanın gecikmesini sağlamaktadır (Asghari & Aghdam, 2010; Sinha ve ark., 2022).

Sofralık olarak tüketilen taze mantarlarda en önemli kalite özelliklerinden birisi de sertliktir. Bahçe ürünlerinde hasattan sonra yaşlanma bariyer ve turgoritede meydana gelen kayıplar sonucunda hücre zarının yapısındaki değişikliklerle ilişkilidir. Mantarda da hasat sonrası sertlik kaybı veya yumuşama hücre zarında meydana gelen değişimlerle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Ares ve ark., 2007). Hasat sonrası SA uygulamasının Camarosa çilek çeşidinde soğukta muhafazası süresince sertliği korumada etkili olduğu, bu etkinin hücrelerdeki basıncı etkilemesi ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (Shafiee ve ark., 2010).

Bu çalışmada son yıllarda ürünlerin hasat sonrası ömrünün uzatılmasında sıklıkla kullanılmaya başlanan SA’nın kültür mantarlarındaki etkisi incelenmiştir. Soğukta depolama süresince mantarda meydana gelebilecek fiziksel ve kimyasal değişimlere farklı dozlarda SA uygulamalarının etkileri araştırılmış, elde edilen sonuçlara göre muhafaza süresince belirtilen kalite özelliklerinin korunmasında etkili olabilecek dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Konya-Sarayönü'nde yetiştiriciliği yapılan beyaz şapkallı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) kullanılmıştır. Ticari olgunlukta hasat edilen mantarlar uygun koşullarda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkilerine ait laboratuvara getirilmiştir. Burada hasarlanmış ürünler ayıklanarak aynı olgunluğa sahip mantarlar seçilerek 24 saat süreyle ön soğutma yapıldıktan sonra hasat sonrası uygulamalar yapılmak üzere 4 gruba ayrılmıştır.

İlk grup mantarlar saf suya 3 dakika süreyle batırılarak bir süre oda koşullarında kurumak üzere bekletildikten sonra kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Kalan üç grup mantara farklı dozlarda hazırlanan salisilik asit çözeltisi uygulanmıştır. Salisilik asidin moleküler ağırlığına bağlı olarak hazırlanan 1, 2 ve 4 mM'lık çözeltiye homojen dağılımı sağlaması amacıyla %0.01 oranında Tween 20 (yayıcı-yapıştırıcı) eklenmiştir. 3 dakika süreyle salisilik aside batırılan mantarların üzerindeki fazla suyun uzaklaştırılması amacıyla kurutma işlemi yapılmıştır. Bir süre oda koşullarında kurutulan mantarlar köpük tabaklara her tekerrürde 10 adet mantar olacak şekilde yerleştirilip üzerleri streç film ile kapatılarak 4°C'de %90-95 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Mantarlarda depolama başlangıcı ve 5 gün aralıklarla (5, 10 ve 15. günde) depodan çıkartılarak fiziksel ve kimyasal analizler yapılarak kalite değişimleri incelenmiştir.

Mantarların yerleştirildiği tabaklar muhafazanın başlangıcında numaralandırılıp hassas terazide tartılmıştır. Muhafaza süresince analiz günlerinde bu tabaklar çıkarılarak tekrar tartılması ile meydana gelen farklılıklar hesaplanmış ve yüzde ağırlık kaybı (%) olarak belirtilmiştir.

Mantarların sertliği dijital penetrometre (Fruit Pressure Tester FT 327) ile şapka üzerinden farklı iki noktadan konik uç kullanılarak ölçüm yapılmış ve sonuçlar Newton (N) cinsinden verilmiştir.

Depolama süresince mantarlarda meydana gelen renk değişimlerini belirlemek için depodan çıkartılan örneklerin şapka kısmında CR 400 model Minolta marka renk cihazı kullanılarak CIE L* a* ve b* değerleri okunarak gerçekleştirilmiştir. Renk değişimlerini belirlemede L*, Chroma (C*) ve hue açısı (h°) değerleri hesaplanmıştır (McGuire 1992).

Kararma indeksi, muhafaza süresince mantar yüzeyinde meydana gelen renk kararmalarını

$$KI = [100 \times (X - 0.31) / 0.17], X = [(a^* - 1.75 \times L^*) / (5.645 \times L^* + a^* - 3.012 \times b^*)]$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Analiz dönemlerinde her tekerrüre ait mantarlardan yaklaşık 20 gram örnek öğütücü yardımı ile parçalanmış ve 10 dakika 10000 x g'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen örneklerin üstteki berrak kısmı alınarak SÇKM, pH ve titre edilebilir asit miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır (Eissa, 2007; Çavuşoğlu, 2018).

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), her uygulamadaki mantarlardan elde edilen berrak çözeltide el refraktometresi ile ölçülerek sonuçlar % olarak verilmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA) mantarlardan elde edilen suyun 0.1 N NaOH ile pH'sı 8.1 oluncaya kadar titrasyon yöntemi ile belirlenmiş ve sonuçlar sitrik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir (Eissa, 2007). pH değeri dijital pH metre kullanılarak suda yapılan ölçümlerden elde edilmiştir. Blender ile püre haline getirilen mantarlar 25 ml metanol ile homojenize edilerek 16 saat 4 °C'de bekletilerek santrifüj edilmiştir. Elde edilen bu çözelti toplam fenolik madde ve toplam antioksidan analizinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark., 2006).

Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilmiş örnek üzerine Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek çalkalanmış ve 3 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat ilave edilerek 25 °C'de 2 saat inkübe edilen çözeltide 760 nm dalga boyunda okuma gerçekleştirilmiş ve sonuçlar mg 100g⁻¹ olarak verilmiştir (Singleton ve ark., 1999).

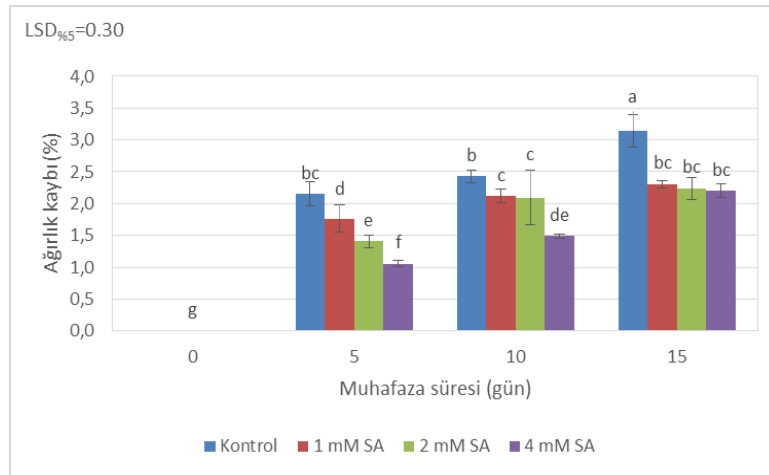
Toplam antioksidan aktivite Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu kullanılarak belirlenmiştir. 150 µL ekstrakt üzerine 2850 µL FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Sonuçlar µmol g⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Benzie & Strain, 1996).

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP 5.0.1 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ($p < 0.05$) göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Muhafaza süresince mantarlarda meydana gelen ağırlık kaybına uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ağırlık kaybında artış meydana gelirken, artışı yavaşlatmada salisilik asit uygulamalarının etkili olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). 15 günlük muhafaza süresi sonunda ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada 4 mM SA en etkili uygulama (%2.20) olarak belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla 2 mM SA (%2.24) ve 1 mM SA (%2.31) uygulamaları takip etmiştir. En fazla ağırlık kaybı kontrol grubu mantarlarda (%3.14) meydana gelmiştir.

Su kaybı ve sonucunda meydana gelen ağırlık kaybı hasat sonrası depolama koşullarında mantar kalitesinin bozulmasında rol oynayan en önemli faktörlerden birisidir. Mantar yüzeyi muhafaza süresince meydana gelen su kaybını önlemede yetersiz kalan ince bir epidermal tabaka ile kaplıdır (Jiang ve ark., 2013). Hasat sonrası salisilik asit uygulamasının meyve ve sebzelerde solunum oranını azaltarak su kaybını yavaşlattığı ve buna bağlı olarak da ağırlık kaybındaki yükselişi geciktirdiği ifade edilmektedir (Ünal ve ark., 2021). Nitekim farklı meyve ve sebze türlerinde yapılan çalışmalarda da salisilik asit uygulamalarının muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybını geciktirmede etkili olduğu belirtilmiştir (Tareen ve ark., 2012; Sabir ve ark., 2013; Erbaş ve ark., 2015; Ünal ve ark., 2021)

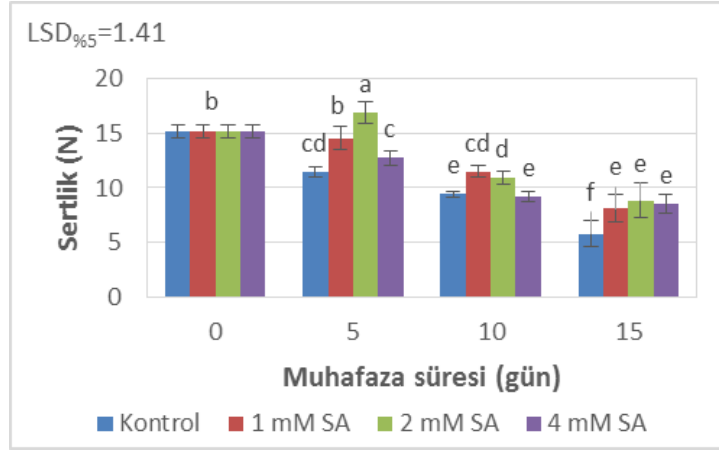


Şekil 1. Farklı dozlarda salisilik asit uygulamalarının soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybı üzerine etkileri

Figure 1. Effects of salicylic acid treatments on the weight loss during cold storage

15 günlük muhafaza süresince mantarlarda sertlik değerinde azalma görülürken, SA uygulamalarının sertliğin korunmasında etkili olduğu ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Muhafaza başlangıcında 15.21 N olarak ölçülen değer, muhafazanın 5. gününde 2 mM SA uygulanmış mantarlarda (16.88 N) en yüksek değere çıkarken, sürenin ilerlemesi ile birlikte azalmaya devam etmiştir. Muhafaza süresi sonunda en yüksek sertlik değeri 2 mM SA uygulamasında (8.84 N) ölçülürken, bu uygulamayı aynı istatistik grupta yer alan 4 mM SA (8.56 N) ve 1 mM SA (8.14 N) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer kontrol grubu mantarlarda (5.8 N) belirlenmiştir. Mantarlarda en önemli kalite kriterlerinden birisi olan tekstürde meydana gelen değişimler hasattan sonra bozulmaların en önemli nedenlerinden birisidir. Mantarlarda hasattan sonra meydana gelen sertlik kaybı büyük oranda hücre büyümesi, yüzeyde kütikula tabakasının bulunmaması ile yüksek su içeriği ve su kaybına bağlıdır (Öz ve ark., 2015). Hasattan sonra sertlikte meydana gelen azalmanın yavaşlatılmasında modifiye atmosfer

paketlenme (Öz ve ark., 2015), Na₂ EDTA, CaCl₂ ve sitrik asit (Khan ve ark., 2014) ve kitosan (Jiang ve ark., 2012) uygulamalarının etkili olduğu bildirilmektedir. Farklı meyve ve sebze türlerinde yapılan çalışmalarda SA uygulamalarının hasattan sonra sertlik kaybını yavaşlattığı belirtilmektedir. SA'nın sertlik üzerine etkisinin hücrelerdeki basıncı etkilemesi ile ilişkili olabileceği ayrıca yumuşamaya neden olan enzimlerin aktivitesini de yavaşlattığı vurgulanmaktadır (Özgan & Sabır, 2018).



Şekil 2. Farklı dozlarda salisilik asit uygulamalarının soğukta muhafaza süresince sertlik üzerine etkileri
Figure 2. Effects of salicylic acid treatments on the firmness during cold storage

15 günlük muhafaza süresince farklı dozlarda SA uygulamalarının mantarlarda SÇKM değerinde meydana gelen değişimlere etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza başlangıcında %5.20 olan değer muhafaza süresince başlangıç değerine göre artış göstermiştir. 15 günlük süre sonunda en yüksek değer kontrol grubu mantarlarda (%6.53) ölçülürken, bunu sırasıyla 4 mM SA (%6.13) ve 2 mM SA (%6.07) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer 1 mM asit SA uygulanmış mantarlarda (%5.93) saptanmıştır.

Çizelge 1. Farklı dozlarda salisilik asit uygulamalarının soğukta muhafaza süresince SÇKM, TEA ve pH değişimlerine etkisi

Table 1. Effects of salicylic acid treatments on SSC, TEA and pH variations during cold storage

| Uygulama | Muhafaza süresi (gün) | | | | |
|-------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| SÇKM | Kontrol | 5.20* | 6.00 | 5.73 | 6.53 |
| LSD ₅ = Ö.D. | 1 mM SA | | 6.00 | 5.87 | 5.93 |
| | 2 mM SA | | 6.13 | 5.93 | 6.07 |
| | 4 mM SA | | 6.00 | 5.67 | 6.13 |
| TEA | Kontrol | 0.34 cd | 0.34 cd | 0.39 ab | 0.40 ab |
| LSD ₅ =0.043 | 1 mM SA | | 0.29 e | 0.37 bc | 0.38 bc |
| | 2 mM SA | | 0.34 cd | 0.33 de | 0.41 ab |
| | 4 mM SA | | 0.31 de | 0.33 de | 0.43 a |
| pH | Kontrol | 6.76 | 7.18 | 6.85 | 6.94 |
| LSD ₅ = Ö.D. | 1 mM SA | | 7.12 | 6.78 | 6.95 |
| | 2 mM SA | | 7.08 | 6.94 | 6.83 |
| | 4 mM SA | | 7.01 | 6.86 | 6.87 |

* Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir. Ö.D.= Önemli değil

Muhafaza süresi sonunda tüm gruplarda TEA miktarında başlangıca göre artış meydana gelmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında %0.34 olan TEA değerinde muhafazanın 5.gününde 2 mM SA uygulaması dışındaki bütün uygulamalarda azalma meydana gelirken, 10 ve 15. günlerde bu uygulamalarda da artış kaydedilmiştir. Muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri 4 mM SA uygulamasında (%0.43) ölçülürken, en düşük değer 1 mM SA uygulanan (%0.38) grupta tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Soğukta muhafaza edilen mantarlarda 15 günlük sürede pH değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 1’de gösterilmiştir. Muhafaza başlangıcında 6.76 olan pH değeri, 5. günde uygulamalara göre değişmekle birlikte artarak 7.18 (kontrol) ile 7.01 (4 mM SA) arasında değişim göstermiştir. 10. günden itibaren bütün uygulamalarda azalan değer muhafaza süresi sonunda en yüksek 1 mM SA uygulamasında ölçülürken (6.95), bunu sırasıyla kontrol (6.94) ve 4 mM SA uygulamaları (6.87) takip etmiştir. En düşük pH değeri 2 mM SA uygulanan mantarlarda (6.83) belirlenmiştir. Muhafaza süresince meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Mantarlarda muhafaza süresince meydana gelen biyokimyasal değişimleri yavaşlatmada salisilik asit uygulamasının özellikle yüksek dozlarının etkili olduğu saptanmıştır. Eissa (2007) farklı dozlarda kitosan uygulanmış mantarlarda muhafaza süresince SÇKM ve TEA miktarında meydana gelen değişimi yavaşlatmada yüksek dozlu kitosan uygulamasının daha etkili olduğunu belirtmiştir. Nasiri ve ark. (2019) soğukta depolama süresince mantarlarda SÇKM değerinde meydana gelen artışı geciktirmede uçucu yağ ve yüzey kaplama uygulamalarının kullanımının etkili olduğu belirtmişlerdir. Muhafaza süresince SÇKM’de meydana gelen artışın önemli nedeninin yüksek solunumun olduğu ayrıca yaşanan mantarlarda hücre duvarı polisakaritleri ve hemiselüloz çözünürlüğünün de bu artışın diğer önemli bir nedeni olduğu belirtilmektedir. Uygulanan salisilik asidin bu değişimleri yavaşlatarak biyokimyasal yapının korunmasına katkı sağladığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Farklı dozlarda salisilik asit uygulamalarının soğukta muhafaza süresince L*, hue açısı ve kararma indeksi değerindeki değişimlerine etkisi

Table 2. Effects of salicylic acid treatments on L*, hue angle and browning index values during cold storage

| | Uygulama | Muhafaza süresi (gün) | | | |
|--------------------------|----------|-----------------------|----------|-----------|----------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Hue açısı | Kontrol | 87.04 a | 86.03 ab | 86.06 ab | 85.56 ab |
| LSD _{5%} = 1.77 | 1 mM SA | | 83.14 c | 85.27 b | 85.23 b |
| | 2 mM SA | | 79.63 d | 79.65 d | 75.12 e |
| | 4 mM SA | | 80.81 d | 75.99 e | 76.35 e |
| L* | Kontrol | 85.82 a | 84.74 ab | 84.67 ab | 83.04 ab |
| LSD _{5%} = 3.16 | 1 mM SA | | 82.13 bc | 84.56 abc | 81.51 c |
| | 2 mM SA | | 76.83 d | 72.30 e | 66.78 g |
| | 4 mM SA | | 76.98 d | 70.71 ef | 68.25 fg |
| Kararma indeksi | Kontrol | *23.49 g | 25.33 fg | 30.21 ef | 30.28 e |
| LSD _{5%} = 4.93 | 1 mM SA | | 33.98 de | 32.28 de | 36.91 d |
| | 2 mM SA | | 44.05 c | 49.81 b | 60.14 a |
| | 4 mM SA | | 43.10 c | 52.18 b | 62.81 a |

* Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Muhafaza süresince mantarlarda meydana gelen renk değişimlerinin belirlenmesi amacıyla hesaplanan hue açısı değerine ait değişimler Çizelge 2’de verilmiştir. Muhafaza süresince şapka renginde meydana gelen kararmaya bağlı olarak azalan hue açısı değerindeki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında 87.04° olarak ölçülen hue açısı değeri muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte özellikle 2 ve 4 mM SA uygulanan mantarlarda

önemli oranda azalırken, kontrol ve 1 mM SA uygulanan mantarlarda azalış daha yavaş gerçekleşmiştir. Muhafaza süresi sonunda en yüksek hue açısı değeri kontrol grubunda (85.56°) ölçülürken, 1 mM SA uygulananlarda (85.23°) bu gruba yakın değer tespit edilmiştir. En düşük hue açısı değeri 2 mM SA uygulanan mantarlarda (75.12°) saptanmıştır.

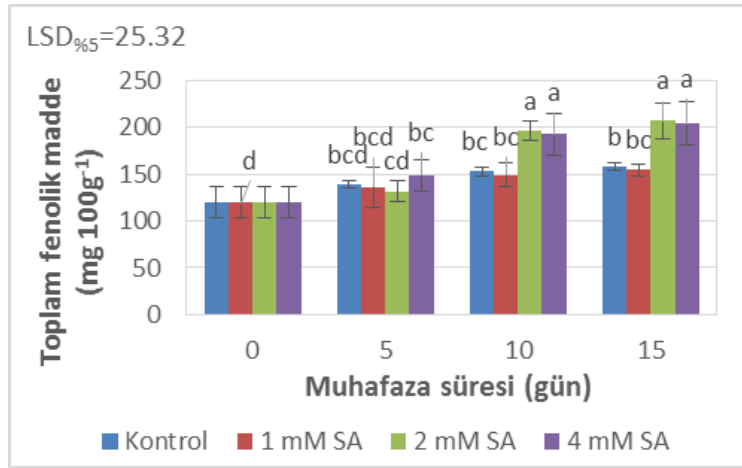
Mantarlarda muhafaza süresince farklı dozlarda SA uygulamalarının parlaklığa olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte hue açısı değerinde meydana gelen azalmaya paralel olarak L^* değerinde de azalma kaydedilmiştir. Muhafaza başlangıcında 85.82 olan değer, muhafaza süresi sonunda en yüksek kontrol grubunda (83.05) ölçülürken, bunu sırasıyla 1 mM SA (81.51) ve 4 mM SA (68.25) uygulamaları takip etmiştir. En düşük L^* değeri 2 mM SA uygulanan mantarlarda (66.78) belirlenmiştir.

Mantarlarda kararma tüketici tercihlerini etkileyen en önemli kriterlerden birisidir. Mantarda L^* değerinin satış ve tüketici tercihlerindeki seviyelerinin sırasıyla 80 ve 69'da fazla olması gerektiği belirtilmektedir (Hu ve ark., 2015). Elde ettiğimiz sonuçlara göre 2 ve 4 mM SA uygulamalarının hem satış hem de tüketici tercihleri için sınır değerlerin altında kalırken, 1 mM SA uygulamasının daha yüksek L^* değerine sahip olduğu ve belirtilen değerlerin üzerinde değere sahip olduğu belirlenmiştir.

15 günlük muhafaza süresince L^* ve hue açısı değerinde meydana gelen azalma ile birlikte mantarlarda kahverengileşme sonucu kararma indeksi değerinin arttığı ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). SA uygulamalarında doz arttıkça kahverengileşmenin ve buna bağlı olarak kararma indeksi değerinin arttığı saptanmıştır. Muhafaza başlangıcında kararma indeksi değeri 23.49 olarak belirlenirken, muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte özellikle 2 ve 4 mM SA uygulanan mantarlarda değerin hızla arttığı saptanmıştır. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek kararma indeksi değeri 4 mM SA uygulamasında (62.81) gerçekleşirken, bunu sırasıyla 2 mM SA (60.14) ve 1 mM SA (36.91) uygulamaları takip etmiştir. En düşük kararma indeksi değeri kontrol grubunda (30.28) belirlenmiştir.

Mantarlarda kararma indeksinin ölçülmesi ile izlenen ve tüketicinin satın alma tercihlerini etkileyen şapka rengi en önemli kalite özelliğidir. Beyaz şapkalı mantarlarda enzimatik değişimler ile mikrobiyal bulaşmalar kararmanın en önemli nedenleri olarak gösterilmektedir (Çavuşoğlu, 2018). 2 ve 4 mM SA uygulanan mantarlarda kararma indeksi değeri oldukça yüksekken, 1 mM SA uygulananlarda bu değerin tüketici tercihlerini etkilemeyecek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Dokhanieh ve Aghdam (2016) tarafından yapılan çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde yüksek dozlu (500 ve 1000 μM) SA uygulamalarının mantarlarda önemli oranda kararmaya neden olduğu, en uygun dozun 250 μM SA olduğu belirtilmiştir.

Soğukta muhafaza edilen mantarlarda muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte fenolik madde miktarı başlangıç değerine göre artarken, meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Muhafazanın başlangıcında $119.42 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenen değerde 5. günde artış başlarken, 10. günden itibaren 2 ve 4 mM SA uygulanmış örneklerde yükseliş çok daha hızlı gerçekleşmiştir (Şekil 3). 15 günlük süre sonunda 2 ve 4 mM SA uygulanan mantarlarda en yüksek fenolik madde miktarı saptanmış ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (sırasıyla 206.92 ve $204.42 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). 1 mM SA ve kontrol grubu mantarlarda daha düşük fenolik madde miktarı tespit edilmiştir (sırasıyla 154.42 ve $158.58 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$).

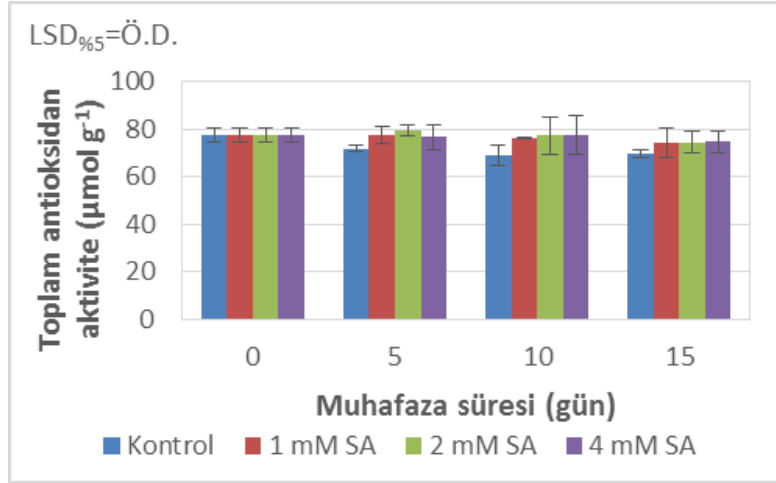


Şekil 3. Farklı dozlarda salisilik asit uygulamalarının soğukta muhafaza süresince toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri

Figure 3. Effects of salicylic acid treatments on the amount of total phenolic compounds during cold storage

Mantarlar besin değeri yüksek bir tür olup, protein, lif, vitamin, mineral, fenolik bileşikler ile antioksidan kaynağıdır. Ayrıca mantarlar düşük yağ içeriği ile ve enerji yoğunluğuna sahiptir. Mantarların kimyasal yapısı çeşitlere göre değişim göstermektedir. Agaricus cinsine ait mantarlarda fenolik bileşikler, terpenoidler, tokoferol ve karotenoidlerin radikal süpürme aktivitesine en önemli katkı yapan bileşenler olduğu belirtilmektedir (Marçal ve ark., 2021). Fenolik bileşiklerin meyvelerde tat ve renk gelişiminden sorumlu ikincil metabolitler olduğu belirtilmektedir (Mahdi, 2020). Bu bileşiklerin sentezi çevresel faktörler ile strese koşullarına göre düzenlenmekte olup genotip, çeşit, yetiştirme koşulları ve kültürel işlemler ile ürünün olgunluğu ve depolama koşullarına göre değişim gösterebilmektedir. Ayrıca hasat sonrası yapılan uygulamaların da yaş meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşiklerin içeriğini düzenlemede etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Ünal, 2021). Mantar ile yapılan çalışmalarda elde ettiğimiz bulguların aksine genel olarak fenolik madde miktarında muhafaza süresince azalma meydana geldiği belirtilmektedir (Alikhani-Koupaei ve ark., 2014; Şaran, 2020). 2 ve 4 mM SA uygulamalarında muhafaza süresince meydana gelen kararmaya bağlı olarak fenolik bileşiklerde artışın daha fazla gerçekleştiği düşünülmektedir.

Soğukta muhafazanın ilk gününde $77.29 \mu\text{mol g}^{-1}$ olarak belirlenen toplam antioksidan aktivite muhafazanın 5. gününde 2 mM SA uygulamasında artarken ($79.51 \mu\text{mol g}^{-1}$), diğer uygulamalarda azalma gerçekleşmiştir. 10. günden itibaren bütün uygulamalarda azalma kaydedilirken, salisilik asit uygulanan mantarlarda azalış daha yavaş meydana gelmiştir. Muhafaza süresi sonunda istatistiksel olarak önemli bulunmamasına karşılık SA uygulanan mantarlarda kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek antioksidan aktivite tespit edilmiştir. 15. günde uygulamalarda toplam antioksidan aktivite $74.54 \mu\text{mol g}^{-1}$, $74.37 \mu\text{mol g}^{-1}$, $74.23 \mu\text{mol g}^{-1}$ ve $69.61 \mu\text{mol g}^{-1}$ (sırasıyla 4 mM SA, 2 mM SA, 1 mM SA ve kontrol) olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Moradi ve ark. (2022) narda SA ve sıcak su uygulamalarının toplam antioksidan aktivite üzerine etkisinin bulunmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 4. Farklı dozlarda salisilik asit uygulamalarının soğukta muhafaza süresince toplam antioksidan aktivite üzerine etkileri

Figure 4. Effects of salicylic acid treatments on the total antioxidant activity during cold storage

Çalışma sonucunda ağırlık kaybındaki artışın yavaşlatılması ve sertlikte meydana gelen azalmanın geciktirilmesinde salisilik asit uygulamalarının etkili olduğu belirlenirken, bu kalite parametrelerinde özellikle daha yüksek dozların etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak hem parlaklık ve hue açısı değeri hem de bu değerlere bağlı olarak değişen kararma indeksi değerinde özellikle 2 ve 4 mM salisilik asit uygulamalarının mantarlarda önemli derecede kararmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süresince bu uygulamalarda artan kararmanın tüketici tercihlerini ve sonucunda ürünlerin pazarlanabilirliğini olumsuz etkileyeceği düşünülmektedir. Çalışma sonucunda bütün kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde 1 mM salisilik asit uygulamasının mantarlarda 15 günlük soğukta depolama süresince kalite özelliklerinde meydana gelen değişimleri yavaşlatmada daha etkili olduğu ve hasattan sonra kalitenin korunmasını sağlayarak muhafaza süresini uzatmaya katkı sağlayabilecek bir uygulama olabileceği belirlenmiştir. Yüksek dozlu salisilik asit uygulamalarının kararmayı engelleyici maddeler ile birlikte kullanımının araştırılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından BİDEB 2209-A programı kapsamında 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

- Alikhani-Koupaei, M., Mazlumzadeh, M., Sharifani, M., & Adibian, M. (2014). Enhancing stability of essential oils by microencapsulation for preservation of button mushroom during postharvest. *Food Science & Nutrition*, 2 (5), 526-533. <https://doi.org/10.1002/fsn3.129>
- Ares, G., Lareo, C., & Lema, P. (2007). Modified atmospheric packaging for the postharvest storage of mushrooms: a review. *Fresh Produce*, 1, 32-40.
- Asghariç, M., & Aghdam, M.S. (2010). Impact of salicylic acid on postharvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 21, 502-509. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.07.009>
- Benzie, I.F., & Strain, J.J. (1996). The Ferric reducing ability of plasma (FRAP) As a measure of "antioxidant power": the Frap. Assay. *Analytical Biochemistry*, 239 (1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Çavuşoğlu, Ş. (2018). Modifiye atmosfer ve metil jasmonat uygulamalarının *Agaricus bisporus*'un hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri. *Mantar Dergisi*, 9 (2), 206-218. <https://doi.org/10.30708/mantar.458800>
- Davarynejad, G.H., Zarei, M., Nasrabadi, M.E., & Ardakani, E. (2015). Effects of salicylic acid and putrescine on storability, quality attributes and antioxidant activity of Plum cv.'Santa Rosa'. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4), 2053-2062. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1232-3>
- Dokhanieh, A.Y., & Aghdam, M.S. (2016). Postharvest browning alleviation of *Agaricus bisporus* using salicylic acid treatment. *Scientia Horticulturae*, 207, 146-151. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.05.025>
- Eissa, H.A. (2007). Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom. *Journal of Food Quality*, 30 (5), 623-645. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00147.x>
- Erbaş, D., Onursal, C.E., & Koyuncu, M.A. (2015). Derim sonrası salisilik asit uygulamasının Aprikoz kayısı çeşidinin soğukta depolanması üzerine etkileri. *Meyve Bilimi*, 2 (2), 50-57.
- Giménez, M.J., Serrano, M., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D., & Guillén, F. (2017). Preharvest salicylic acid and acetylsalicylic acid treatments preserve quality and enhance antioxidant systems during postharvest storage of sweet cherry cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (4), 1220-1228. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7853>
- Hu, Y.H., Chen, C.M., Xu, L., Cui, Y., Yu, X.Y., Gao, H.J., Wang, Q., Liu, K., Shi, Y., & Chen, Q.X. (2015). Postharvest application of 4-methoxy cinnamic acid for extending the shelf life of mushroom (*Agaricus bisporus*). *Postharvest Biology and Technology*, 104, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.03.007>
- Jiang, T., Feng, L., & Li, J. (2012). Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan-glucose complex coating under cold storage. *Food Chemistry*, 131, 780-786. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.087>
- Jiang, T., Feng, L., Zheng, X., & Li, J. (2013). Physicochemical responses and microbial characteristics of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) to gum Arabic coating enriched with natamycin during storage. *Food Chemistry*, 138, 1992-1997. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.043>
- Khan, Z.U., Aisikaer, G., Khan, R.U., Bu, J., Jiang, Z., Ni, Z., & Ying, T. (2014). Effects of composite chemical pretreatment on maintaining quality in button mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 95, 36-41. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.04.001>
- Lagnika, C., Zhang, M., & Mothibe, K.J. (2013). Effects of ultrasound and high pressure on physico-chemical properties of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 82, 87-94. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.03.006>
- Liu, J., Wu, Y.C., Kan, J., Wang, Y., & Ji, C.H. (2013). Changes in reactive oxygen species production and antioxidant enzyme activity of *Agaricus bisporus* harvested at different stages of maturity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 2201-2206. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6027>

- Liu, Z., Wang, X., Zhu, J., & Wang, J. (2010). Effect of high oxygen modified atmosphere on post-harvest physiology and sensorial qualities of mushroom. *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 1097-1103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02199.x>
- Mahdi, İ.M.M. (2020). Danelenmiş Hicaznar (*Punica granatum*) çeşidinde farklı hasat sonrası uygulamaların kalite özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 74 s.
- Marçal, S., Sousa, A.S., Taofiq, O., Antunes, F., Morais, A.M., Freitas, A.C., Barros, L., Ferreira, C.F.R., & Pintado, M. (2021). Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 418-431. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.007>
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27 (12), 1254-1255.
- Moradi, S., Zamani, Z., Moghadam, M.R.F., & Saba, M.K. (2022). Combination effects of preharvest tree net-shading and postharvest fruit treatments with salicylic acid or hot water on attributes of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae*, 304, 111257. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111257>
- Nasiri, M., Barzegar, M., Sahari, M.A., & Niakousari, M. (2019). Efficiency of Tragacanth gum coating enriched with two different essential oils for deceleration of enzymatic browning and senescence of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food Science & Nutrition*, 7 (4), 1520-1528. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1000>
- Öz, A.T., Ulukanli, Z., Bozok, F., & Baktemur, G. (2015). The postharvest quality, sensory and shelf life of a *Agaricus bisporus* in active map. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39 (1), 100-106. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12301>
- Özgan, F., & Sabir, F.K. (2018). Albion ve Kabarla çilek çeşitlerinde derim sonrası salisilik ve oksalik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite özelliklerine etkileri. *Alatarım*, 17 (2), 89-97.
- Sabir, F.K., Yiğit, F., & Taşkın, S. (2013). Fuji elma çeşidinde salisilik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kaliteye olan etkileri. *Alatarım*, 12 (1), 19-25.
- Shafiee, M., Taghavi, T., & Babalar, M. (2010). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124 (1): 40-45. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.004>
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R.M. (1999). *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent*. In: *Methods in Enzymology*, Academic Press, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Sinha, A., Gill, P.P.S., Jawandha, S.K., & Grewal, S.K. (2022). Composite coating of chitosan with salicylic acid retards pear fruit softening under cold and supermarket storage. *Food Research International*, 160, 111724. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111724>
- Şaran, E.Y. (2020). Yenilebilir kaplama malzemelerinin beyaz şapkali kültür mantarında (*Agaricus bisporus*) depolama süresi ve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 64 s.
- Tareen, M.J., Abbasi, N.A., & Hafiz, I.A. (2012). Effect of salicylic acid treatments on storage life of peach fruits cv. 'Flordaking'. *Pakistan Journal of Botany*, 44 (1), 119-124.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu bitkisel üretim istatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 04.08.2022).
- Ünal, S. (2021). Hasat sonrası UV-C uygulamalarının bazı sert çekirdekli meyve türlerinde muhafaza süresince meyve kalitesine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 215 s.

Ünal, S., Küçükbasmacı, Ö.A., & Sabır, F.K. (2021). Salicylic acid treatments for extending postharvest quality of tomatoes maintained at different storage temperatures. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 35 (2), 141-146. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2021.241>

Bazı patlıcan anaç adaylarının tuzluluğa tolerans düzeylerinin belirlenmesi

Determination of salinity tolerance levels of some eggplant rootstock candidates

Hatice Şeyma YÜCEL¹ , Ahmet BALKAYA² , Dilek KANDEMİR¹ , Hakan ARSLAN³ 

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye.

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye.

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|---|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 07.08.2022 Accepted / Kabul: 28.09.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Patlıcan Hibrit anaç Aşılı fide Tuz stresi Büyüme</p> <p>Keywords: Eggplant Hybrid rootstock Grafted seedling Salt stress Growth</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Hatice Şeyma YÜCEL seyma.yucel@omu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Bu araştırmanın amacı, anaç performansları yönünden öne çıkan türler arası melez patlıcan anaç adaylarının, kontrollü koşullarda tuz stresine karşı dayanım düzeylerinin belirlenmesidir. Araştırmada genetik materyal olarak, 0832.STZ.2014 no'lu SAN-TEZ Projesi kapsamında geliştirilmiş olan 8 adet türlerarası melez patlıcan anaç adayı (<i>Solanum melongena</i> x <i>Solanum aethiopicum</i>) değerlendirilmiştir. Ayrıca AGR-703 ve AGR-704 ticari hibrit patlıcan anaçları kullanılmıştır. Aşılı bitkilerin elde edilmesinde Karabey F1 çeşidi de kalem olarak kullanılmıştır. Tuz stresi uygulanan aşılı ve aşısız patlıcan fidelerinde, incelenen kriterler yönünden artan tuz düzeyine bağlı olarak kontrol bitkilerine göre değişen oranlarda azalışlar olduğu belirlenmiştir. Farklı tuz dozları ile oluşturulan tuz stresi aşılı ve aşısız patlıcan fidelerinin bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemiştir. Ancak bu olumsuz tepkiler, anaç/kalem kombinasyonlarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Araştırma sonucunda, fide aşamasındaki aşılı patlıcan genotiplerinin aşısız Karabey çeşidine oranla daha iyi bir performans gösterdiği, tuz stresi koşullarında en iyi performans gösteren kombinasyonların AGR-704/K ticari anaç/kalem kombinasyonu ile RS-5/K ve RS-7/K anaç/kalem kombinasyonlarının olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; anaç kullanımının sadece toprak kökenli biyotik etmenlere karşı değil, abiyotik stres faktörlerine karşı da etkin bir mücadele yöntemi olduğu ve tuz stresinin olumsuz etkilerinin önemli düzeyde azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study aimed to determine the resistance levels of eggplant rootstocks, which were salt stress tolerant under controlled conditions, of interspecies hybrid eggplant rootstock candidates that stand out in terms of many characteristics. As genetic material in the research, 8 interspecies hybrid eggplant rootstock candidates (<i>Solanum melongena</i> x <i>Solanum aethiopicum</i>) developed within the scope of SAN-TEZ Project no. 0832.STZ.2014 was evaluated. In addition, AGR-703 and AGR-704 commercial hybrid eggplant rootstocks were used. Karabey F1 variety was used as a scion in obtaining grafted plants. It was determined that grafted and ungrafted eggplant plants, subjected to salt stress, decreased at varying rates compared to control plants, depending on the increased salt level in terms of the criteria examined. The salt stress created by different salt doses adversely affected the growth and development of grafted and ungrafted eggplant plants. However, these adverse reactions differed depending on rootstock/scion combinations. In conclusion, it was determined that the grafted eggplant genotypes performed better than the ungrafted Karabey variety. The best-performing combinations under salt stress conditions were determined to be AGR-704/K commercial rootstock/scion combination and RS-5/K and RS-7/K rootstock/scion combinations. As a result of the research, It was concluded that rootstock use is an effective control method against soil-based biotic factors and abiotic stress factors: It can significantly reduce the adverse effects of salt stress.</p> |
| Cite/Atıf | Yücel, H.Ş., Balkaya, A., Kandemir, D., & Arslan, H. (2023). Bazı patlıcan anaç adaylarının tuzluluğa tolerans düzeylerinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 71-91. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1158795 |

GİRİŞ

Tropik ve subtropik ekolojilerde ve Akdeniz havzasında yaygın olarak yetiştirilen patlıcan (*Solanum melongena* L.), *Solanaceae* familyasında yer alan önemli bir sebze türüdür (Talhouni ve ark., 2019; Geboloğlu & Ellialtıoğlu, 2022). 2020 yılı verilerine göre dünyada yaklaşık 56.6 milyon ton patlıcan üretimi yapılmaktadır (FAO, 2020). Türkiye ise yaklaşık 832 bin ton üretim miktarı ile dünyada patlıcan yetiştiriciliğinde önemli üretici ülkeler arasında 4. sırada yer almaktadır (TUİK, 2021).

Dünyada patlıcan üretiminde ilk sıralarda yer alan ülkemizde, son yıllarda üretim miktarı bakımından önemli düzeyde azalmaların meydana geldiği görülmektedir. Üretim miktarındaki bu azalmanın en önemli nedenleri olarak yetiştiricilik sırasında karşılaşılan biyotik ve abiyotik stres faktörleri gösterilmektedir (Kıran ve ark., 2015). Tuzluluk ise verim ve kalite kayıplarına neden olan abiyotik stres faktörlerinin başında gelmektedir (Talhouni, 2016; Kıran ve ark., 2017).

Tuz zararı genel olarak bitkilerde, yaprak sayısı ve yaprak alanında azalma, büyümede yavaşlama ve daha kompakt yapıda bitki oluşumu şeklinde etkisini göstermektedir. Ayrıca, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, meyve tat ve kalitesinde bozulmalar ile buna bağlı olarak verimde azalışlar tuz stresinin ortaya çıkardığı diğer etkiler arasında yer almaktadır (Ashraf & Iram, 2005; Kıran ve ark., 2015).

Tuza tolerans bakımından familya, cins ve türler arasında önemli farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait genotipler arasında da farklılıklar göstermektedir (Shalata & Tal, 1998; Kurtar ve ark., 2016). Dünyada ve ülkemizde ekonomik olarak önem taşıyan bitkilerin büyük kısmının tuzluluğa karşı duyarlı olması, bu stres faktörüne karşı toleransı artıracak kültürel uygulamaların ve tolerat çeşitlerin kullanımını zorunlu kılmaktadır (Kıran ve ark., 2015). Türkiye'nin farklı ekolojik koşullarında, gerek açıkta ve gerekse seralarda yetiştiriciliği her geçen gün artan patlıcan bitkisinin; Bresler ve ark. (1982) tarafından tuza duyarlı bir sebze olduğu belirtilmiştir. Bazı araştırmacılar ise patlıcanda verimde kayıpların meydana gelmeye başladığı sulama suyu tuzluluk eşik değerinin 1.5 dS m^{-1} olduğunu bildirmişler ve patlıcanı tuza orta derece duyarlı bir sebze olarak sınıflandırmışlardır (Yaşar, 2003; Akıncı ve ark., 2004; Ünlükara ve ark., 2010).

Abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık amaçlandığında ıslah çalışmalarının süresi uzun olabilmektedir. Çoğu zamanda kalıtımın çok gen tarafından kontrol edilen, kantitatif bir özellik olması nedeniyle de sonuca ulaşmak her zaman mümkün olmamaktadır. Patlıcanda genellikle abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığı sağlayan genlerin yabancı genotiplerde bulunması ve bu özelliklerden bazılarının (acılaşma, meyve etinde kararma gibi) kültürü yapılan çeşitlerde meyve kalitesini olumsuz yönde etkilemesi dayanıklı çeşitlerin ıslah programlarının yürütülmesini yavaşlatmaktadır. Bu durumda alternatif bir çözüm olarak anaç kullanımı ve aşılı bitki ile yapılan yetiştiricilik karşımıza çıkmaktadır (Balkaya, 2014; Talhouni, 2016; Sarıbaş, 2019; Talhouni ve ark., 2019).

Aşılı sebze yetiştiriciliği, anaçların sahip olduğu üstün dayanıklılık özelliklerinden faydalanılarak tuzluluk gibi bir çok abiyotik stres faktörünün olduğu tarımsal alanlarda başarılı şekilde üretime olanak tanımaktadır. Ülkemizin hemen her yöresinde yetiştirilen ve önemli düzeyde genetik çeşitliliğe sahip patlıcanda tuza tolerat genotiplerin belirlenerek çeşit ıslah çalışmalarında kullanılması ve aşılı fide üretiminde anaç çeşit adayları olarak değerlendirilmesi konusunda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlı düzeydedir. Ülkemizdeki yerel genetik potansiyelin değerlendirilmesi ve mevcut gen kaynağı içerisinde tuza tolerat genotiplerin saptanması büyük bir önem taşımaktadır.

Ülkemizde aşılı sebze üretiminde biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı, meyve kalitesini etkilemeyen verimi daha fazla arttırmaya yönelik olarak üniversite ve özel sektör işbirliğiyle yürütülecek olan anaç ıslahı çalışmalarının arttırılmasına büyük bir gereksinim bulunmaktadır (Balkaya, 2014; Kandemir ve ark., 2016; Sarıbaş, 2019).

Anaç olarak tür içindeki istenilen özelliklere sahip olan çeşitler kullanılabilirliği gibi, farklı türler veya tür içi veya türler arası melez anaçlar kullanılabilir. Patlıcanda ilk aşılı çalışması, 1950'li yıllarda *Solanum aethiopicum* anaçları kullanılarak başlamıştır (Oda, 1999; Kandemir ve ark., 2016). Daha sonra farklı yabancı patlıcan türlerinden geliştirilen

anaçlar kullanılmaya başlanmıştır. *Solanum torvum* birçok toprak kökenli patojene karşı dayanıklıdır. Bu anaç, son yıllarda özellikle Avrupa'nın birçok ülkesinde aşılı patlıcan üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak optimum koşullarda dahi uzun sürede ve düşük oranlarda çimlenmektedir (King ve ark., 2010; Gisbert ve ark., 2011a). Ayrıca hipokotilinin kısa olması, aşılama güçlüğüne neden olmakta ve kullanılan kaleme bağlı olarak aşı uyumsuzluğu problemi meydana gelmektedir (Khah, 2005).

Solanum aethiopicum L. *aculeatum* (*Solanum integrifolium* Poir.) yabancı türü, yapılan birçok araştırma sonucunda anaç olarak kötü performans göstermesi nedeniyle, aşılı patlıcan fidesi üretimi için çok umut verici bulunmamıştır (Rahman ve ark., 2002). *Solanum melongena*'ya filogenetik olarak yakın olan *S. aethiopicum* Gilo, Shum veya Kumba grupları ile *Solanum macrocarpon* L. türleri, patlıcan için anaç olarak kullanılmakta olan diğer türler olup bu belirtilen türlerin tohumlarında çimlenme problemi görülmemektedir. Yine bu türler *Fusarium solgunluğu* etmeni, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongena* ile *Ralstonia solanacearum*'a (Gisbert ve ark., 2011b) ve kök-ur nematoduna (Cappelli ve ark., 1995) dayanıklılık göstermektedir. Anaç olarak kullanılan diğer bir tür ise *Fusarium solgunluğu*na dayanıklı olan *Solanum incanum*'dur. Bu türler, kuraklık ile düşük veya yüksek sıcaklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı da değişen düzeylerde tolerans sağlamaktadırlar (Saribaş ve ark., 2019).

Bu çalışmada patlıcan yetiştiriciliğinde aşılamanın ve anaç/kalem kombinasyonlarının farklı tuz konsantrasyonlarında etkileri incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, mevcut türler arası melez patlıcan genotiplerinin farklı konsantrasyonlarda tuza karşı dayanıklılık ve duyarlılık durumları belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2019-2020 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama arazisinde yer alan plastik serada ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü fizyoloji laboratuvarı ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 0832.STZ.2014 no'lu SAN-TEZ (TÜBİTAK TEYDEB 112D039) projesi kapsamında geliştirilmiş, hastalık (*F. oxysporum* f. sp. *melongenae*, *Verticillium dahliae*) ve kök ur nematoduna (*Meloidogyne incognita*) dayanıklılık yönünden öne çıkan; hipokotil özellikleri iyi, aşı tutma oranı ve köklenme düzeyi yüksek olan üstün anaç özelliklerine sahip 8 adet melez (*S. melongena* x *S. aethiopicum*) patlıcan anaçları kullanılmıştır (Balkaya ve ark., 2016). Anaçların performanslarının karşılaştırılabilmesi için ülkemizde aşılı patlıcan fidesi üretiminde yaygın olarak kullanılan AGR-703 F₁ ve AGR-704 F₁ ticari patlıcan anaçları kontrol olarak yer almıştır. Aşılı bitkilerin elde edilmesinde kalem olarak Karabey F1 patlıcan çeşidi kullanılmıştır. Ayrıca denemede aşılı uygulamalara kontrol uygulaması olarak aşısız Karabey F₁ çeşidine ait bitkilerde yer almıştır.

Türler arası melez patlıcan anaç adaylarının (*Solanum melongena* (SM) X *Solanum aethiopicum* (SA)) tuza toleransları

Araştırmaya patlıcan anaçları ve Karabey F1 patlıcan çeşidinin aşılama sonucu, aşılı patlıcan fidelerinin elde edilmesiyle başlanmıştır. Aşılama işlemi 15 Mayıs 2019 tarihinde, Antalya'da özel bir fide üretim tesisinde "tüp aşı" yöntemi kullanılarak tarafımızca yapılmıştır. Tuz uygulaması çalışmaları; serada ve fizyoloji laboratuvarında Mayıs 2019 -Temmuz 2019 tarihleri arasında yürütülmüştür. Denemede, yetiştiricilikte 7 litrelik plastik saksılar ve yetiştirme ortamı olarak torf kullanılmıştır. Her bir saksı eşit miktarda torf ağırlığı olacak şekilde doldurulduktan sonra, saksılar seradaki yerlerine taşınmıştır (Saribaş, 2019). Çalışmanın başlangıcında, sera ortamında bitkilerin yetiştirileceği saksılarda tarla kapasitesi ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Tarla kapasitesinin belirlenebilmesi amacıyla, öncelikle dört saksıya doldurulan torf şebeke suyu ile tamamen doyurularak, saksı altlarındaki deliklerden akan drenaj bitinceye kadar 24 saat süre bekletilmiştir. Ayrıca buharlaşmayı önlemek amacıyla, saksıların üst kısımları streç film ile kapatılmıştır. Drene olabilecek suyun kontrolünün sağlanabilmesi amacıyla saksıların altına plastik kaplar yerleştirilmiştir. Her bir saksı, 0.1 g'a duyarlı terazide tartılmış ve saksının tarla kapasitesi değeri

belirlenmiştir (Ünlükara ve ark., 2008a; Ünlükara ve ark., 2008b). Patlıcan anaçlarına ait aşılı ve kontrol bitkilerine ait aşısız fidelerin dikimleri 31 Mayıs 2019 tarihinde yapılmıştır.

Aşılama işleminden 15 gün sonra bitkilerde tuz uygulamasına başlanmıştır. Denemede 0 dS m⁻¹ (A-kontrol), 2 dS m⁻¹ (B), 4 dS m⁻¹ (C), 6 dS m⁻¹ (D) ve 8 dS m⁻¹ (E) olmak üzere 5 farklı sulama suyu tuzluluğu uygulanmıştır. Tuz kaynağı olarak ise NaCl, CaCl₂ ve MgSO₄ kullanılmıştır (Wilson ve ark., 2002). Tuzlu suların hazırlanmasında, suda eriyebilirlikleri yüksek olan %99 saflıkta MgSO₄, %99 saflıkta CaCl₂ ve %99.5 saflıkta NaCl olan üç farklı tuz kullanılmıştır. Tuzlu suların oluşturulması için gerekli olan tuz miktarlarının belirlenmesinde, 'tuz miktarları programlama' dilinde hazırlanan QBASIC bilgisayar programından yararlanılmıştır. Program, elde edilmek istenen tuz değerinin belirlenebilmesi için kontrol suyuna ilave edilmesi gereken tuz miktarını ve SAR (Sodyum Adsorpsiyon) değerlerini birçok kombinasyonla verebilmektedir. Tuzlu suların içerisine konulacak tuz miktarlarının belirlenmesinde Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR<5) ve Ca/Mg oranı 1/1 olacak şekilde istenilen elektriksel iletkenlik değerleri, QBASIC programı yardımı ile hesaplanmıştır. Ayrıca program ile hesaplanan tuz miktarlarının doğruluğu yani suların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri, Eutech Econ 700 marka iletkenlik ölçer ile ölçülerek kontrol edilmiştir.

Her sulamadan önce tüm saksılar tartılmış ve tarla kapasitesine gelene kadar denemede yer alan farklı tuzluluğa sahip sular ile sulanmıştır. Çalışmada, saksılarda aşırı tuz birikiminin önlenmesi amacıyla sulama suyu ile birlikte %15 oranında yıkama suyu uygulaması da yapılmıştır. Uygulamalar, tuz stresinin etkilerinin tespit edilmesi amacıyla patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında 30 gün süreyle sürdürülmüştür. Deneme tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Ana parselde tuz uygulamaları ve alt parselde genotipler yerleştirilmiştir. Denemede 495 bitki (3 bitki x 3 tekerrür x 5 tuz uygulaması x 11 bitkisel materyal (8 anaç adayı/kalem, 2 ticari anaç /kalem ve 1 adet aşısız kontrol/kalem) kullanılmıştır.

Ümitvar patlıcan anaçları ile aşılanmış olan patlıcan bitkilerinin büyüme parametrelerine ait incelenen özellikler

Araştırmada beş farklı tuz dozu uygulaması ile yetiştirilen bitkilerde, sulama uygulamalarına başladıktan itibaren 30. günde incelenen özellikler aşağıda verilmiştir.

a. Zarar skalası: Patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın düzeyini ortaya koymak amacıyla skala oluşturulmuştur. Bunun için zararlanma derecesine göre bitkilere 0-5 arasında puan verilmiştir (Kuşvuran, 2010).

Buna göre;

0: Bitkinin tuz stresinden hiç etkilenmemesi (kontrol bitkileri)

1: Büyümede yavaşlama, yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma

2: Yapraklarda sararma ve %25 oranında nekrotik lekelenmeler

3: Yapraklarda %25–50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökülmesi

4: Yapraklarda %50–75 oranında nekroz ve ölümlerin görülmesi

5: Yapraklarda %75–100 oranında şiddetli nekrozların görülmesi veya bitkinin tamamen ölmesi şeklinde tanımlanmıştır.

b. Bitki boyu (cm): Bitki kök boğazından büyüme ucuna kadar olan mesafe cetvel yardımıyla ölçülerek belirlenmiştir.

c. Gövde çapı (mm): Gövde çapı dijital bir kumpas yardımıyla aşılı bölgesinin yaklaşık olarak 2 cm üzerinden ölçülmüştür.

d. Yaprak sayısı/bitki (adet): Tuz uygulamasındaki aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinde yaprak sayımı yapılmıştır. Minyatür büyüklükteki yapraklar (2 cm'den kısa) bu sayıya dahil edilmemiştir. Ayrıca tuzdan oluşan zararın daha iyi ortaya konulabilmesi için bitki üzerindeki kuru yaprak sayıları da belirlenmiştir.

e. Yaş yaprak ağırlığı (g): Uygulamalardaki bitkilerden alınan yapraklar hassas terazide (0.001 g) tartılarak yaş ağırlıkları saptanmıştır.

f. Yaş gövde ağırlığı (g): Bitkilerin hassas terazide (0.001 g) tartılan yaş gövde ağırlıklarıdır.

g. Yaş kök ağırlığı (g): Sökümü yapılan bitkilerin kök kısımları, musluk suyu altında yıkanarak temizlenmiş, temizlenen kök kısımları kurutma kağıdı ile iyice kurularak 15 dakika süreyle oda koşullarında bırakılmış ve daha sonra kökler hassas terazide (0.001 g) tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir.

h. Toplam bitki yaş ağırlığı (g): Kantitatif analizler için alınan bitkiler, hassas terazide (0.001 g) tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir.

i. Toplam klorofil içeriği (SPAD): Klorofil ölçümü Apogee CCM-200 marka klorofilmetre cihazı ile yapılmıştır (Kapur, 2010). SPAD değeri 0'a yaklaştıkça sarı renk, 50 ve üzeri değeri ise koyu yeşil renk tonlarını ifade etmektedir (Korkmaz ve Dufault, 2001).

j. Yaprak oransal su içeriği (%): Sanchez ve ark. (2004) ve Türkan ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Buna göre 30. günün sonunda aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerden alınan 10 adet yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi amacıyla önce taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık (g) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlık değerleri aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSİ = (Taze Ağırlık - Kuru Ağırlık) / (Turgor Ağırlığı - Kuru Ağırlık) \times 100$$

k. Yaprak dokularındaki iyon sızıntısı: İyon sızıntısı analizi, her bir genotip için tuz uygulamasından 30 gün sonra yapılmıştır. İyon sızıntısı, Lutts ve ark. (1996)'nin bildirdiği yöntemle yapılmıştır. Olgunluk aşamasındaki yapraklardan 4 mm çapında ve toplam 0.2 g olacak şekilde örnekler alınmıştır. Ardından 10 ml saf su içeren deney tüplerine örnekler transfer edilmiştir. Daha sonra 25°C sıcaklıkta hazırlanmış olan su banyosunda 2 saat süreyle bekletilmiştir. Bekletme işleminin sonunda, ortamın elektrik iletkenliği Eutech Econ 700 marka EC metre ile ölçülmüştür (EC1). Ölçümden sonra alınan örnekler, 121°C de, 20 dakika süreyle otoklavlanmıştır. Bu işlemden sonra örnekler, 25°C'ye kadar soğutulmuş ve bu ortamdaki elektrik iletkenliği değerleri ölçülmüştür (EC2). Elde edilen bu değerlere göre; iyon sızıntısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{İyon Sızıntısı} = (EC1/EC2) \times 100$$

l. İyon analizleri: Kontrol ve tuz uygulamalarının her bir tekrarından tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkinin Nave K iyon analizleri Kacar (1984)'a göre yapılmıştır. Etüvde 48 saat süresince kurutulan bitki örnekleri değirmende öğütülmüştür. Öğütülen bu örneklerden 0.2 g alınarak 6 saat boyunca 550°C'de kül fırınında yakılmıştır. Yakma işleminden sonra elde edilen kül 1/33'lük HCl'de çözündürülmüş ve mavi bant filtre kağıdı kullanılarak filtre edilerek ekstraksiyon süzümü elde edilmiştir. Elde edilen süzüklerde Na ve K Atomik Absorbsiyon Spektrometre cihazında ölçülmüştür.

İstatistiksel analizler

Verilere SAS-JMP 5.01 istatistik paket programı yardımıyla varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Doz ve genotip uygulamaları ile doz x genotip interaksyonu yönünden istatistiksel olarak önemli bulunan parametrelerde DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırmalar yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tuz stresi skala değerleri

Aşılı ve aşısız patlıcan kombinasyonlarında tuz stresi uygulamasıyla (8 dS m⁻¹) ortaya çıkan zararlanmanın düzeyini ortaya koymak amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Buna göre farklı patlıcan genotiplerinin 8 dS m⁻¹ dozundaki tuz stresinde almış oldukları skala değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarının tuz stresi zararı (8 dS m⁻¹) skala değerleri (0-5)

Table 1. Salt stress damage (8 dS m^{-1}) scale values of grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations (0-5)

| Anaç | Skala Değeri | Anaç | Skala Değeri | Anaç | Skala Değeri |
|--------|--------------|--------|--------------|-----------|--------------|
| RS-1/K | 1.75 d* | RS-5/K | 1.50 e | AGR-703/K | 2.00 c |
| RS-2/K | 2.50 b | RS-6/K | 1.75 d | AGR-704/K | 1.25 f |
| RS-3/K | 2.75 a | RS-7/K | 2.00 c | Karabey | 2.50 b |
| RS-4/K | 2.50 b | RS-8/K | 2.75 a | | |

*Aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur ($p < 0.01$).

Bitkilerin tuz stresine göstermiş oldukları tepkilerin şiddeti, patlıcan anaçları arasında önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Çalışma sonucunda, AGR-704/K anaç/kalem kombinasyonunun 1.25 skala puanı ile 8 dS m^{-1} dozundaki tuz stresinden en az düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Tuz stresi zararı skala puanları yönünden AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunu; RS-5 (1.50), RS-6 (1.75) ve RS-1 (1.75) anaç/kalem kombinasyonları takip etmiştir (Çizelge 1). Araştırma sonucunda RS-3, RS-8, RS-2, RS-4 anaç/kalem kombinasyonlarının ve aşısız Karabey çeşidinin, 8 dS m^{-1} dozundaki tuz stresinden en fazla zarar gördüğü tespit edilmiştir. Daşgan ve ark. (2006), domateste ve kavunda yapılan tuz çalışmalarında skala değerlerinin genotiplerin seçiminde önemli bir parametre olabileceğini ifade etmiştir.

Bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı

Araştırma sonucunda patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında, farklı tuz konsantrasyonlarında belirlenen bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında farklı tuz dozlarına göre bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı değerlerinin değişimleri

Table 2. Variation of plant height, stem diameter and number of leaves according to different salt doses in grafted and ungrafted eggplant rootstocks

| Anaç x Doz | Bitki Boyu (cm) | Gövde Çapı (mm) | Yaprak Sayısı (Adet) | | | |
|------------|-----------------|-----------------|----------------------|----------|-----------|-----------|
| RS-1/K x A | 58.83 a-c | 10.35 ab | 11.33 e-l | | | |
| RS-1/K x B | 46.83 q-t | 9.46 f-k | 12.33 b-h | | | |
| RS-1/K x C | 45.88 q-u | 50.48 de | 9.13 h-n | 9.03 d-g | 12.00 b-j | 10.81 b-d |
| RS-1/K x D | 53.41 f-k | 8.03 rs | 8.88 s-v | | | |
| RS-1/K x E | 47.40 o-t | 8.22 q-s | 9.55 n-u | | | |
| RS-2/K x A | 56.91 b-g | 9.71 c-h | 12.11 b-i | | | |
| RS-2/K x B | 55.33 b-i | 9.28 g-m | 13.55 ab | | | |
| RS-2/K x C | 43.58 t-v | 53.40 ab | 9.53 e-k | 9.19 b-d | 11.10 g-m | 11.35 ab |
| RS-2/K x D | 59.16 ab | 9.44 f-k | 10.99 h-n | | | |
| RS-2/K x E | 52.03 im | 7.99 r-t | 8.99 r-v | | | |
| RS-3/K x A | 53.55 f-k | 9.37 f-m | 12.77 a-e | | | |
| RS-3/K x B | 48.86 l-r | 9.08 i-n | 12.22 b-i | | | |
| RS-3/K x C | 46.83 q-t | 49.56 ef | 8.40 o-r | 8.87 fg | 9.22 q-v | 10.53 c-d |
| RS-3/K x D | 51.91 i-n | 9.09 h-n | 9.55 n-u | | | |
| RS-3/K x E | 45.91 qu | 8.27 q-s | 8.88 s-v | | | |
| RS-4/K x A | 55.33 b-i | 9.39 f-m | 12.55 a-g | | | |
| RS-4/K x B | 44.15 s-v | 51.00 de | 9.56 e-k | 9.22 b-d | 11.10 g-m | 10.50 cd |
| RS-4/K x C | 52.50 h-l | 9.68 c-i | 10.55 j-r | | | |
| RS-4/K x D | 53.56 f-k | 8.53 n-r | 10.44 k-r | | | |

Çizelge 2 (devamı). Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında farklı tuz dozlarına göre bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı değerlerinin değişimleri

Table 2 (continued). Variation of plant height, stem diameter and number of leaves according to different salt doses in grafted and ungrafted eggplant rootstocks

| | | | | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| RS-4/K x E | 49.46 k-q | | 8.94 k-p | | 7.88 v | |
| RS-5/K x A | 61.96 a | | 10.19 a-d | | 13.10 a-c | |
| RS-5/K x B | 44.08 s-v | | 9.70 c-i | | 13.44 ab | |
| RS-5/K x C | 48.25 m-s | 53.03 bc | 8.77 m-q | 9.34 a-c | 11.22 f-m | 11.64 a |
| RS-5/K x D | 57.01 b-g | | 9.49 f-k | | 10.44 k-r | |
| RS-5/K x E | 53.86 e-j | | 8.58 n-r | | 9.99 l-u | |
| RS-6/K x A | 53.00 g-l | | 9.47 f-k | | 12.00 a-c | |
| RS-6/K x B | 41.03 v | | 9.53 e-k | | 11.66 c-k | |
| RS-6/K x C | 49.58 k-q | 48.51 f | 9.78 b-g | 9.14 c-e | 11.33 e-l | 11.05 a-d |
| RS-6/K x D | 51.25 i-p | | 8.41 o-r | | 10.15 k-t | |
| RS-6/K x E | 47.71 n-t | | 8.53 n-r | | 9.11 r-v | |
| RS-7/K x A | 58.45 a-d | | 9.52 f-k | | 12.77 a-e | |
| RS-7/K x B | 46.68 q-u | | 10.15 a-e | | 12.88 a-d | |
| RS-7/K x C | 49.16 l-r | 52.04 b-d | 9.13 h-n | 9.39 ab | 10.77 i-q | 11.15 a-c |
| RS-7/K x D | 56.33 b-h | | 9.58 d-j | | 10.21 k-t | |
| RS-7/K x E | 52.58 h-l | | 8.57 n-r | | 9.30 p-v | |
| RS-8/K x A | 57.91 a-e | | 9.50 f-k | | 12.55 a-g | |
| RS-8/K x B | 49.91 j-q | | 9.92 a-f | | 10.88 h-p | |
| RS-8/K x C | 49.66 j-q | 51.28 c-e | 8.44 o-r | 9.08 d-f | 11.55 c-k | 11.06 a-d |
| RS-8/K x D | 51.50 i-o | | 8.78 m-q | | 11.10 g-m | |
| RS-8/K x E | 47.40 o-t | | 8.79 l-q | | 9.22 q-v | |
| AGR-703/K x A | 58.00 a-e | | 9.51 f-k | | 12.99 a-c | |
| AGR-703/K x B | 54.66 c-i | | 10.24 a-c | | 13.88 a | |
| AGR-703/K x C | 53.58 f-k | 54.95 a | 8.94 k-p | 9.54 a | 11.44 d-l | 11.19 a-c |
| AGR-703/K x D | 55.00 b-i | | 9.77 b-g | | 8.55 uv | |
| AGR-703/K x E | 53.50 f-k | | 9.27 g-m | | 9.11 r-v | |
| AGR-704/K x A | 57.58 b-f | | 9.41 f-l | | 12.10 b-i | |
| AGR-704/K x B | 47.20 p-t | | 10.52 a | | 10.22 k-t | |
| AGR-704/K x C | 42.50 uv | 49.79 ef | 7.40 t | 8.94 e-g | 10.99 h-n | 10.41 d |
| AGR-704/K x D | 52.00 i-m | | 9.00 j-o | | 9.66 m-u | |
| AGR-704/K x E | 49.70 j-q | | 8.37 p-r | | 9.10 r-v | |
| Karabey x A | 58.25 a-d | | 9.83 b-g | | 9.44 o-v | |
| Karabey x B | 45.88 q-u | | 9.27 g-m | | 9.33 p-v | |
| Karabey x C | 45.00 r-v | 49.89 ef | 9.09 h-n | 8.84 g | 9.22 q-v | 8.97 e |
| Karabey x D | 54.50 d-i | | 7.71 st | | 8.88 s-v | |
| Karabey x E | 45.88 q-u | | 8.45 o-r | | 7.99 v | |
| A (0 dS m ⁻¹) | 57.25 a | | | 9.65 a | | 12.24 a |
| B (2 dS m ⁻¹) | 47.69 d | | | 9.70 a | | 11.95 a |
| C (4 dS m ⁻¹) | 47.87 d | | | 8.93 b | | 10.85 b |
| D (6 dS m ⁻¹) | 54.15 b | | | 8.89 b | | 9.89 c |
| E (8 dS m ⁻¹) | 49.37 c | | | 8.54 c | | 8.99 d |
| Anaç | ** | | ** | | ** | ** |
| Doz | ** | | ** | | ** | ** |
| Anaç x Doz | ** | | ** | | ** | ** |

*: p<0.05, **: p<0.01.

Çalışmada uygulanan tuz dozlarının bitki boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. En uzun bitki boyu 57.25 cm ile kontrol (0 dS m⁻¹) uygulamasında, en kısa bitki boyu ise 47.87 cm ile 4 dS m⁻¹ doz uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 2). Yaşar (2003), tuz stresi uygulanan patlıcan bitkisinde bitki boyundaki azalmanın dayanıklılığı belirlemede önemli bir parametre olduğunu ve tuza dayanımı az olan bitkilerin boylarının da azaldığını bildirmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilerin boylarındaki azalış, strese karşı ilk belirti olarak ortaya çıkmaktadır (Munns & Termaat, 1986). Araştırma sonucunda da kontrol bitkilerinin boyu, tuz uygulanan bitkilerin boyundan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışmada aşılı patlıcan bitkilerinde farklı patlıcan anaçları arasında da tuz stresine dayanım yönünden istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Anaçlar arasında en uzun bitki boyu 54.95 cm ile AGR-703 anaç/kalem kombinasyonunda ölçülmüştür. Patlıcan anaç adayları arasında en yüksek bitki boyu, RS-2 anaç/kalem kombinasyonunda 53.4 cm olarak saptanmıştır. En kısa bitki boyu ise 48.51 cm ile RS-6 anaç/kalem kombinasyonunda ölçülmüştür. Yetişir & Uygur (2009), bitki boyunun genotiplere, tuz seviyesine ve bunların interaksiyonuna bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda da istatistiksel analiz sonucunda genotip x doz interaksiyonu arasındaki farklılık çok önemli bulunmuştur. En uzun bitki boyu 61.96 cm ile RS-5 anaç/kalem kombinasyonunun kontrol uygulamasında ölçülmüştür. En kısa bitki boyu ise ortalama 41.03 cm ile RS-6 anaç/kalem kombinasyonunun 2 dS m⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Tuz stresi karşısında bitkinin gövde çapında azalmalar meydana gelebileceği ancak stresin bitki çapı gelişimine bitki boyu ve yaprak sayısına oranla daha az etkili olduğu bildirilmiştir (Neves ve ark., 2004). Ünlükara ve ark. (2010), patlıcanda artan tuz konsantrasyonlarının gövde çapı değerlerinde azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Takagi ve ark. (2009), tuz stresinin domateste bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini, gövde çapında azalmalara neden olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise 200 mM tuz uygulanan ve uygulanmayan ortamlarda yetiştirilen kavun genotiplerinde gövde çaplarındaki değişimler incelenmiş, tuz stresinin kavun genotiplerinin gövde çapında azalmalara neden olduğu belirlenmiştir (Kuşvuran, 2010). Araştırma sonuçları da tuz dozlarının patlıcan gövde çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli olduğunu göstermiştir. En yüksek gövde çapı 9.70 mm (2 dS m⁻¹) ve 9.65 mm (0 dS m⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir. En düşük gövde çapı değeri ise 8.54 mm ile 8 dS m⁻¹ uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 2).

Gövde çapı parametresi bakımından aşılı bitkilerin, aşısız Karabey çeşidine göre daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Nitekim Canizares ve ark. (2000), Zeng ve ark. (2004), El-Shraiy Nafeh ve ark. (2011)'de tuz stresi altında aşılı bitkilerdeki büyüme parametrelerinin, aşısız olanlara göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda gövde çapı üzerine anaç x doz interaksiyonu istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. En yüksek gövde çapı değeri (10.52 mm) AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunun 2 dS m⁻¹ konsantrasyonuna sahip tuz uygulamasında belirlenirken, en düşük gövde çapı değeri (7.40 mm) AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunun 4 dS m⁻¹ uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 2).

Tuz stresi etkisini genel olarak büyümede yavaşlama, yaprak alanı ve yaprak sayısında azalma şeklinde göstermektedir (Greenway & Munns, 1980; Shanannon & Grieve, 1999; Asraf, 2004; Yaşar & Ellialtıoğlu, 2008). Yaprak sayısı bakımından yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda uygulanan tuz dozlarının yaprak sayısı üzerine çok önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda yapılan diğer çalışmalarla uyumlu sonuçlar elde edilmiş ve uygulanan doz ile yaprak sayıları arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yaprak sayısı kontrol (0 dS m⁻¹) dozunda, en düşük yaprak sayısı ise en yüksek doz uygulaması olan 16 dS m⁻¹ dozunda belirlenmiştir. Anaçların yaprak sayısı üzerine etkisinin de çok önemli düzeyde olduğu saptanmıştır. En fazla yaprak sayısının ortalama 11.64 adet ile RS-5 anaç/kalem kombinasyonuna ait olduğu, en düşük yaprak sayısının ise 8.97 adet ile aşısız Karabey çeşidine ait olduğu tespit edilmiştir. Anaç x doz interaksiyonu bakımından yapılan değerlendirmede en yüksek yaprak sayısı AGR-703 anaç/kalem kombinasyonunun 2 dS m⁻¹ dozunda belirlenmiş, en düşük yaprak sayısı ise RS-4 anaç/kalem kombinasyonu ve aşısız Karabey çeşidinin 8 dS m⁻¹ dozunda tespit edilmiştir.

Yaprak, gövde, kök ve toplam bitki yaş ağırlığı değerleri

Farklı tuz konsantrasyonlarında yapılan sulama uygulamalarına göre aşılı ve aşısız patlıcan genotiplerine ait yaprak yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve toplam bitki yaş ağırlığı değerleri Çizelge 3’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Araştırmada, yaş ağırlık değerleri genel olarak sulama suyu tuzluluk dozu ile ters orantı göstermiştir.

Çizelge 3. Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında yaprak yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve toplam bitki yaş ağırlık değerlerinin değişimi

Table 3. Variation of leaf fresh weight, stem fresh weight, root fresh weight and total plant fresh weight values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| Anaç x Doz | Yaprak Yaş Ağırlığı (g) | Gövde Yaş Ağırlığı (g) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Toplam Bitki Yaş Ağırlığı (g) | | | | |
|------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-------|----------|------------|-----------|
| RS-1/K x A | 41.18 j | 48.68 a-c | 40.64 | 130.50 h-j | | | | |
| RS-1/K x B | 36.59 lm | 40.74 ı-n | 53.46 | 130.79 hı | | | | |
| RS-1/K x C | 25.61 p-s | 28.73 h | 43.32 e-j | 41.59 cd | 42.12 | 37.79 c | 111.05 mn | 107.36 d |
| RS-1/K x D | 21.75 v-y | 38.58 m-q | 26.69 | 87.02 v-y | | | | |
| RS-1/K x E | 18.56 A-B | 36.64 q-t | 22.28 | 77.48 z-B | | | | |
| RS-2/K x A | 46.58 gh | 45.97 c-e | 45.35 | 137.90 d-h | | | | |
| RS-2/K x B | 44.73 hı | 43.31 e-j | 53.97 | 142.01 c-f | | | | |
| RS-2/K x C | 25.75 p-r | 31.37 ef | 43.35 e-ı | 40.99 de | 36.72 | 38.41 bc | 105.82 no | 110.97 bc |
| RS-2/K x D | 21.27 x-z | 35.40 r-t | 33.11 | 89.78 t-v | | | | |
| RS-2/K x E | 18.54 A-B | 36.93 q-t | 23.91 | 79.38 y-B | | | | |
| RS-3/K x A | 50.98 b-e | 48.47 a-c | 45.69 | 145.14 b-d | | | | |
| RS-3/K x B | 48.30 fg | 40.25 k-p | 61.91 | 150.46 ab | | | | |
| RS-3/K x C | 25.35 p-s | 32.80 d | 36.05 q-t | 39.53 f | 34.47 | 38.13 bc | 95.87 p-t | 110.47 bc |
| RS-3/K x D | 22.60 t-x | 38.01 n-r | 25.46 | 86.07 v-y | | | | |
| RS-3/K x E | 16.80 B-C | 34.91 s-u | 23.13 | 74.84 AB | | | | |
| RS-4/K x A | 36.65 lm | 49.37 ab | 39.07 | 125.09 ı-k | | | | |
| RS-4/K x B | 43.82 ı | 42.42 f-l | 57.08 | 143.32 b-e | | | | |
| RS-4/K x C | 29.09 no | 30.96 ef | 40.27 k-p | 40.61 e | 36.73 | 38.36 bc | 106.09 no | 108.47 cd |
| RS-4/K x D | 23.83 q-w | 34.58 tu | 29.39 | 87.80 u-x | | | | |
| RS-4/K x E | 21.45 w-y | 36.43 q-t | 23.55 | 81.43 x-A | | | | |
| RS-5/K x A | 49.41 c-f | 49.16 ab | 43.93 | 142.50 c-f | | | | |
| RS-5/K x B | 50.38 b-f | 43.61 e-h | 52.38 | 146.37 a-c | | | | |
| RS-5/K x C | 39.98 jk | 37.47 b | 41.20 h-m | 42.86 b | 37.80 | 38.48 bc | 118.98 kl | 118.81 a |
| RS-5/K x D | 23.97 q-v | 40.58 j-n | 30.28 | 94.83 q-u | | | | |
| RS-5/K x E | 23.63 r-x | 39.78 l-p | 28.00 | 91.41 r-v | | | | |
| RS-6/K x A | 44.02 ı | 50.98 a | 44.26 | 139.26 c-g | | | | |
| RS-6/K x B | 34.35 m | 41.57 g-l | 56.07 | 131.99 g-ı | | | | |
| RS-6/K x C | 30.68 n | 30.09 g | 41.01 h-m | 41.81 cd | 45.75 | 39.74 b | 117.44 k-m | 111.65 b |
| RS-6/K x D | 23.30 s-x | 37.55 p-s | 27.07 | 87.92 u-x | | | | |
| RS-6/K x E | 18.11 A-B | 37.98 n-r | 25.58 | 81.67 w-A | | | | |
| RS-7/K x A | 55.47 a | 48.27 a-c | 41.86 | 145.60 a-c | | | | |
| RS-7/K x B | 52.32 b | 48.19 bc | 52.61 | 153.12 a | | | | |
| RS-7/K x C | 38.43 kl | 38.34 a | 42.57 f-k | 44.32 a | 39.47 | 36.64 c | 120.47 kl | 120.06 a |
| RS-7/K x D | 22.09 u-y | 42.00 g-l | 26.97 | 91.06 r-v | | | | |
| RS-7/K x E | 23.42 r-x | 40.59 ı-n | 26.06 | 90.07 s-v | | | | |
| RS-8/K x A | 49.20 d-f | 44.05 d-g | 43.09 | 136.34 e-h | | | | |
| RS-8/K x B | 35.85 m | 31.75 e | 36.00 q-t | 36.83 g | 45.07 | 33.82 d | 116.92 lm | 102.41 e |
| RS-8/K x C | 26.21 pq | 36.45 q-t | 35.16 | 97.82 p-r | | | | |

Çizelge 3 (devamı). Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında yaprak yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve toplam bitki yaş ağırlık değerlerinin değişimi

Table 3 (continued). Variation of leaf fresh weight, stem fresh weight, root fresh weight and total plant fresh weight values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------|----------|-----------|-----------|
| RS-8/K x D | 27.35 op | 35.26 r-t | 21.41 | 84.02 v-z | | | | |
| RS-8/K x E | 20.15 y-A | 32.43 uv | 24.39 | 76.97 z-B | | | | |
| AGR-703/K x A | 51.16 b-d | 49.30 ab | 42.84 | 143.30 b-e | | | | |
| AGR-703/K x B | 51.15 b-d | 43.14 f-j | 36.07 | 130.36 h-j | | | | |
| AGR-703/K x C | 30.95 n | 36.80 b | 40.56 j-n | 42.19 bc | 34.66 | 32.92. d | 106.17 no | 111.91 b |
| AGR-703/K x D | 25.38 p-s | 40.33 k-o | 24.89 | 90.60 r-v | | | | |
| AGR-703/K x E | 25.37 p-s | 37.63 o-s | 26.16 | 89.16 t-w | | | | |
| AGR-704/K x A | 48.73 e-g | 44.95 d-f | 49.07 | 142.75 c-f | | | | |
| AGR-704/K x B | 40.80 jk | 40.05 k-p | 62.80 | 143.65 b-e | | | | |
| AGR-704/K x C | 24.73 q-t | 30.69 fg | 36.44 q-t | 37.59 g | 41.45 | 41.90 a | 102.62 op | 110.19 bc |
| AGR-704/K x D | 24.40 q-u | 36.30 q-t | 36.78 | 97.48 p-s | | | | |
| AGR-704/K x E | 14.83 C | 30.23 vw | 19.41 | 64.47 C | | | | |
| Karabey x A | 50.27 b-f | 46.63 b-d | 38.48 | 135.38 f-h | | | | |
| Karabey x B | 51.72 bc | 35.95 q-t | 35.34 | 123.01 j-l | | | | |
| Karabey x C | 34.48 m | 35.46 c | 34.50 tu | 35.30 h | 30.92 | 28.18 e | 99.90 o-q | 98.94 f |
| Karabey x D | 21.92 v-y | 31.44 v | 18.58 | 71.94 BC | | | | |
| Karabey x E | 18.93 z-B | 27.98 w | 17.59 | 64.50 C | | | | |
| A (0 dS m ⁻¹) | 47.60 a | 47.80 a | 43.11 b | 138.52 a | | | | |
| B (2 dS m ⁻¹) | 44.54 b | 41.38 b | 51.43 a | 137.45 a | | | | |
| C (4 dS m ⁻¹) | 30.11 c | 39.61 c | 37.75 c | 107.45 b | | | | |
| D (6 dS m ⁻¹) | 23.44 d | 37.27 d | 27.33 d | 88.04 c | | | | |
| E (8 dS m ⁻¹) | 19.98 e | 35.59 e | 24.18 e | 79.21 d | | | | |
| Anaç | ** | ** | ** | ** | | | | |
| Doz | ** | ** | ** | ** | | | | |
| Anaç x Doz | ** | ** | ** | ** | | | | |

*: p<0.05, **: p<0.01.

Tuz stresinin bitki biyokütlesini azalttığına yönelik çok sayıda literatür mevcuttur. Mata-Gonzalez & Melendez-Gonzalez (2005), yapmış oldukları çalışmada yaprak ve gövde ağırlığının kontrol bitkilerinde tuz uygulanan bitkilere göre 7.5-9 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Yaprakların dokularının genel olarak gövde dokusuna göre tuz stresine daha duyarlı oldukları, kök dokularına göre ise oldukça fazla etkilenen yapıda olduklarını söylemek mümkündür (Gluffrida ve ark., 2009). Patlıcanda artan NaCl miktarı, bitkilerin taze ağırlıklarında azalmalara neden olmuş, bu durum genotipler arasında farklılıklar göstermiştir (Yaşar, 2003; Akinci & Lösel, 2012). Çalışmamızda da literatürlere benzer şekilde yaprak yaş ağırlıkları uygulanan tuz dozları arttıkça belirgin olarak azalış göstermiştir (Çizelge 3). Yaş yaprak ağırlığı bakımından dozlar arasında çok önemli farklılıklar olduğu yapılan istatistik analizler sonucunda belirlenmiştir. En yüksek yaprak yaş ağırlığı değeri kontrol (0 dS m⁻¹) uygulamasında belirlenirken en düşük değer ise 8 dS m⁻¹ dozunda belirlenmiştir.

Yaprak yaş ağırlığı bakımından anaçlar arasında istatistik analiz sonucunda çok önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. En yüksek değer 38.34 g ile RS-7 anaç/kalem kombinasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 3). En düşük değer ise 28.73 g ile RS-1 anaç/kalem kombinasyonunda saptanmıştır. Anaç x doz interaksyonu bakımından yapılan değerlendirmede 55.47 g ile RS-7 anaç/kalem kombinasyonunun kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük değer ise 14.83 g ile AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunun 8 dS m⁻¹ dozunda belirlenmiştir.

Literatürde, tuz stresi altında kontrol bitkileri esas alındığında aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinin gövde yaş ağırlıkları değerlerinde azalmalar ortaya çıkmış, toplam verim ve verim parametrelerine ait değerler azalmıştır (Kıran ve ark., 2017). Anaç kullanımı tuz stresi durumunda, patlıcan genotiplerinin yeşil aksam yaş biyokütle kayıplarının azalmasını ve stoma iletiminin artmasını ve verim kayıplarının azalmasını sağlamıştır. Araştırmacılar; tuzluluk stresi altında bitki biyokütle değerinin azalması, bitki bünyesine çok fazla miktarda alınan Na ve Cl iyonlarının ozmotik dengesi bozması dolayısıyla bitki gelişiminin azalması ve verim kaybının ortaya çıkmasına bağlamışlardır (Jacoby ve ark., 2016).

Gövde yaş ağırlığı bakımından yapılan değerlendirme sonucunda anaçların ve uygulanan dozların çok önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. En düşük değer ise 35.59 g ile 8 dS m⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı bakımından anaçlar arasında çok önemli fark olduğu bulunmuştur. En yüksek gövde yaş ağırlığı 44.32 g ile RS-7 anaç/kalem kombinasyonunda belirlenirken, en düşük değer ise 35.30 g ile aşısız Karabey çeşidinde belirlenmiştir. Anaç x doz interaksyonu bakımından yapılan değerlendirmede en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri 50.98 g ile RS-6 anaç/kalem kombinasyonunun kontrol (0 dS m⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir. En düşük gövde yaş ağırlığı değeri ise 27.98 g ile aşısız Karabey çeşidinin 8 dS m⁻¹ uygulamasında olduğu saptanmıştır.

Kıran ve ark. (2015), tuz stresi koşullarında patlıcan anaçlarının kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda kök yaş ağırlığı üzerine doz uygulamasının çok önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kök yaş ağırlığı 51.43 g ile 2 dS m⁻¹ uygulamasında belirlenirken, en düşük kök yaş ağırlığı 24.18 g ile 8 dS m⁻¹ konsantrasyonuna sahip tuz uygulamasında tespit edilmiştir. Kök yaş ağırlığı üzerine anaç ve anaç x doz interaksyonunun da çok önemli etkisi olduğu istatistiksel değerlendirmeler sonucunda saptanmıştır. En yüksek kök yaş ağırlığı 41.90 g ile AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunda belirlenmiştir. En düşük kök yaş ağırlığı ise 28.18 g ile aşısız Karabey çeşidinde belirlenmiştir. Anaç x doz interaksyonu açısından yapılan değerlendirmede en yüksek kök yaş ağırlığı 62.80 g ile AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunun 2 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonuna sahip uygulamasında belirlenmiştir.

Kıran ve ark. (2015) tuz stresi altındaki patlıcan bitkilerinin vejetatif aksamlarında, yaş ağırlıklarında azalmaların meydana geldiğini ve tuz stresinin bitki büyümesini farklı oranlarda etkilediğini bildirmişlerdir. Patlıcan bitkisinde tuz stresinin bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalmalar meydana getirdiği rapor edilmiştir (Yaşar, 2003). Araştırmacıların ortaya koyduğu sonuçlar bu çalışmayı destekler niteliktedir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda bitki yaş ağırlığı üzerine anaç, doz ve anaç x doz interaksyonunun çok önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı 138.52 g ile kontrol (0 dS m⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı değeri 79.21 g ile 8 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonuna sahip uygulamada belirlenmiştir (Çizelge 3).

En yüksek yaş ağırlık değeri RS-7 (120.06 g) ve RS-5 (118.81 g) anaç/kalem kombinasyonlarında belirlenmiş, en düşük değer ise (98.94 g) aşısız Karabey çeşidinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda anaç x doz interaksyonu incelendiğinde en yüksek bitki yaş ağırlığı 153.12 g ile RS-7 anaç/kalem kombinasyonunun 2 dS m⁻¹ uygulamasında ölçülmüştür. En düşük bitki yaş ağırlığı ise 64.47 g ile AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunun 8 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonuna sahip uygulamasında tespit edilmiştir.

Yaprak klorofil içeriği, iyon sızıntısı ve oransal su içeriği değerleri

Farklı tuz konsantrasyonlarında yapılan sulama uygulamalarına göre aşılı ve aşısız patlıcan genotiplerine ait yaprak klorofil yoğunluğu, iyon sızıntısı ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerleri, Çizelge 4'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 4. Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında yaprak klorofil yoğunluğu, iyon sızıntısı ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerlerinin değişimi

Table 4. Variation of leaf chlorophyll density, ion leakage and leaf proportional water content (YOSİ) values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| Anaç x Doz | Klorofil (SPAD) | İyon Sızıntısı (%) | | YOSİ (%) |
|---------------|-----------------|--------------------|-----------|-----------|
| RS-1/K x A | 97.68 ef | 16.54 | | 71.03 g-l |
| RS-1/K x B | 98.14 d-f | 20.32 | | 69.22 ı-n |
| RS-1/K x C | 73.00 q-s | 73.72 e-g | 28.79 b-d | 72.28 e-k |
| RS-1/K x D | 57.51 vw | 37.57 | | 69.95 ı-m |
| RS-1/K x E | 42.28 yz | 36.82 | | 63.90 o-s |
| RS-2/K x A | 95.73 f-ı | 22.58 | | 77.79 bc |
| RS-2/K x B | 96.18 f-h | 20.91 | | 72.16 e-k |
| RS-2/K x C | 76.32 o-r | 81.39 a | 30.87 a-d | 69.52 ı-n |
| RS-2/K x D | 74.06 q-s | 37.76 | | 72.63 d-ı |
| RS-2/K x E | 64.68 tu | 38.41 | | 62.81 q-t |
| RS-3/K x A | 104.81 b-d | 23.73 | | 78.23 a-c |
| RS-3/K x B | 100.93 c-f | 20.68 | | 67.81 j-p |
| RS-3/K x C | 62.11 uv | 72.74 fg | 28.53 c-d | 63.65 o-s |
| RS-3/K x D | 71.84 rs | 30.75 | | 68.37 ı-o |
| RS-3/K x E | 24.03 C | 36.71 | | 65.55 m-r |
| RS-4/K x A | 88.08 j-m | 19.85 | | 76.64 b-e |
| RS-4/K x B | 100.43 d-f | 22.03 | | 69.19 ı-n |
| RS-4/K x C | 82.30 k-o | 76.74 c-e | 33.88 a | 70.96 g-l |
| RS-4/K x D | 82.10 l-o | 41.78 | | 68.85 ı-n |
| RS-4/K x E | 30.80 BC | 44.21 | | 62.04 r-t |
| RS-5/K x A | 99.67 d-f | 22.78 | | 72.54 e-j |
| RS-5/K x B | 103.95 b-e | 21.89 | | 67.31 l-q |
| RS-5/K x C | 85.64 j-n | 80.09 ab | 31.59 a-c | 78.27 a-c |
| RS-5/K x D | 79.47 n-q | 37.19 | | 67.65 k-p |
| RS-5/K x E | 31.70 AB | 40.05 | | 61.60 r-t |
| RS-6/K x A | 112.07 a | 15.72 | | 74.86 c-h |
| RS-6/K x B | 90.19 h-j | 22.59 | | 72.64 d-ı |
| RS-6/K x C | 70.17 r-t | 75.35 d-f | 27.88 c-e | 77.58 bc |
| RS-6/K x D | 73.89 q-s | 37.29 | | 72.61 d-ı |
| RS-6/K x E | 30.41 BC | 40.30 | | 55.11 u |
| RS-7/K x A | 97.48 e-g | 23.09 | | 80.36 ab |
| RS-7/K x B | 90.59 g-j | 22.93 | | 71.40 f-l |
| RS-7/K x C | 81.22 m-p | 71.46 g | 33.60 ab | 75.31 c-g |
| RS-7/K x D | 54.07 w | 39.66 | | 70.99 g-l |
| RS-7/K x E | 33.95 AB | 43.71 | | 58.44 tu |
| RS-8/K x A | 89.12 ı-l | 16.13 | | 78.48 a-c |
| RS-8/K x B | 107.84 a-c | 20.59 | | 82.77 a |
| RS-8/K x C | 78.92 n-q | 71.23 g | 29.83 a-d | 68.42 ı-o |
| RS-8/K x D | 51.60 wx | 42.37 | | 68.17 ı-p |
| RS-8/K x E | 28.70 BC | 42.07 | | 63.38 p-s |
| AGR-703/K x A | 109.68 ab | 21.14 | | 76.02 b-f |
| AGR-703/K x B | 103.92 b-e | 15.44 | 26.24 d-e | 69.44 ı-n |
| AGR-703/K x C | 71.51 r-t | 21.62 | | 78.25 a-c |
| AGR-703/K x D | 70.13 r-t | 37.91 | | 70.39 h-l |

Çizelge 4 (devamı). Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında yaprak klorofil yoğunluğu, iyon sızıntısı ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerlerinin değişimi

Table 4 (continued). Variation of leaf chlorophyll density, ion leakage and leaf proportional water content (YOSI) values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| | | | | | | |
|---------------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|---------|
| AGR-703/K x E | 38.48 zA | | 35.10 | | 64.90 n-r | |
| AGR-704/K x A | 98.36 d-f | | 15.01 | | 77.98 a-c | |
| AGR-704/K x B | 104.81 b-d | | 21.21 | | 70.02 ı-m | |
| AGR-704/K x C | 67.68 s-u | 78.07 b-d | 27.90 | 26.71 c-e | 76.87 b-e | 72.32 a |
| AGR-704/K x D | 73.83 q-s | | 39.17 | | 69.42 ı-n | |
| AGR-704/K x E | 45.70 xy | | 30.28 | | 67.32 l-q | |
| Karabey x A | 89.22 h-k | | 8.80 | | 76.81 b-e | |
| Karabey x B | 95.74 f-ı | | 20.07 | | 59.71 s-u | |
| Karabey x C | 98.31 d-f | 79.22 a-c | 19.63 | 22.99 e | 77.38 b-d | 66.81 f |
| Karabey x D | 74.51 p-s | | 37.64 | | 60.90 r-t | |
| Karabey x E | 38.32 z | | 28.83 | | 59.28 s-u | |
| A (0 dS m ⁻¹) | 98.36 a | | | 18.67 c | | 76.43 a |
| B (2 dS m ⁻¹) | 99.34 a | | | 20.79 c | | 70.15 c |
| C (4 dS m ⁻¹) | 77.01 b | | | 30.45 b | | 73.49 b |
| D (6 dS m ⁻¹) | 69.36 c | | | 38.10 a | | 69.08 d |
| E (8 dS m ⁻¹) | 37.18 d | | | 37.86 a | | 62.21 e |
| Anaç | ** | | | ** | | ** |
| Doz | ** | | | ** | | ** |
| Anaç x Doz | ** | | | ÖD | | ** |

*: p<0.05, **: p<0.01, ÖD: Önemli değil.

Tuz stresi altındaki bitkilerin yapraklarında renk açılmaları, sararmalar ve nekrotik lekeler meydana gelmektedir. Bitkilerdeki klorofil miktarının azalmasıyla meydana gelen bu belirtilere, tuz stresi altındaki bitkilerin fotosentetik sistemin fonksiyonunu kaybetmesi neden olmaktadır. Fotosentetik fonksiyonunu kaybeden bitkide yaşlanma meydana gelir, klorofil parçalanır ve böylelikle fotosentez oranı azalır (Yaşar ve ark., 2008; Hatami ve ark., 2010; Martinez-Ballesta ve ark., 2010; Sivritepe ve ark., 2010; Yaşar ve ark., 2011; Sangtarashani ve ark., 2013). Bsoul ve ark. (2016), tuz stresinin patlıcan bitkisinin yapraklarındaki klorofil miktarını olumsuz yönde etkilediğini, bitkiye verilen tuzlu suyun klorofil miktarında düşüslere neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları da uygulanan tuz dozlarının yaprak klorofil miktarı üzerine çok önemli etkisi olduğu ortaya koymuştur. Genel olarak uygulanan tuz konsantrasyonu arttıkça yaprak klorofil miktarı azalmıştır. En yüksek yapraktaki klorofil içeriği 99.34 SPAD ile 2 dS m⁻¹ tuz uygulamasından elde edilmiştir. Bu değeri 98.36SPAD ile kontrol (0 dS m⁻¹) uygulaması takip ederek aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 4). En düşük yaprak klorofil içeriği değeri ise 37.18 SPAD değer ile 8 dS m⁻¹ konsantrasyonundaki tuz uygulamasından elde edilmiştir.

Anaçların yaprak klorofil içeriği üzerine etkisinin çok önemli olduğu yapılan istatistiki değerlendirmeler sonucu ortaya konmuştur. Yaprak klorofil içerikleri 71.23 (RS-8/K) ile 81.39 (RS2/K) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Yapılan incelemede anaç x doz interaksyonu istatistiksel olarak çok önemli olduğu bulunmuştur. En yüksek yaprak klorofil içeriği 112.07 SPAD değer ile RS-6 anaç/kalem kombinasyonunun kontrol (0 dS m⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). En düşük değer (24.03 SPAD) ise RS-3 anaç/kalem kombinasyonunun 8 dS m⁻¹ konsantrasyonuna ait uygulamasında ölçülmüştür.

Tuz stresi karşısında bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olan iyon sızıntısı anaçlar arasında çok önemli farklılıklar göstermiştir. Anaçların iyon sızıntısı üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek değer (%33.88) RS-4 anaç/kalem kombinasyonunda belirlenirken, en düşük değer ise (%22.99) aşısız Karabey çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu parametre özellikle tuz stresi koşullarında bitkilerde hücre içi ve hücre dışı ozmotik

uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği şeklinde ifade edilmektedir (Ghoulam ark., 2002; Munns, 2002). Araştırmacıların ortaya koyduğu sonuçlar çalışmamızda sunulan bulguları desteklemektedir. Yapılan istatistikler değerlendirilmeler sonucunda uygulanan tuz dozlarının iyon sızıntısı üzerine çok önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça iyon sızıntısı değerleri genel olarak artış göstermiştir. En yüksek iyon sızıntısı değerleri sırasıyla 38.10 (6 dS m⁻¹) ve 37.86 (8 dS m⁻¹) olarak belirlenmiştir. En düşük iyon sızıntısı ise 18.67 değer ile kontrol (0 dS m⁻¹) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4).

Yapılan incelemelerde iyon sızıntısı üzerine anaç x doz interaksiyonunun istatistiksel olarak etkisi olmadığı ortaya konmuştur.

Araştırma sonucunda aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinde YOSİ (%) değeri üzerine uygulanan tuz dozlarının çok önemli düzeyde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yakıt ve Tuna (2006), yapmış oldukları çalışmada mısır bitkisinin tuz stresi koşullarında su içeriğinin düştüğünü, kontrol bitkilerinin ise en yüksek değere ulaştığını bildirmişlerdir. Kuşvuran (2010), 200 mM tuz uygulamasının kavun bitkilerinde YOSİ (%) değerlerinde azalmalara neden olduğu belirlemiştir. Çalışmamızda da uygulanan tuz dozları arttıkça YOSİ (%) değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. En yüksek değer (%76.43) kontrol uygulamasında belirlenmişti. Buna karşın en düşük değer (%62.21) 8 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonuna sahip uygulamada tespit edilmiştir (Çizelge 4). Anaçlar arasında da YOSİ (%) değeri bakımından çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu yapılan istatistiksel analiz sonucunda belirlenmiştir. Tüm anaçların YOSİ (%) değerlerinin aşısız Karabey çeşidinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek YOSİ (%) değeri, sırasıyla AGR-704 anaç/kalem kombinasyonunda (%72.32) ölçülmüştür. En düşük YOSİ (%) değeri ise aşısız Karabey çeşidinde (%66.81) belirlenmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonucunda Anaç x doz interaksiyonu bakımından çok önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. En yüksek YOSİ (%) değeri RS-8 anaç/kalem kombinasyonunda 2 dS m⁻¹ konsantrasyonundaki tuz uygulamasında belirlenmiş, en düşük değer ise RS-6 anaç/kalem kombinasyonunda 8 dS m⁻¹ konsantrasyonundaki tuz uygulamasında belirlenmiştir.

K ve Na iyon değerleri

Farklı tuz konsantrasyonlarında yapılan sulama uygulamalarına göre patlıcan genotiplerine ait potasyum ve sodyum değerleri, Çizelge 5’da ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 5. Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında potasyum ve sodyum değerlerinin değişimi

Table 5. Variation of potassium and sodium values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| Anaç x Doz | K (%) | Na (%) |
|------------|-------|--------|
| RS-1/K x A | 2.12 | 0.25 |
| RS-1/K x B | 2.60 | 0.37 |
| RS-1/K x C | 1.95 | 0.45 |
| RS-1/K x D | 2.38 | 0.53 |
| RS-1/K x E | 2.52 | 0.65 |
| RS-2/K x A | 2.29 | 0.34 |
| RS-2/K x B | 2.49 | 0.39 |
| RS-2/K x C | 2.08 | 0.49 |
| RS-2/K x D | 2.08 | 0.54 |
| RS-2/K x E | 2.26 | 0.61 |
| RS-3/K x A | 2.19 | 0.28 |
| RS-3/K x B | 2.13 | 0.40 |
| RS-3/K x C | 1.43 | 0.48 |
| RS-3/K x D | 2.07 | 0.53 |
| RS-3/K x E | 2.22 | 0.66 |
| RS-4/K x A | 2.30 | 0.35 |

Çizelge 5 (devamı). Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında potasyum ve sodyum değerlerinin değişimi

Table 5 (continued). Variation of potassium and sodium values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| | | | | |
|---------------------------|------|--------|------|----------|
| RS-4/K x B | 2.04 | | 0.43 | |
| RS-4/K x C | 1.91 | | 0.63 | |
| RS-4/K x D | 2.04 | | 0.87 | |
| RS-4/K x E | 2.05 | | 1.16 | |
| RS-5/K x A | 2.39 | | 0.31 | |
| RS-5/K x B | 2.15 | | 0.43 | |
| RS-5/K x C | 1.98 | 2.11 | 0.45 | 0.49 c-e |
| RS-5/K x D | 2.02 | | 0.50 | |
| RS-5/K x E | 2.03 | | 0.78 | |
| RS-6/K x A | 2.35 | | 0.29 | |
| RS-6/K x B | 2.26 | | 0.38 | |
| RS-6/K x C | 1.94 | 2.13 | 0.51 | 0.52 cd |
| RS-6/K x D | 2.18 | | 0.66 | |
| RS-6/K x E | 1.93 | | 0.79 | |
| RS-7/K x A | 2.18 | | 0.32 | |
| RS-7/K x B | 2.22 | | 0.40 | |
| RS-7/K x C | 2.05 | 2.10 | 0.57 | 0.55 bc |
| RS-7/K x D | 1.87 | | 0.68 | |
| RS-7/K x E | 2.18 | | 0.81 | |
| RS-8/K x A | 2.22 | | 0.29 | |
| RS-8/K x B | 2.42 | | 0.44 | |
| RS-8/K x C | 2.08 | 2.11 | 0.52 | 0.61 ab |
| RS-8/K x D | 1.82 | | 0.80 | |
| RS-8/K x E | 2.04 | | 1.00 | |
| AGR-703/K x A | 2.34 | | 0.26 | |
| AGR-703/K x B | 2.27 | | 0.35 | |
| AGR-703/K x C | 2.22 | 2.25 | 0.41 | 0.41 f |
| AGR-703/K x D | 2.43 | | 0.47 | |
| AGR-703/K x E | 1.99 | | 0.55 | |
| AGR-704/K x A | 3.07 | | 0.32 | |
| AGR-704/K x B | 2.24 | | 0.40 | |
| AGR-704/K x C | 2.27 | 2.34 | 0.41 | 0.47 d-f |
| AGR-704/K x D | 2.11 | | 0.48 | |
| AGR-704/K x E | 2.02 | | 0.73 | |
| Karabey x A | 2.31 | | 0.33 | |
| Karabey x B | 2.31 | | 0.43 | |
| Karabey x C | 2.39 | 2.25 | 0.48 | 0.53 b-d |
| Karabey x D | 2.05 | | 0.59 | |
| Karabey x E | 2.20 | | 0.85 | |
| A (0 dS m ⁻¹) | | 2.34 a | | 0.30 e |
| B (2 dS m ⁻¹) | | 2.28 a | | 0.40 d |
| C (4 dS m ⁻¹) | | 2.03 b | | 0.49 c |
| D (6 dS m ⁻¹) | | 2.09 b | | 0.60 b |
| E (8 dS m ⁻¹) | | 2.13 b | | 0.78 a |
| Anaç | | Ö.D. | | ** |

Çizelge 5 (devamı). Aşılı ve aşısız patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında potasyum ve sodyum değerlerinin değişimi

Table 5 (continued). Variation of potassium and sodium values in grafted and ungrafted eggplant rootstock/scion combinations

| Doz | ** | ** |
|------------|------|------|
| Anaç x Doz | Ö.D. | Ö.D. |

*: p<0.05, **: p<0.01, ÖD: Önemli değil.

Potasyum değerlerinde yapılan incelemeler sonucunda dozlar arasında istatistiksel olarak farklılıklar tespit edilmiş olup, anaç ve anaç x doz interaksiyonları arasındaki belirlenen farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Düşük dozlarda K yüzdesi daha yüksek bulunurken, tuz dozlarının artmasıyla beraber bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Potasyum dengesi, bitkinin tuz toleransı açısından oldukça önemlidir (Assaha ve ark., 2017; Wu ve ark., 2018). Almeida ve ark. (2017)'nin belirttiği üzere tuz stresinin artmaya başlamasıyla beraber K⁺ miktarında azalmalar görülebilmektedir. Çalışmamızda anaç ve anaç doz interaksiyonları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamış olsa da dozlar arasında istatistiksel farklılık olduğu bulunmuştur. En yüksek potasyum yüzdesi, %2.34 ile 0 dS m⁻¹ uygulamasından ve %2.28 ile 2 dS m⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). En düşük değerler ise 8 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹ ve 4 dS m⁻¹ uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla %2.13, %2.09 ve %2.03). Benzer şekilde Brenes ve ark. (2020), *Solanum torvum* türünde, tuz konsantrasyonunda artış ile yapraktaki K⁺ içeriği arasında ters orantı olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca yapılan birçok çalışma da patlıcanda tuz stresi koşullarında, K⁺ içeriğinde düşüş gözlenmesinin olası olduğunu bildirmişlerdir (Shahbaz ve ark., 2013; Shaheen ve ark., 2013; Hannachi ve ark., 2018).

Sodyum miktarının yapraklarda yoğun bulunması bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Brenes ve ark. (2020) yapmış olduğu çalışmada *S. torvum* ile *S. melongena* türlerini yapraktaki sodyum iyonu yönünden karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda yabani tür olan *S. torvum*'un sodyumu köklerinde daha fazla absorbe ettiğini ve yapraklara ulaşmasını azalttığını belirtmişlerdir. Araştırmada incelenen anaçlar ise *S. melongena* (SM) X *S. aethiopicum* (SA) melezleridir. Anaçlardaki sodyum (Na) değerleri incelendiği zaman istatistiksel olarak anaç ve dozlar arasındaki farklılıkların çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Anaçlar arasında en yüksek %Na değeri %0.69 ile RS-4 anaç/kalem kombinasyonunda belirlenirken, en düşük değer ise 0.41 ile AGR-703 anaç/kalem kombinasyonunda tespit edilmiştir (Çizelge 5). Dozlar arasında en yüksek değer %0.78 ile 8 dS m⁻¹ uygulamasından, en düşük değer ise 0.30 ile 0 dS m⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. Çalışmamızda tuz dozu arttıkça %Na miktarı artış göstermiştir. Benzer sonuçlar başka çalışmalarda da elde edilmiştir (Ünlükara ve ark., 2010; Shahbaz ve ark., 2013; Shaheen ve ark., 2013). Sodyum iyonları ile potasyum iyonlarının taşınımı aynı yolla olduğu için sodyum miktarındaki artışa bağlı olarak potasyum oranı değerleri ise linear olarak düşüş göstermiştir.

Sonuç olarak, tuz stresi, genel olarak bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyen en önemli olumsuz çevre koşulları arasında yer almaktadır. Patlıcanda tuza toleransı yüksek anaçların belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada; görsel skala değeri bakımından çeşitlerin farklı puanlamalar aldığı dolayısıyla farklı tepkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Anaç kullanımı ve aşılı fide uygulamasının tuz stresine toleransın sağlanması bakımından etkilerinin incelendiği çalışmada, aşılı patlıcan genotiplerinin aşısız Karabey çeşidine oranla yaprak sayısı, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı, toplam bitki yaş ağırlığı, klorofil içeriği ve yaprak oransal su içeriği bakımından daha iyi bir performans gösterdiği belirlenmiştir. Ancak bu etki kullanılan anaca göre değişiklik göstermiştir.

Bu değerlendirmeler ışığında, tuz stresi koşullarında en az derecede olumsuz etkilenme AGR-704/K ticari anaç/kalem kombinasyonu ile RS-5/K ve RS-7/K anaç/kalem kombinasyonlarında olduğu görülmüştür.

Araştırma sonucunda; patlıcan fidesi üretiminde anaç kullanımının sadece toprak kökenli biyotik etmenlere karşı değil, abiyotik stres faktörlerine karşı da etkin bir mücadele yöntemi olduğu ve tuz stresinin olumsuz etkilerinin önemli düzeyde azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. Uygun anaç ve kalem seçimi ile yapılacak aşı uygulamalarının

ve aşılı fide kullanımının patlıcanda tuza dayanımın sağlanmasında etkili bir kültürel yöntem olabileceği kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 119O009 nolu proje kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Yazarlar desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür eder. Araştırmada kullanılan bitkisel materyallerin teminini sağlayan Genetika Tohum Tarım San. ve Tic. Ltd. Şti. Genel Müdürü Dr. Ahmet SEÇİM ve ekibine teşekkürlerini 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

- Akinci, I.E., Akinci, S., Yılmaz, K., & Dikici, H. (2004). Response of eggplant varieties (*Solanum melongena*) to salinity in germination and seedling stages. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32, 193-200. <https://doi.org/10.1080/01140671.2004.9514296>
- Akinci, Ş., & Lösel, D.M. (2012). Water Stress. Rahman, M.M.I (Eds.), *Plant water-stress response mechanisms* (s. 15-42). Intech, Rijeka.
- Almeida, D.M., Oliveira, M.M., & Saibo, N.J.M. (2017). Regulation of Na⁺ and K⁺ homeostasis in plants: Towards improved salt stress tolerance in crop plants. *Genetics and Molecular Biology*, 40, 326-345. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2016-0106>
- Ashraf, M., & Iram, A. (2005). Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200 (6), 535-546. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.06.005>
- Asraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199 (5), 361-376. <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00165>
- Assaha, D.V.M., Ueda, A., Saneoka, H., Al-Yahyai, R., & Yaish, M.W. (2017). The role of Na⁺ and K⁺ transporters in salt stress adaptation in glycophytes. *Frontiers in Physiology*, 8, 509-518. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00509>
- Balkaya, A., Yıldız, S., Horuz, A., & Doğru, S.M. (2016). Effects of salt stress on vegetative growth parameters and ion accumulations in cucurbit rootstock genotypes. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2 (2), 11-24.
- Balkaya, A. (2014). Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 3 (106), 4-7.
- Brenes, M., Pérez, J., González-Orenga, S., Solana, A., Boscaiu, M., Prohens, J., Plazas, M., Fita, A., & Vicente, O. (2020). Comparative studies on the physiological and biochemical responses to salt stress of eggplant (*Solanum melongena*) and its rootstock *S. torvum*. *Agriculture*, 10 (8), 328-348. <https://doi.org/10.3390/agriculture10080328>

- Bresler, E., McNeal, B.L., & Carter, D.L. (1982). *Saline and sodic soils: principles-dynamics-modeling*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-68324-4>
- Bsoul, E.Y., Jaradat, S.P., Al-Kofahi, P., Al-Hammouri, A.A., & Alkhatib, R. (2016). Growth, water relation and physiological responses of three eggplant cultivars under different salinity levels. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 9 (2), 123-130.
- Canizares, K.A.L., Goto, R., & Vilas, B.R.L. (2000). Yield and nutrient content in Japanese cucumber grafted on squash. *Horticultura Argentina*, 19 (47), 5-10.
- Cappelli, C., Stravato, V.M., Rotino, G.L., & Buonaurio, R. (1995). Sources of resistance among *Solanum* spp. to an Italian isolate of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*. *Proceeding of the IXth meeting on genetics and breeding on Capsicum and eggplant EUCARPIA*.
- Daşgan, H.Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H., & Abak, K. (2006). Bazı fasulye ve börülce genotiplerinin tuz stresine tepkileri. *Alatarım*, 5 (1), 23-31.
- El-Shraiy, A., Mostafa, M.A., Zaghlool, S.A., & Shehata, S.A.M. (2011). Alleviation of salt injury of cucumber plant by grafting onto salt tolerance rootstock. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5 (10), 1414-1423.
- FAO (2020). FAO Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://faostat.org> (Erişim tarihi: 3.08.2022).
- Geboloğlu, N., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2022). Sebze Islahı. Abak K, A Balkaya, ŞŞ Ellialtıoğlu, E Düzyaman (Eds.), *Patlıcan Islahı* (s. 319-446). Gece Kitaplığı, Ankara.
- Ghoulam, C., Foursy, A., & Fares, K. (2002). Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47 (1), 39-50. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00109-5)
- Gisbert, C., Prohens, J., & Nuez, F. (2011a). Treatments for improving seed germination in eggplant and related species. *Acta Horticulturae*, 898, 45-51. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.898.4>
- Gisbert, C., Prohens, J., Raigón, M.D., Stommel, J.R., & Nuez, F. (2011b) Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition. *Scientia Horticulturae*, 128, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.12.007>
- Gluffrida, F., Martorana, M., & Leonardi, C. (2009). How sodium chloride concentration in the nutrient solution influences the mineral composition of tomato leaves and fruit. *HortScience*, 44 (3), 707-711. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.3.707>
- Greenway, H., & Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31 (1), 149-190.
- Hannachi, S., & Van Labeke, M.C. (2018). Salt stress affects germination, seedling growth and physiological responses differentially in eggplant cultivars (*Solanum melongena* L.). *Scientia Horticulturae*, 228, 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.002>
- Hatami, E., Esno-Ashari, M., & Javadi, T. (2010). Effect of salinity on some gas exchange characteristics of grape (*Vitis vinifera*) cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12, 308-310.
- Jacoby, R.P., Che-Othman, M.H., Millar, A.H., & Taylor, N.L. (2016). Analysis of the sodium chloride-dependent respiratory kinetics of wheat mitochondria reveals differential effects on phosphorylating and non-phosphorylating electron transport pathways. *Plant Cell & Environment*, 39, 823-833. <https://doi.org/10.1111/pce.12653>
- Kacar, B. (1984). Practice Guide of Plant Nutrition, Ankara University, Publications of Agricultural Faculty No. 900 Practice Guides No. 214, Ankara.
- Kandemir, D., Sarbaş, H.Ş., & Balkaya, A. (2016). Aşılı patlıcan üretiminde kullanılan anaçların verim ve kalite üzerine etkileri. *Tarım Gündem Dergisi*, 6 (33), 24-28.
- Kapur, B. (2010). Artan CO₂ ve küresel iklim değişikliğinin Çukurova bölgesinde buğday verimliliği üzerine etkileri. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, 198 s.

- Khah, E.M. (2011). Effect of grafting on growth, performance and yield of aubergine (*Solanum melongena* L.) in greenhouse and open-field. *International Journal of Plant Production*, 5 (4), 359-366. <https://dx.doi.org/10.22069/ijpp.2012.746>
- Kıran, S., Ateş, Ç., Kuşvuran, Ş., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2017). Aşılı ve aşısız patlıcan bitkilerinin tuzlu koşullardaki bazı fizyolojik ve verime yönelik parametreleri üzerinde incelemeler. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 6, 31-36.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2015). Bazı patlıcan anaçlarının tuzluluk stresi koşullarındaki gelişmelerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi (TABAD)*, 8 (1), 20-30.
- King, S., Davis, A.R., Zhang, X., & Crosby, K. (2010). Genetics, breeding and selection of rootstocks for *Solanaceae* and *Cucurbitaceae*. *Scientia Horticulturae*, 127 (2), 106-111. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.001>
- Korkmaz, A., & Dufault, R.J. (2001). Developmental consequences of cold temperature stress at transplanting on seedling and field growth and yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126 (4), 404-409.
- Kurtar, E.S., Balkaya, A., & Kandemir D. (2016). Screening for salinity tolerance in developed winter squash (*Cucurbita maxima*) and pumpkin (*Cucurbita moschata*) lines. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (2), 183-195.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 377 s.
- Lutts, S., Kinet, J.M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, 78 (3), 389-398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>
- Martinez-Ballesta, M.C., Alcaraz-Lopez, C., Muries, B., Mota-Cadenas, C., & Carvajal, M. (2010). Physiological aspects of rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127, 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.002>
- Mata-González, R., & Meléndez-González, R. (2005). Growth characteristics of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) under salt stress. *The Southwestern Naturalist*, 50 (1), 1-6.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell & Environment*, 25, 239-250. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x>
- Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13, 143-160. <https://doi.org/10.1071/PP9860143>
- Neves, O.S.C., Carvalho, J.G., & Rodrigues, C.R. (2004). Growth and mineral nutrition of umbuzeiro seedlings (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) under salt stress in nutrient solution. *Science and Agrotechnology*, 28, 997-1006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000500005>
- Oda, M. (1999). Grafting of vegetables to improve greenhouse production. *Food ve Fertilizer Technology Centre Extension Bulletin*, 480, 1-11.
- Rahman, M.A., Rashid, M.A., Hossain, M.M., Salam, M.A., & Masum, A.S.M.H. (2002). Grafting compatibility of cultivated eggplant varieties with wild *Solanum* species. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5 (7), 755-757. <https://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2002.755.757>
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., & Ayerbe, L. (2004). Growth of Epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in Pea Plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Research*, 86, 81-90. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00121-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00121-7)
- Sangtarashani, E.S., & Tabatabaei, S.J. (2013). The effect of potassium concentration in the nutrient solution on lycopene, vitamin C and qualitative characteristics of cherry tomato in saline conditions. *Journal of Crop Production and Processing*, 3 (7), 133-143.
- Sarıbaşı, Ş. (2019). Aşılı patlıcan üretiminde genetik kaynakların anaç ıslah programında değerlendirilmesi ve yerli hibrit anaçların geliştirilmesi. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 188 s.

- Sarıbaş, Ş., Balkaya, A., Kandemir, D., & Karaağaç, O. (2019). Patlıcan anaç ıslahında *Solanum melongena* ve *Solanum aethiopicum* genotipleri arasında türler arası melez uyuşumu ve hibrit tohum özellikleri. *Anadolu Journal of Agricultural Science*, 34 (2), 117-127. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.558940>
- Shahbaz, M., Mushtaq, Z., Andaz, F., & Masood, A. (2013). Does proline application ameliorate adverse effects of salt stress on growth, ions and photosynthetic ability of eggplant (*Solanum melongena* L.)?. *Scientia Horticulturae*, 164, 507-11. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.001>
- Shaheen, S., Naseer, S., Ashraf, M., & Akram, N.A. (2013). Salt stress affects water relations, photosynthesis, and oxidative defense mechanisms in *Solanum melongena* L. *Journal of Plant Interactions*, 8, 85-96. <https://doi.org/10.1080/17429145.2012.718376>
- Shalata, A., & Tal, M. (1998). The effects of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiologia Plantarum*, 104, 169-174. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1998.1040204.x>
- Shannon, M.C., & Grieve, C.M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78, 5-38. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00189-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00189-7)
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.O., Celik, H., & Katkat, A.V. (2010). Salinity responses of grafted grapevines: Effects of scion and rootstock genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (3), 193-201. <https://doi.org/10.15835/nbha3834677>
- Takagi, M., El-shemy, H.A., Sasaki, S., Toyama, S., Kanai, S., Saneoka, H., & Fujita, K. (2009). Elevated CO₂ concentration alleviates salinity stress in tomato plant. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 59, 87-96. <https://doi.org/10.1080/09064710801932425>
- Talhouni, M. (2016). *Patlıcanda tuzluluk stresine dayanımın artırılmasında anaçların ve yerel gen kaynaklarının etkinliği üzerinde araştırmalar*. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 213 s.
- Talhouni, M., Kuşvuran, Ş., Kıran, S., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2019). Tuz stresi altında yetiştirilen patlıcan bitkilerinde klorofil, yaprak su potansiyeli ve bazı meyve özellikleri üzerine aşılı bitki kullanımının etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 8 (1), 29-38. <https://doi.org/10.21657/topraksu.544665>
- TÜİK (2021). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. [https:// biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul](https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul) (Erişim tarihi: 3.08.2022).
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., & Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress. *Plant Science*, 168 (1), 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.07.032>
- Ünlükara, A., Cemek, B., Karaman, S., & Erşahin, S. (2008a). 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>
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, D.G., & Yurtseven, E. (2008b). Growth and evapotranspiration of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as influenced by salinity of irrigation water. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134 (2), 160-166. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2008\)134:2\(160\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2008)134:2(160))
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, D.G., Yurtseven, E., & Suarez, D.L. (2010). Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrigation and Drainage*, 59, 203-214. <https://doi.org/10.1002/ird.453>
- Wilson, C., Read, J.J., & Abo-Kassem, E. (2002). Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of a quinoa and a wheat variety. *Journal of Plant Nutrition*, 25 (12), 2689-2704. <https://doi.org/10.1081/PLN-120015532>
- Wu, H., Zhang, X., Giraldo, J.P., & Shabala, S. (2018). It is not all about sodium: Revealing tissue specificity and signalling roles of potassium in plant responses to salt stress. *Plant Soil*, 431, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3770-y>

- Yakit, S., & Tuna, A.L. (2006). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 59-67.
- Yasar, F., Ellialtıoğlu, Ş., & Yıldız, K. (2008). Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation, and chlorophyll content in green bean. *Russian Journal of Plant Physiology*, 55 (6), 782-786. <https://doi.org/10.1134/S1021443708060071>
- Yaşar, F. (2003). Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 159 s.
- Yaşar, F., & Ellialtıoğlu, Ş. (2013). Antioxidative responses of some eggplant genotypes to salinity stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23 (3), 215-221.
- Yaşar, F., İhtiyaroğlu, S., Uzal, Ö., & Ellialtıoğlu, Ş. (2011). Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) tuza tolerans özelliği ile tohum iriliği ve kotiledon yaprağı arasındaki ilişkinin incelenmesi. VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-8 Ekim, Şanlıurfa.
- Yetişir, H., & Uygur, V. (2009). Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 65-77. <https://doi.org/10.3906/tar-0805-23>
- Zeng, Y.A., Zhu, Y.L., Huang, B.J., & Yang, L.F. (2004). Effects of *Cucurbita ficifolia* as rootstock on the growth, fruit set, disease resistance and leaf nutrient content of *Cucumis sativus*. *Journal of Plant Resources and Environment*, 13 (4), 15-19.

Fishery products processing facilities and the socio-economic structure of their employees in Türkiye: A sectional study from Istanbul

Su ürünleri işleme tesisleri ve çalışanlarının sosyo-ekonomik analizi: İstanbul ili örneği

Leyla ATAMAN¹ , Emre ÇAĞLAK¹ 

¹Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, 53100, Rize, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|--|--|
| <p>Article history: Received / Geliş: 23.07.2022 Accepted / Kabul: 17.10.2022</p> <p>Keywords: Seafood Aquaculture Employees Facility Questionnaire</p> <p>Anahtar Kelimeler: Deniz mahsulleri Su ürünleri Çalışanlar Tesis Anket</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Emre ÇAĞLAK emre.caglak@erdogan.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>In this study, both the business structure and the socio-economic structures of the employees in 13 active aquaculture processing plants operating in Istanbul were examined and it was aimed to reveal the data in social and economic terms. In the study, a 24-question questionnaire for employees and a 15-question questionnaire to evaluate the business structure were presented. It was seen that 52% of the employees were men and 48% were women and 34.29% were in the 31-40 age range. It was found that 73.14% of the respondents were married and most of them lived in apartments under 120m². In the multiple compliance analyzes, it was determined that there was a relationship between education level and the number of social media uses, and between monthly income and job satisfaction. It was determined that 31% of the 13 enterprises in the study had an export permit and that the HACCP system was applied in all of them. It was seen that only 38% of the enterprises received state support. The problems and solution proposals of the sector are also put forward in titles. Turkey's aquaculture sector and the processing plants connected to this sector are very important in economic terms. With the two different survey applications used, both a different perspective on employee data and important data on general problems within the scope of the facility were revealed. When the importance of Istanbul and the aquaculture processing sector is considered, the originality of the study is revealed.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışmada, İstanbul ilinde faaliyet gösteren 13 adet faal su ürünleri işleme tesislerinde hem işletme yapısı hemde çalışanların sosyo-ekonomik yapıları incelenmiş, toplumsal ve ekonomik açıdan verilerin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışmada, çalışanlara yönelik 24 soruluk, işletme yapısını değerlendirmek için 15 soruluk bir anket sunulmuştur. Çalışanların %52'lik kısmını erkeklerin %48'lik kısmını ise kadınların oluşturduğu ve %34,29'luk oranın 31-40 yaş aralığında olduğu görülmüştür. Ankete katılanların %73,14'nün evli ve çoğunun 120m² altındaki apartman dairelerinde oturduğu tespit edilmiştir. Çoklu uyum analizlerinde eğitim düzeyi ile sosyal medya kullanım sayısı arasında ve aylık gelir ile iş memnuniyeti arasında ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışmada yer alan 13 adet işletmenin %31'inin ihracat izninin olduğu ve tamamında HACCP sisteminin uygulandığı belirlenmiştir. İşletmelerin sadece %38'inin devlet desteği aldığı görülmüştür. Sektörün sorunları ve çözüm önerileri de başlıklar halinde ortaya koyulmuştur. Türkiye'nin su ürünleri sektörü ve bu sektöre bağlı işleme tesisleri ekonomik anlamda oldukça önemlidir. Kullanılan iki farklı anket uygulaması ile hem çalışan verilerine dair farklı bir bakış açısı hemde tesis kapsamında genel sorunlara dair önemli veriler ortaya koyulmuştur. İstanbul ilinin ve su ürünleri işleme sektörünün önemi düşünüldüğünde çalışmanın özgünlüğü ortaya çıkmaktadır.</p> |
| Cite/Atıf | Ataman, L., & Çağlak, E. (2023). Fishery products processing facilities and the socio-economic structure of their employees in Türkiye: A sectional study from Istanbul. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 92-112. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1147237 |

INTRODUCTION

Aquaculture is one of the important industrial areas with its economic structure in the agricultural sector. Aquaculture has an important place in the socio-economic field both as a valuable source of nutrition and in terms of the business line. Fishery products contribute significantly to the economy of our country with many activities such as providing raw materials to the industrial sector, contributing to rural development, creating employment areas and food production (Doğan & Yıldız, 2008). According to FAO's 2019 figures, the annual aquaculture production amount all over the world is 177.8 million tons. Approximately 92.5 million tons of this production were provided by hunting and 85.3 million tons were provided by cultivation. 61.04 million people are reported to be active in this large sector (FAO, 2019). Aquaculture production in Turkey in 2020 amounted to 785.811 tons. The economic value of total production was 13.7 billion TL. Export figures provided an added value of 1.06 billion dollars to the country's economy with 201.157 tons (BSGM, 2021; Anonymous, 2020).

Aquaculture processing facilities must obtain a production permit within the scope of Law No. 5996, and those that receive permission are registered in the Food Safety Information System. Turkey's only processed animal product group with export approval to the European Union includes aquatic products; however, socio-economic analyses on the processing sector and its employees are quite limited. Studies have been conducted on aquaculture sector workers, business owners and consumer groups, mostly in the fisheries sector, at home and abroad by various researchers such as Drewes (1982), Charles (1988), Hunte & Oxenford (1989), Saxena (1989), Spongpan et al. (2000), Yahşi (2000), Villareal et al. (2004), Freire & Garcia-Allut (2000), Waters et al. (2001), Sabatella & Franquesa (2003), Ünal (2004), Tezcan (2005), Çolakoğlu et al. (2006), Uzmanoğlu & Soylu (2006), Yücel (2006), Emre et al. (2007), Güngör et al. (2007), Kutlu & Balçık-Mısır (2007), Çeliker et al. (2008), Doğan & Yıldız (2008), Bektaş et al. (2010), Doğan (2010), Köse et al. (2010), Çağlak et al. (2012), TSÜMAE (2012), Sariözkan (2016), Buruç (2018), Çaylak et al. (2019). In aquaculture processing facilities, by increasing the shelf life and quality of the products by using various processing technologies, many products with different flavors and characteristics are offered to the consumers. The protection of the quality of the products in the processing, storage and marketing stages of aquatic products, which have become more important recently, is one of the leading issues in our country as well as all over the world. Istanbul, which is considered to be among the largest and most populous cities not only in our country but also in the world with a population of about 15 million, is a metropolis along the shores of the Sea of Marmara and the Bosphorus, which serves as a bridge between Europe and Asia. The fact that Istanbul's aquaculture market dates to ancient times in the past is demonstrated by the example of 17 akçelik aquaculture products being taken to the palace every day during the reign of Fatih Sultan Mehmet (Atay, 1997; Robust et al., 2008; Dogan, 2010; Uzbek, 2014; Solid, 2017).

Considering the current location and importance of the province of Istanbul where the study was conducted, it is seen how important the study is. The 13 active aquaculture facilities surveyed in Istanbul account for approximately 7% of the aquaculture products processed throughout Turkey. Similar studies have been carried out on Aquaculture Processing Facilities in Istanbul, but no studies have been identified to reveal the socio-economic profiles of the facility employees. In this study, it is aimed to obtain qualitative social data by revealing the socio-economic structures of the employees of the processing sector, which stands out with the economic contributions of Istanbul, which has an important potential in terms of aquaculture. In addition, it is foreseen that the research findings will give ideas to employers, sector managers and policy-making institutions for the aquaculture processing sector. In this way, it is expected that the number of processing facilities in our country will increase more, reach the desired quality and level, and contribute more to the country's economy and employment staff by producing healthier and higher quality products.

MATERIALS and METHODS

Research area

In terms of Aquaculture Processing Industry and Fisheries, Istanbul province located in the Marmara region, which has a significant potential in Turkey, was selected as a research area. The research period covered the years 2018-2019. Istanbul Provincial Directorate of Agriculture and Forestry established thirteen (13) aquaculture processing facilities, and their employees research material in the Food Safety Information System. Crustaceans, Head Legged, Fresh Chilled and Frozen Aquaculture are the working areas of the processing facilities.

Survey form and application method

Two separate questionnaires were used in the study. The first questionnaire included 21 questions for facility employees and the second one included 15 questions for the structure of processing facilities. For this purpose, surveys of previous socio-economic studies were rearranged and used, as well as creating up-to-date surveys for facilities (Bektaş et al., 2010; Dogan, 2010; Doğan & Yıldız, 2008; Çağlak et al., 2012). Full counting method was used to obtain healthy and reliable data about the enterprises. Full counting can be used in survey studies if the questionnaire is applied individually and completely in the entire audience where the study is carried out (Çapkın et al., 2008). The 175 participants surveyed included all personnel working in all processing facilities. Questions in the questionnaires regarding the socio-economic and demographic status of the employees covered data on age, marital status, household population, education level, social security status, income they receive, satisfaction with their profession, social-cultural activities and food expenditures. Questions in the questionnaires regarding the structure, characteristics and due diligence of the processing facilities covered data such as the name-address of the facility, the place-year of establishment, capacity, the number of personnel, the products processed, the problems encountered, and government supports.

Statistical evaluation

The results obtained in the analysis of the research data were analyzed by transferring them to the Windows Office 365 program. The answers in the questionnaire forms were calculated as frequency and percentage distributions using the MS Excell program, and the findings were presented in tables. The results were recorded by performing correlation analysis in MS Office Excell program, then finally multiple compliance analysis was performed using XLSTAT program (Multiple Correspondence Analysis), and the results were evaluated within the framework of graphs (Keskin, 2001).

RESULTS and DISCUSSIONS

In this study, the results of the socio-economic data of the people working in the aquaculture processing facilities in Istanbul and the analysis results of the facility structures were revealed. In the determination and evaluation of the survey data applied to the employees, it has been determined that the enterprises in Istanbul are distributed in Eyüp, Sarıyer, Beykoz, Esenyurt, Bayrampaşa, Beşiktaş, Çekmeköy, Sancaktepe and Şile districts. it was determined that all of the business structures (100%) were company enterprises. It is stated by Çapkın et al. (2008) that all but one of the 10 aquaculture processing plants operating in the Beyşehir region are under the management of the company. In the study conducted on aquaculture processing facilities in Balıkesir, it was revealed that a total of eight enterprises were all under the management of the company (Çağlak et al., 2012). As seen in this research and other studies, it has been determined that the management of aquaculture processing facilities is generally operated as a company.

When the processing technologies of the enterprises in the region are examined, the sea, freshwater fish and cephalopods processing facilities (11 units) have formed the vast majority. Another enterprise has been identified as facilities that process bivalve mollusks, and another as plants that process lobster. In the study conducted by Çağlak et al. (2012) in which they examined the aquaculture processing facilities in Balıkesir, it was stated that the technologies of processing fresh and frozen aquaculture, head-legged and shelled products were at the forefront. In the same study, it was stated that there were also bivalve softcam processing techniques, albeit to a lesser extent. When these two studies were compared, similarities were observed in the processing of fresh and frozen aquatic products and head-legged and shell products in most of the enterprises. In the examination of the number of employees, it was determined that 9 enterprises employed 1-16 personnel, 3 enterprises employed 17-25 personnel, and 1 enterprise employed 26-41 personnel. Duyar and Bayraklı (2005) stated that in the study titled "The Situation, Problems and Solution Proposals of Aquaculture Facilities in Sinop", 1-11 personnel were employed at a rate of 50% as a result of the evaluation made over 89 permanent personnel in 6 enterprises. In the study conducted on 8 aquaculture processing facilities and 120 personnel in Balıkesir, they reported the rate of 5 enterprises employing 1-11 personnel as 62.5% (Çağlak et al., 2012). When compared with the studies conducted, it is seen that the distributions in the proportions of facilities employing less than 17 personnel in aquaculture processing plants are similar. Data on the demographic structure of employees are shown in Table 1. As a result of the research, it was determined that 91 of the 175 personnel working in aquaculture processing plants were men and 84 were women. In the studies conducted by Çapkın et al. (2008) and Çağlak et al. (2012), it was stated that the number of female employees was higher. The difference seen with the studies is that male employees work in fresh and frozen seafood processing areas that require more strength and durability, while female employees work in fillet extraction, shell processing and processing technologies that require precision in terms of hand predisposition. The fact that the fresh and frozen aquaculture processing sector is more prominent throughout the province explains this difference. It was determined that 66.85% of the employees of the processing facilities in the province consisted of personnel in the age groups of 40 years and under. When the research on the aquaculture sector is examined, it is revealed that the general personnel age distribution is 40 years and younger employees (Çağlak et al., 2012; Tokaç & Dinçer, 2011; Çapkın et al. 2008; Doğan & Yıldız, 2008; Emre et al., 2007; Yucel, 2006). In the final declaration of the family symposium in the drifting world made by SEKAM (2011), it is stated that the basis of the social structure of our country is based on family and marriage. According to the United Nations 2000 data, it is stated that 90% of men and women are married in all countries of the world (Anonymous, 2014). When Turkey's civil statistical data are examined by Anonymous (2021), it is stated that the marriage rate in Istanbul is 46% and the bachelorhood rate is 23%. In the results of the survey, it was determined that 73.14% of the employees were married, 25.71% were single and 1.15% were widowed. Within the scope of the final declaration of the symposium and anonym data, it was observed that the employees of the sector gave importance to the family structure and revealed similar marital status rates. In the studies conducted Çağlak et al. (2012; 2018) on aquaculture processing facilities and Rize aquaculture sales places in Balıkesir, marriage rates were similarly found to be above the level of 70%. In anonymous's 2020 data, it was stated that 25.16% of those living in Istanbul were primary school graduates, 45.1% were secondary school (including high school) graduates, 20.83% had an associate or bachelor degree, and 2.76% had a postgraduate degree (Anonymous, 2021). When our research results were examined (secondary education > primary education > undergraduate > not literacy > associate degree > master's degree), rates similar to anonim data were determined in the training status of aquaculture sector employees. In the study conducted by Çağlak et al. (2012) on the employees of aquaculture processing facilities in Balıkesir, the rate of those who had a bachelor or postgraduate degree undergraduate was found to be 14% by showing similarity with these study data. When the statistics of the printed media are examined, it is stated that there are decreases in the circulation of newspapers and magazines (Anonymous, 2017). In the study conducted by Çakır et al. (2009), they stated that the rate of those who irregularly read local newspapers in Kayseri province was 28.9% and the rate

of those who read a few days a week was 9.4%. Those who read newspapers once a month according to the answers given by the employees of the aquaculture processing facilities in Istanbul have the highest rate with 34.86%, revealing that the rate of reading newspapers has decreased, as seen in other studies. In the United Nations Human Development Report, Turkey ranks 86th in the ranking of reading books. In this respect, the frequency of reading books in Turkey is at very low rates and the supporting results are also seen in the rates of answers given to the question of reading books in Table 1. According to the report of the Reading Culture Survey in Turkey, in a survey conducted by a research company in 2008, 70 percent of the participants stated that they did not read books clearly, while in the new research they stated that this rate decreased to 36 percent (Okuyay, 2019). In the study conducted by Çoban et al. (2018) on the reading habit of university students, they stated that the rate of those who read 1-5 books in the last year was 48%. Çağlak et al. (2012) stated that the rate of those who read no books among the employees of the aquaculture processing facilities in Balıkesir province was 46% and the rate of those who read more than 1 book per month was 15%. The results of our research on the employees of aquaculture processing facilities in Istanbul are found to be similar to the results of other researches (30.85% who never read books, 26.86% once a week, 42.29% once a year and more than once) reflect Turkey's habit of reading books. However, recent studies and the results of this research also reveal that reading habits tend to increase in a positive way. The fact that the use of the internet, which has positive aspects as a very effective source of information and news, offers uncontrolled information and creates addiction, which are its negative features. Internet addiction is generally explained as spending a long time on the internet and not being able to control internet use (Leung, 2004; Simkova & Cincera, 2004). The biggest factor in internet addiction being a symptom of the time spent on the internet is that the weekly or daily usage time of the users who are addicted to the internet is much higher than the non-addicted users (Coa & Su, 2007). According to the August 2016 data of the Turkish Statistical Institute, while the rate of households providing internet access in Turkey is reported as 76.3%, the internet usage rate is determined as 61.2% (Anonymous, 2016). In the research conducted by Durak & Seferoğlu (2016), they stated that the average daily internet usage time was 4 hours and 37 minutes with PC and tablet and 2 hours and 51 minutes with mobile phone. The daily internet usage of 54.86% of the employees of the aquaculture processing facilities was determined as 2-3 hours. When the 2013 data of anonymous were examined, it was stated that the usage rates of the internet for participation and follow-up in social media networks were 73.2%, and this rate reached 82.4% in 2016 data. In this study, the rate of those who have a social media account was determined as 68.57%, and it is estimated that this difference, which is lower than the average in Turkey, is due to age distribution and education status. It was found that the majority of the social media users (53.72%) had one and two accounts and the rate of those who used more than 3 accounts was 14.85%. In the studies conducted by Aydın (2016) and İnce & Koçak (2017), it was stated that more than one social media uses. In the answers given to the question about the reason for internet use, communication with friends took the first place proportionally (54.22%). The option was followed by doing research, watching video-music and reading news, respectively. In the research conducted by anonymous in 2016, similar results were obtained in social media, sending messages to friends, watching videos, reading online news newspapers magazines, and searching for health-related information (Anonymous, 2021). As a result of the survey studies, it was determined that the frequency of internet use, the use and number of social media usage and the reasons for internet use were compatible with other studies and anonim data. In addition, it is determined that employees are not in a perception of internet addiction, mostly use one and two social media accounts, and the internet is within the scope of communication with friends and reading news. The correlation coefficient, which varies between -1 and +1, is a value that measures the degree of linear relationship between two variables. In correlation calculations made by taking the number of samples that can be considered normal according to the main mass, usually for r , it is said that 0.00-0.25 is a very weak relationship, 0.26-0.49 is a weak relationship, 0.50-0.69 is a medium relationship, 0.70-0.89 is a high relationship, and 0.90-1.0 is a very high relationship. The fact that r is greater than 0.7 as an absolute value allows us to interpret that the linear relationship is strong (Karataş, 2014).

When the gender distribution-education status of the employees was examined as a result of the correlation analysis, it was noted that there was a negative relationship between the two variables with $r = -0.02$ value. When the correlation between the frequency of reading books and monthly income was examined in the analysis results (0.12), it was seen that there was a very weak relationship between them. When the correlation between education status and frequency of internet use was analyzed, it was found that $r = -0.6$ and that there was a negative relationship between them. When correlation analysis was performed on the data of education status and frequency of reading newspapers, it was determined that $r = -0.3$ and there was a negative relationship between them. When the correlation analysis was made between the number of social media accounts and the frequency of internet use, it was found that $r = 0.08$ and it was observed that there was a very weak relationship between them. When the correlation rate between education status and the frequency of reading books was examined, it was recorded that the result was 0.21 and the relationship between them was weak.

Table 1. Demographic properties of employees in seafood processing facilities in İstanbul
Tablo 1. İstanbul ilindeki su ürünleri işleme tesislerindeki çalışanların demografik özellikleri

| Social Structures of Employees | Number | Percent (%) |
|------------------------------------|--------|-------------|
| Gender Status | | |
| Woman | 84 | 48 |
| Man | 91 | 52 |
| Age Groups | | |
| 18-29 | 57 | 32.56 |
| 30-40 | 60 | 34.29 |
| 41-60 | 53 | 30.29 |
| 60 ≥ | 5 | 2.86 |
| Marital Status | | |
| Widowed | 2 | 1.15 |
| Single | 45 | 25.71 |
| Married | 128 | 73.14 |
| Education Status | | |
| Illiterate | 14 | 8 |
| Primary | 43 | 24.57 |
| Secondary | 80 | 45.71 |
| Associate Degree | 13 | 7.43 |
| License | 20 | 11.43 |
| Master | 5 | 2.86 |
| Newspaper Reading Frequency | | |
| Every day | 49 | 28 |
| 2-3 times a week | 21 | 12 |
| 1 Time per Week | 44 | 25.14 |
| 1 Times a month | 61 | 34.86 |
| The habit of reading books | | |
| Never Reads | 54 | 30.85 |
| 1 Time per Week | 47 | 26.86 |
| 1 Time per Year | 42 | 24 |
| More Than 1 per Year | 32 | 18.29 |
| Social Media Account | | |
| Yes | 120 | 68.57 |
| No | 55 | 31.43 |

Table 1 (devamı). Demographic properties of employees in seafood processing facilities in İstanbul
 Tablo 1 (continued). İstanbul ilindeki su ürünleri işleme tesislerindeki çalışanların demografik özellikleri

| Number of Social Media Accounts | | |
|---|------|-------|
| 1 | 48 | 27.43 |
| 2 | 46 | 26.29 |
| 3≥ | 26 | 14.85 |
| Does not use | 55 | 31.43 |
| Internet Usage Frequency | | |
| Günde 2-3 saat | 96 | 54.86 |
| 2-3 hours per week | 34 | 19.43 |
| 1 hour per month | 8 | 4.57 |
| Does not use | 37 | 21.14 |
| Reason for Using the Internet | | |
| Reading News | 9 | 10.84 |
| Conducting Research | 18 | 21.69 |
| Communication with Friends | 45 | 54.22 |
| Listening to Music-Watching Videos | 11 | 13.25 |
| Not answer (Not included in the statistics) | (92) | (-) |

As can be seen in Table 2, it was determined that while almost all of the employees (99.43%) had social security, only 0.57% (1 person) of all employees did not have social security. When the types of social security were examined, it was found that the vast majority of the employees were covered by SSK with 97.7%. In the research conducted in the aquaculture sector, it was observed that the social security status of the employees varied between 60% and 99% (Çeliker et al., 2006,2008; Daşdan et al., 2008; Doğan & Yıldız, 2008; Çağlak et al., 2012). With the amendments made in the social security legislation, the fact that social security institutions such as Bond, SSK and Pension Fund were gathered under a single roof ensured that the answer of the vast majority of all employees under the social security umbrella in our survey was SSK. When the positions and titles of the personnel in the workplace were examined, the rate of workers, which is an indicator of the aquaculture sector, was found to be 69.14% at the highest level. In the studies conducted by Duyar & Bayraklı (2005), Çapkın et al. (2008) and Çağlak et al. (2012), they similarly stated that the number of workers was high. While the answers of the employees who were very satisfied, satisfied and reasonably satisfied with their job were found as 13.14-45.14-30.86%, respectively, only 10.86% of them were dissatisfied. Anonymous (2021) job satisfaction data showed 6.7-7.3%, 73.7-70.9% and 9.9-11.9% of employees were very satisfied, satisfied and reasonably satisfied, respectively, in 2018 and 2019. When the research data were compared with the average in Turkey, the rate of satisfied employees was found to be low and the rate of reasonably satisfied employees was found to be high. In total, similar results with anonymous data were observed. In a study conducted in the hunting sector, they stated that the total rate of those who said good and medium to their satisfaction responses from the profession was 85.9% (Güngör et al., 2007). In the research conducted in Balıkesir, the total rate of those who said they were very satisfied and satisfied with their job was found to be 88% (Çağlak et al., 2012). The minimum wage amounts for 2018 and 2019 were determined as 2209 TL and 2558 TL. It is seen that 54.86% of the employees earns 2001 TL and above. The fact that there is 45.14% below the minimum wage also reveals that wages are made according to the work, experience and technical expertise in the aquaculture processing sector. When the results of the survey are examined, it is seen that the different industries and the aquaculture sector in our country are not different from other areas by reflecting the salaries of the employees exactly. With an amendment made in 1989, a new regulation was put forward in determining the minimum wage and the determination of the minimum wage differently for industry, agriculture and forestry cutting was ended, and the minimum wage to be applied in the whole country regardless of the region or sector difference was started to be determined by the central Minimum Wage Determination Commission (Eser

& Terzi, 2008). When the earnings satisfaction rates in the 2018 and 2019 surveys within the scope of anonymous (2021) data are examined, the total rate of those who are very satisfied and satisfied is between 41.9-43.4%, while the medium satisfaction is at the level of 21% and the total rate of those who are dissatisfied and not satisfied at all is between 34.4-33.6%. According to the average of Turkey, salary satisfaction was found to be low in this research and dissatisfaction rate was found to be high. This situation shows the improvement in salaries as stated above. In anonymous (2019) household consumption expenditure data, it is stated that the average monthly expenditure amount is over 4000 TL. In the research, the fact that the rate of those with an expenditure of 2001 TL and above is 48.57% reveals similar data with the average of Turkey. It was also observed that there was a relationship between the gain obtained and the amount of expenditure. When the monthly income and average monthly expenditure amount of employees were examined in the correlation analysis, it was recorded that they had a strong relationship with 0.8. When the correlation data between the title in the workplace and the satisfaction with the job were examined, the value $r = -0.05$ was found and it was determined that there was a negative weak relationship between them.

Table 2. Social security and economic structures of employees in seafood processing facilities in İstanbul
Tablo 2. İstanbul ilindeki su ürünleri işleme tesislerindeki çalışanların sosyal güvenlik ve ekonomik yapıları

| Social Security and Economic Structures of Employees | Number | Percent (%) |
|--|--------|-------------|
| Social Security Status | | |
| Has social security | 174 | 99.43 |
| No social security | 1 | 0.57 |
| Social Security Institution | | |
| SSK | 170 | 97.70 |
| Pension fund | 1 | 0.58 |
| Bond | 3 | 1.72 |
| Private insurance | - | - |
| Title | | |
| Worker | 121 | 69.14 |
| Foreman | 13 | 7.43 |
| Technician | 2 | 1.14 |
| Engineer | 15 | 8.58 |
| Others (Driver, Accounting etc) | 24 | 13.71 |
| Job Satisfaction | | |
| Very satisfied | 23 | 13.14 |
| Satisfied | 79 | 45.14 |
| Tolerable | 54 | 30.86 |
| Not Satisfied | 19 | 10.86 |
| Total Family Income (TL) | | |
| 950-1200 | 4 | 2.28 |
| 1201-1500 | 28 | 16 |
| 1501-2000 | 47 | 26.86 |
| 2001≥ | 96 | 54.86 |
| Salary Satisfaction | | |
| Yes | 45 | 25.71 |
| No | 81 | 46.29 |
| Tolerable | 49 | 28 |
| Average Monthly Spend (TL) | | |
| 0-500 | 1 | 0.57 |
| 501-949 | - | - |
| 950-1200 | 17 | 9.71 |

Table 2 (devamı). Social security and economic structures of employees in seafood processing facilities in İstanbul
 Tablo 2 (continued). İstanbul ilindeki su ürünleri işleme tesislerindeki çalışanların sosyal güvenlik ve ekonomik yapıları

| | | |
|-----------|----|-------|
| 1201-1500 | 19 | 10.86 |
| 1501-2000 | 53 | 30.29 |
| 2001 ≥ | 85 | 48.57 |

Housing situations and evaluations within the scope of social security and economic structures of the employees are presented in Table 3. It was determined that 52.91% of the home ownership rate, which is one of the important inputs of socio-economic data, was the host of the property. In different studies conducted on aquaculture sector employees, it was observed that the rate of home ownership varied between 51.6-76.67% (Çağlak et al., 2018; Sağlam & Karadal, 2016; Çağlak et al., 2012; Dogan, 2010; Celiker et al., 2006, 2008; Doğan & Yıldız, 2008). While our research findings remain within the determined values, the fact that the home ownership rate is over 50% in all studies reveals the importance of homeownership. In anonymous (2021) data, it is stated that the hosting rate in Turkey is 57.8%. When the housing type structures of the employees are examined, it is seen that 54.86% of them have apartment structures. In the study conducted by Çağlak et al. (2012) for the employees of aquaculture processing facilities in Balıkesir, it was stated that the apartment rates were over 50%. While the results we obtained are in line with other research data, they also clearly reveal the urban construction situation of İstanbul. When the housing sizes in Turkey are examined, it is stated that the average standard housing size is 100 m² at a rate of 80% (Anonymous, 2016). In the study conducted by Çağlak et al. (2018) on retail aquaculture sellers in Rize province, they declared that those residing in 0-90 m² houses had a share of 16.67% and those living in houses of 91-130 m² had a share of 55%. In Çağlak et al. (2012), socioeconomic analysis of employees working in aquaculture processing plants in the case of Balıkesir province, the rate of those living in houses between 50-100 m² was stated as 79.2%. In the answers given by the employees who participated in the survey, the rate of those living in houses between 90 and 130 m² was found to be 44.57%. The proportion of those living in ninety square meters and below was found to be the highest rate as 44%. The data obtained are consistent with other study findings, and some studies reveal differences. It is foreseen that this difference is more evident in the province of İstanbul depending on the size of the apartment in housing rents. When the heating method of the houses was examined, the heating rate with natural gas was found to be the highest (56.57%). In two different studies conducted by Çağlak et al. (2012, 2018), the rate of houses heated by natural gas was stated as 10% and 27%, respectively, according to the years. In Turkey's 2018 data, the average heating with natural gas was at the level of 70% (Anonymous, 2022). In the research data, the use of natural gas was found to be lower than the data of Turkey and higher than the results of other researches. The average household size of Turkey is 3.3 (Anonymous, 2021). In the socio-economic study of Sağlam & Karadal (2016), it is stated that 54% fishermen have 0-3 children, and it is estimated that there is a family structure of 3-5 people at the same rate. In our research, the maximum number of households of 4 people (44%) was found, and it was seen that these results were in line with the data of Turkey and other studies. The employment rate of a single person in the number of employees living in the same residence was determined as 46.86%. Çağlak et al. (2018), reported that the single person working rate in the family was 66.67% in their study. The study reveals that this difference is due to the economic structure of İstanbul and the living conditions by taking into account the ratio of two people (39.43%) in the survey results. When the results of the survey were evaluated, it was seen that 44% of the employees lived in a residence of 90 m² and below, and 44% of them lived as 4 people in the same residence. When the correlation analysis was performed, it was determined that the result was 0.07 and there was a very weak relationship between them.

Table 3. Housing and household structures of employees in seafood processing facility in İstanbul
 Tablo 3. İstanbul ilindeki su ürünleri işleme tesislerindeki çalışanların konut ve hane halkı yapıları

| Social Security and Economic Structures of Employees | Number | Percent (%) |
|--|--------|-------------|
| Residential Property | | |
| Owns a house | 95 | 54.29 |
| Tenant | 59 | 33.71 |
| living with family | 21 | 12 |
| Housing Type | | |
| Detached house | 35 | 20 |
| Apartment | 96 | 54.86 |
| Slum | 44 | 25.14 |
| Housing Size (m²) | | |
| 90 ≤ | 77 | 44 |
| 91-120 | 62 | 35.43 |
| 121-130 | 16 | 9.14 |
| 130-150 | 2 | 1.14 |
| 151 ≥ | 18 | 10.29 |
| How the Housing Heats Up | | |
| Stove | 64 | 36.57 |
| Heating system | 8 | 4.57 |
| Natural gas | 99 | 56,57 |
| Electricity | 4 | 2,29 |
| Number of Persons Living in Housing | | |
| 2 | 22 | 12.57 |
| 3 | 47 | 26.86 |
| 4 | 77 | 44.00 |
| 5 | 17 | 9.71 |
| 6 ≥ | 12 | 6.86 |
| Number of Employees from the Same Housing Residents | | |
| 1 | 82 | 46.86 |
| 2 | 69 | 39.43 |
| 3 | 22 | 12.57 |
| 4 | 1 | 0.57 |
| 5 ≥ | 1 | 0.57 |

Multiple compliance analysis is a multivariate statistical technique of descriptive type used in cases where the relationships between variables are examined with two- or multidimensional crosstabs. As a result of this analysis, the relationships between the categories of each variable are examined and interpreted graphically. In other words, compliance analysis examines the compatibility of data in two or more categories (Kılıç, 2016). Training-Book Reading Frequency-Newspaper Reading Frequency Multiple Compliance Analysis values are shown in Figure 1. While the reading rates of primary school graduate personnel varied between 1 week and 1 per year, their newspaper reading rate was distributed between 1 and 2-3 per week. The distribution of book readings of people with secondary education 1 time per year and newspaper readings 1 time per month was found to be similar. The rates of reading 1 book per week and reading newspapers every day of the personnel who had an associate degree and those who had an undergraduate degree showed a distribution. According to the results of the Training-Internet Usage Frequency-Number of Social Media Accounts Multiple Compliance Analysis, the results of illiterate personnel were naturally determined as not using the internet and the number of social media was determined as zero. While it was observed that the staff with primary education used the internet for 2-3 hours per week, a consistent distribution was not observed in the number of social media. It is observed in Figure 2 that the number of social media accounts increases with the increase in educational level. Title-Monthly Income-Monthly

Expenditure Multiple Compliance Analysis Results are as seen in Figure 3. It was observed that monthly income amounts and monthly expenditure amounts were largely parallel to each other. In terms of title, monthly income and monthly expenditure distributions increased in income due to the increase in title and accordingly the amount of expenditure also increased. It was seen that the results of multiple harmony analysis between the number of people living in the house and the size of the house were in parallel with each other. It was observed that the housing sizes of the personnel with the title of Foreman, Engineer and Other were 90-120 m², and the number of people living in the residence was 3 people. It was determined that the number of people residing in the residence of the personnel with the title of employee was limited to 2 (Figure 4). When the results of the Multiple Compliance Analysis were examined, it was observed that the monthly income of the personnel with the title of employee was distributed between 1201 and 2000 TL and that the job satisfaction was negative. While the monthly incomes of foreman, engineer and other titled personnel were distributed as 1501 TL and above, job satisfaction was distributed among very satisfied and reasonably satisfied (Figure 5).

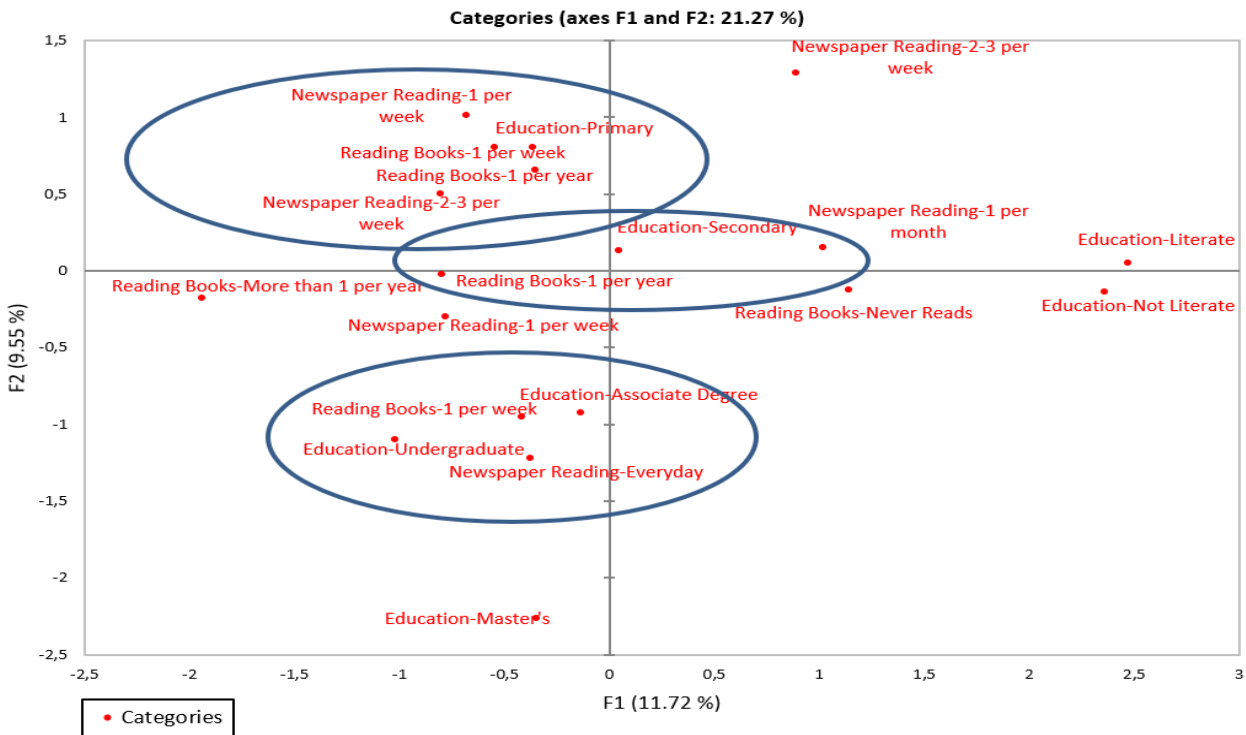


Figure 1. Education-book reading frequency-newspaper reading frequency multiple cohesion analysis

Şekil 1. Eğitim-kitap okuma sıklığı-gazete okuma sıklığı çoklu uyum analizi

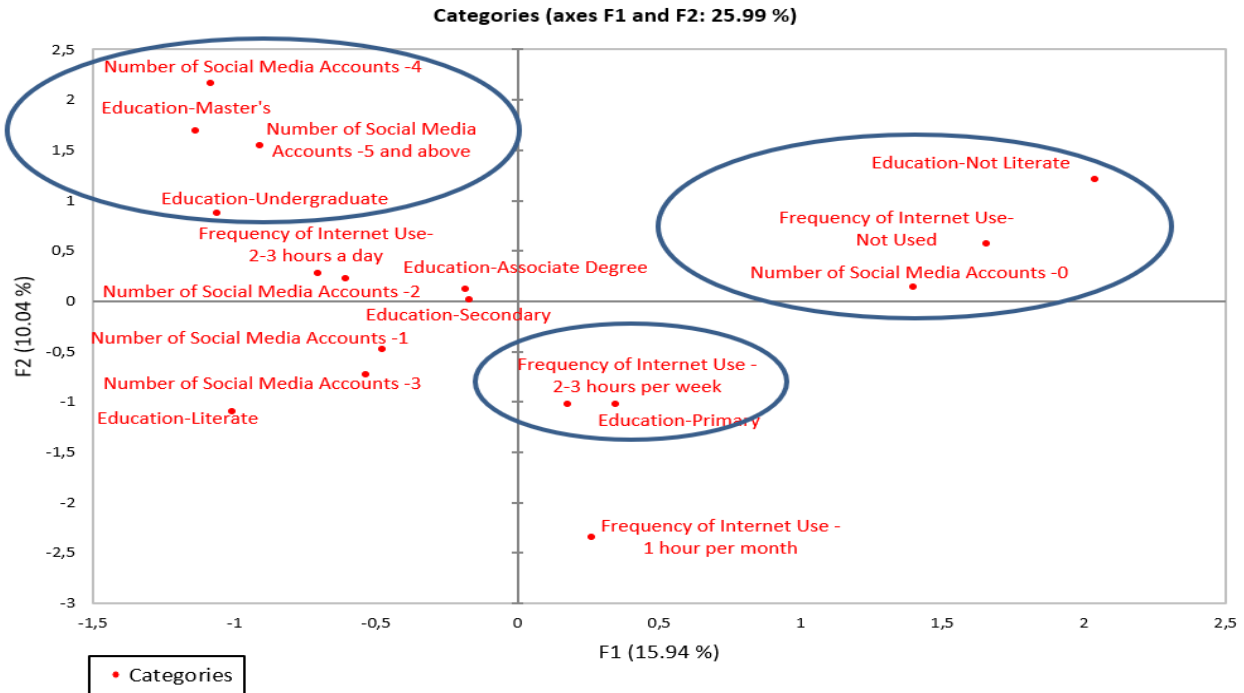


Figure 2. Education-frequency of internet use-number of social media accounts multiple cohesion analysis
 Şekil 2. Eğitim-internet kullanma sıklığı-sosyal medya sayısı çoklu uyum analizi

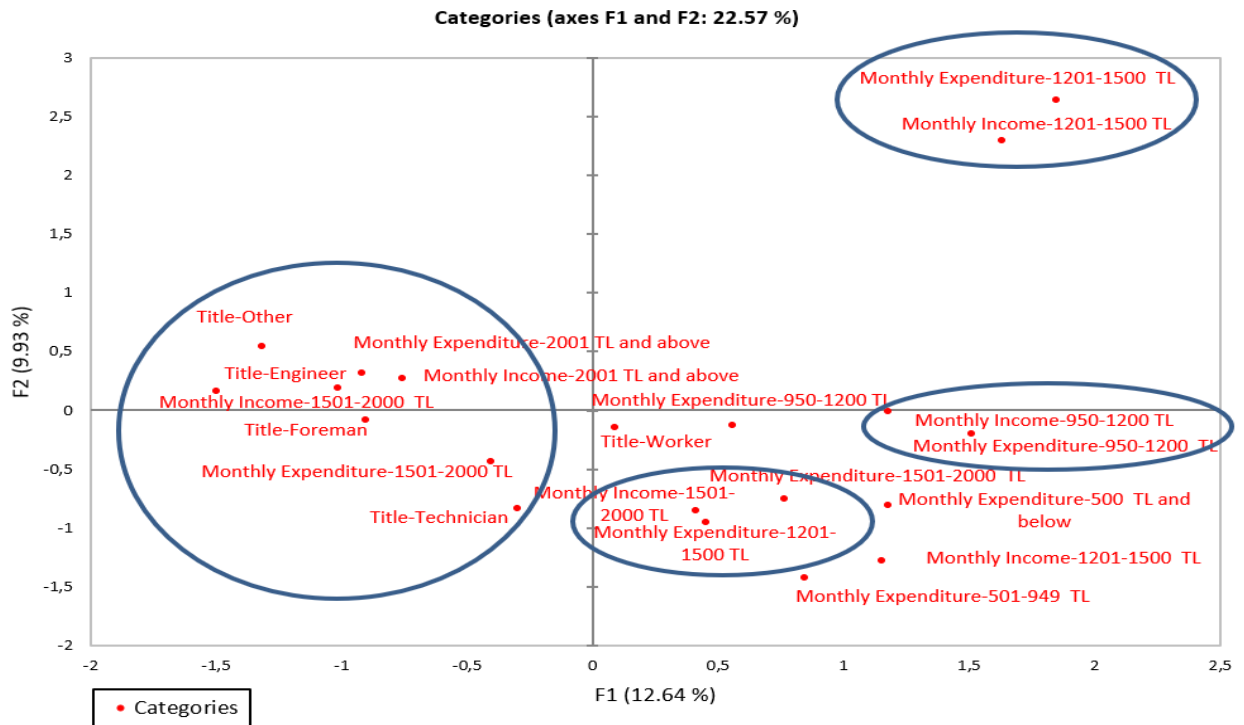


Figure 3. Title-monthly income-monthly expenditure multiple cohesion analysis
 Şekil 3. Ünvan-aylık gelir-aylık harcama çoklu uyum analizi

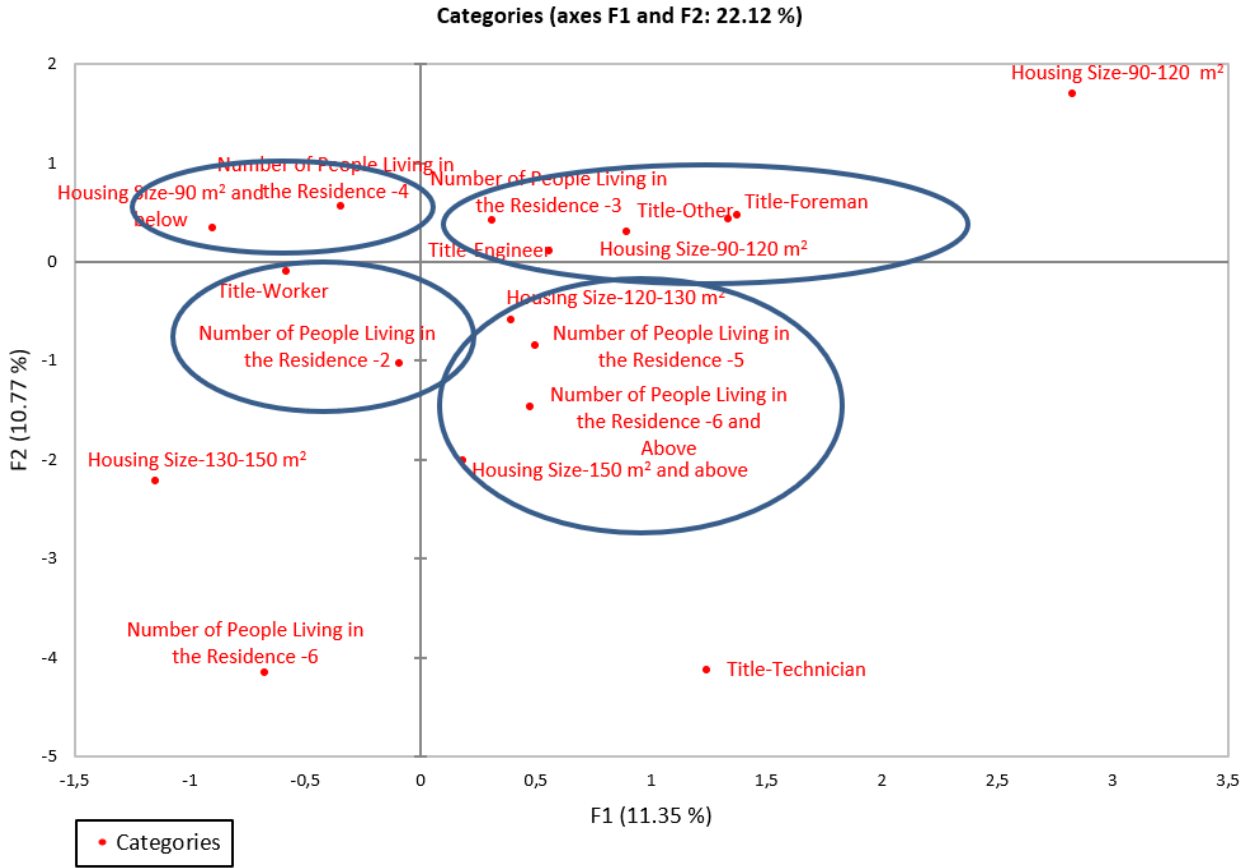


Figure 4. Housing size-number of residents-title multiple cohesion analysis

Şekil 4. Konut büyüklüğü-hane halkı sayısı- ünvan çoklu uyum analizi

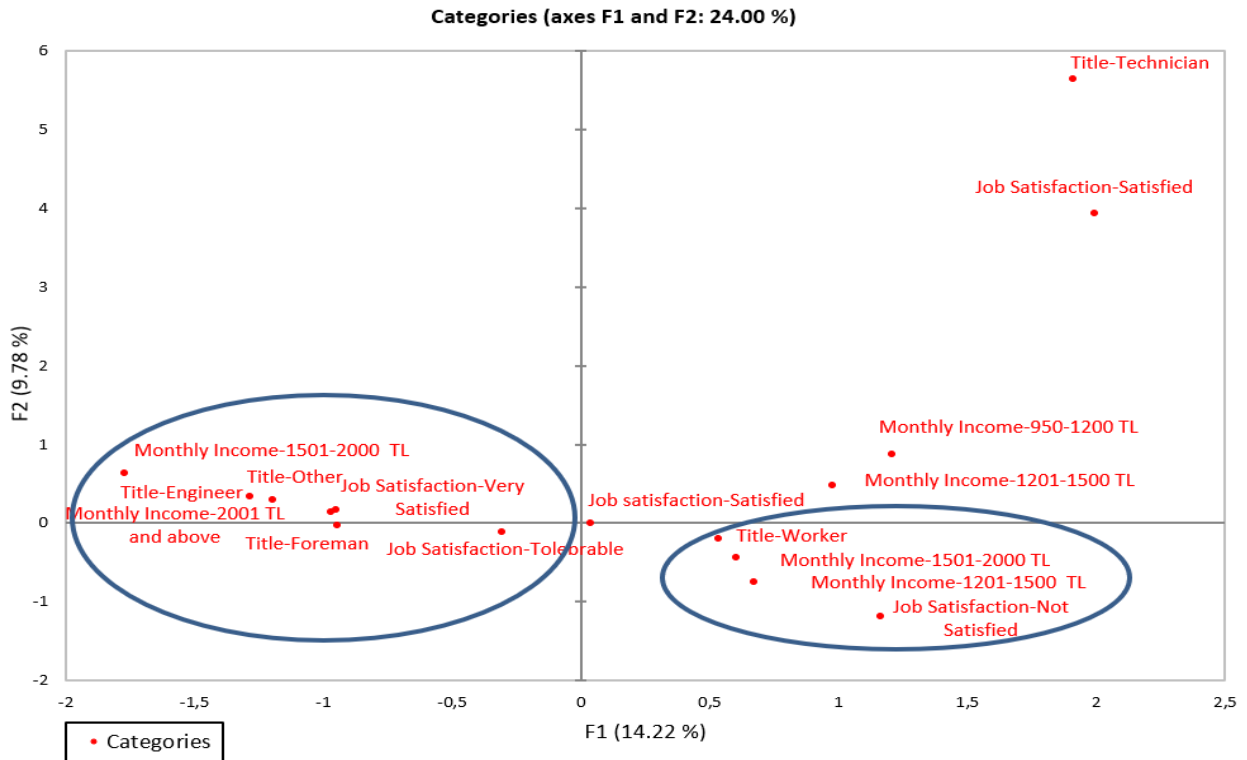


Figure 5. Monthly income-title-job satisfaction multiple cohesion analysis

Şekil 5. Aylık gelir-unvan-iş memnuniyeti çoklu uyum analizi

In the survey data and evaluation of the structure of the Processing Facilities, information including the addresses of the enterprises in Istanbul, establishment years, annual capacities, quality security systems, working days and hours are shown in Table 4.

Table 4. Processing facilities, year of establishment, address, operating capacities and quality assurance systems
Tablo 4. İşleme tesisleri, kuruluş yılı, adresi, işleme kapasiteleri ve kalite sistemleri

| Facilities and Year of Establishment* | Address and Contact | Operating Capacity tons/year, Days and Hours d/h Worked | Quality Security Systems |
|---------------------------------------|----------------------|---|---|
| A-2010 | Sancaktepe/ İSTANBUL | 1000 t/y, 6 d/10 h | HACCP, BRC, IFS, ASC, İSO 9001, İSO 22000 |
| B-1989 | Şile/İSTANBUL | 600 t/y, 6 d/10 h | HACCP |
| C-2013 | Esenyurt/İSTANBUL | 180.000 t/y, 6 d/10 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| D-2016 | Çekmeköy/İSTANBUL | 480 t/y, 6 d/9 h | İSO 9001-14001-22000,OHSAS 18001,HACCP |
| E-1971 | Beşiktaş/İSTANBUL | 10 t/y, 6 d/8 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| F-2008 | Sarıyer/İSTANBUL | 12 t/y, 6 d/ 7 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| G-2009 | Bayrampaşa/İSTANBUL | 100 t/y, 6 d/12 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| H-2013 | Bayrampaşa/İSTANBUL | 624 t/y, 6 d/10 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| I-2013 | Eyüp/İSTANBUL | 400 t/y, 6 d/10 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| J-2008 | Bayrampaşa/İSTAMBUL | 72 t/y, 6 d/10 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001,İSO 18000 |
| K-1990 | Sarıyer/İSTANBUL | 10 t/y, 6 d/10 h | HACCP, İSO 22000, İSO 9001 |
| L-2007 | Beykoz/İSTANBUL | 100 t/y, 6 d/9 h | HACCP |
| M-2015 | Beykoz/İSTANBUL | 250 t/y, 6 d/10 h | HACCP |

*For ethical reasons, company names are given as letters.

Aquaculture enterprises must obtain permission / approval from the Ministry of Food, Agriculture and Livestock in order to export to the member countries of the European Union and to non-member countries. As a result of the survey data, it was determined that the number of enterprises with export permission was 4 and the number of enterprises without export permission was nine. The places where the permitted enterprises export are determined as EU countries, Russia, USA, Japan, Italy, Bulgaria, Latvia, Sweden and Far East Countries. It should not be ignored that enterprises without export permits may be found in various permit applications according to the requests received over the years. In a previous study conducted in Istanbul, it is stated that there are 2 enterprises with EU approval number (Sağlam, 2017). Considering the proportion of enterprises with export permits, it is seen that exports in Istanbul are not at an advanced level, although it has increased according to the previous research. Considering the location, importance and potential of Istanbul, it is seen that it may have more export permits and rates. When the rate of state support in the enterprises participating in the survey was examined, it was determined that 5 enterprises received various supports from the state, two enterprises received electricity support, and four enterprises received SSK premium support. Eight businesses declared that they had not received any support. Government support is extremely important for businesses. In the study titled Current Status, Problems and Solution Proposals of Aquaculture Processing Plants in the Aegean region, it was seen that 36% of the processing facilities received state support and 64% did not receive incentives from the state (Avşan, 2014). In our study, while the rate of those who received incentives was 38.46%, the rate of those who did not receive incentives was determined as 61.54%. This situation reveals that businesses are not fully aware of state supports and two important situations such as avoiding bureaucratic procedures for state support. Safe food supply is extremely important not only to protect the health of the consumer mass through biological, chemical and other means of transmission, but also for healthy nutrition and healthy living. Consumer protection and prevention of diseases that

can be transmitted to the consumer with food are the most important basic elements of the food safety program. Food safety systems can be summarized as Total Quality Management (TQM), ISO 9000 (Quality Management System Standard), ISO 22000, GMP (Good Manufacturing Practices), Good Hygiene Practices (GHP), IFS, BRC and HACCP. In a study conducted in Istanbul (Sağlam, 2017), it was stated that 12 enterprises applied HACCP, 5 enterprises applied ISO and 2 enterprises applied good manufacturing practices from total quality management practices. In this study, it was similarly determined that all enterprises implemented the HACCP program, as well as 10 enterprises having ISO and 1 enterprise having BRC-IFS programs. When the analyses made in the enterprises were examined, it was stated that the water analysis was carried out quarterly in coordination with the Ministry of Agriculture, Food and Livestock. In addition to the Ministry of Agriculture, Food and Livestock Laboratories in the purchase and sale of products, it was also found that analyses were made in Private Laboratories. It was determined that microbiological, sensory (organoleptic) and some chemical (TVBN, Heavy Metal) analyses were carried out in the infrastructures of the enterprises. When the products processed in the enterprises and their regions of origin are examined, it is observed that marine and freshwater fish, mollusks, crustaceans and cephalopods are processed products. Products are imported from countries such as Norway, Spain, India, Indonesia, Iceland, Canada, Senegal, Vietnam, Egypt, Mauritania, Thailand, Morocco, Guinea and China. It is seen that enterprises have quality safety systems accepted in the world in healthy and reliable food production. In this context, it was determined that all enterprises used HACCP systems and that BRC, IFS, ASC, ISO 9001, ISO 22000, ISO 14001, and OHSAS 18001 systems were available in some enterprises. When the trainings given to the personnel within the scope of the quality safety system and company policy in the enterprises were evaluated in the survey results, it was determined that they were collected under the headings of Hygiene training, tool-equipment use, HACCP training, First Aid training, Occupational health / safety training, Chemical / Disinfectant use training, Job descriptions and Ethics trainings. The fact that businesses attach importance to the quality security system affects consumer preferences positively (Keleş et al., 2021; Keskin et al., 2021). When the problems encountered in the sector, the expected supports and requests are examined, the determined items are grouped as in Table 5. When the problems experienced in the sector are examined, almost all businesses have been found to have raised similar problems. Raw material supply, inspection, taxes, state support, a chamber of aquaculture engineers, domestic production, infrastructure regulation and sector transparency are the problems faced by enterprises in the sector. In the face of these problems, the solution proposals requested by the enterprises can be collected under six (6) headings.

-Bringing domestic products to the sector and giving incentives

-Lowering taxes

-Increasing support with information

-Prevention of overfishing, protection of stocks

-Reducing prices in analyses and strengthening the infrastructure of enterprises

-Establishment of a chamber of fisheries engineers and increasing the employment of aquaculture engineers

Table 5. Problems, supports and requests encountered in the sector

Tablo 5. Sorunlar, destekler ve sektörün istekleri

| Problems Encountered | Supports and Requests |
|--|--|
| Supply of raw materials from abroad, rising exchange rate. | Bringing domestic products to the sector instead of supplying raw materials from outside |
| Inspectors are veterinarians | Aquaculture engineers have a say in exports and supervision |

Table 5 (devamı). Problems, supports and requests encountered in the sector

Tablo 5 (continued). Sorunlar, destekler ve sektörün istekleri

| | |
|---|---|
| High taxes on the products purchased | Reducing taxes to reasonable levels agreed by all parties |
| Low support and lack of information | Incentives and supports should be increased and businesses should be constantly informed about the practices to be carried out. |
| High fees in the analyzes performed | Increasing the efficiency of state laboratories in routine and non-routine analyzes and being economical |
| Chamber of Agricultural Engineers fails to adequately protect the rights of aquaculture engineers | Separate establishment of the aquaculture engineering chamber |
| Insufficient incentives for the processing of domestic products | Due to the fact that products imported from abroad create economic difficulties, there are state supports in the processing of domestic products. |
| Irregularity of Operation and Infrastructure | Regulation of laws, regulations and circulars, conducting inspections before the fish go ashore and increasing the measures at each step |
| Lack of transparency in the sector | Transparency of all stakeholders of the aquaculture sector, protecting each other and taking the necessary measures (example of the engineer killed) |
| Inadequate aquaculture promotion | Promoting aquaculture correctly, introducing healthy nutrition into the education curriculum |
| Monopolization in the sector | Legal arrangements that can be made to use the sector effectively and efficiently for all stakeholders, large and small. |
| Lack of adequate supervision in the prohibition of overfishing and hunting | It is a fact that stocks in our seas are decreasing, in this regard, increasing overfishing and hunting ban inspections (law enforcement effectiveness) |
| Insufficient protection of new stocks commissioned in our country | Protection of stocks of products found in the foreign market legal practices for many years on the processing of these products (the example of sea eggplant) |

In the examination, it was determined that the enterprises had more than one product processing technology. In addition, according to the results of the survey, it is estimated that the enterprises operating in the region prefer simple methods that extend the shelf life instead of looking for new tastes in the products they have processed due to commercial reasons and consumers accustomed to traditional tastes. In the light of all studies, it is estimated that the enterprises with less than 20 personnel in Turkey are between 55-60%. When the number of personnel per facility is examined, the fact that the majority of enterprises employing 1-16 personnel do not carry out very detailed processing activities in the facilities is thought to be because of the use of personnel for general services such as sizing and casing and logistical activities. As the number of personnel increased, it was observed that the capacity and product variety of the facilities increased. As in other sectors of aquaculture, it is seen that employers give priority to the employment of young personnel by prioritizing work/manpower in the processing sector. The fact that the literacy rate is quite low in the results of the survey shows the development of Turkey in the field of education. While the fact that the rates of those who have an associate or bachelor degree are at a certain level reveals the importance given to the work of the employees of the sector, the proportional surplus of primary and secondary school graduates is due to the excess of the working personnel in the status of workers. It is estimated that the rates of buying and reading newspapers tend to decrease due to the follow-up of news sites on social media. This situation is also in parallel with the increasing use of the Internet. The rate of people who do not have a social media account corresponds to approximately 1 in 3 of the personnel participating in the study with 31.43%.

When the social security situations that provide economic and social security were investigated, it was seen that almost all of them (174 people) were under the social security umbrella. It was determined that the employees of the aquaculture processing facilities in Istanbul were evaluated by the employers at the point of work/labor provision and the research findings were in parallel with other studies. According to anonymous (2021) data, when the poverty lines (6745-7532 TL) of 2018 and 2019 are examined, it is thought that employers should improve the wages they receive in a large part of the employees. However, the hunger limits for the same years were stated as 1919-2178 TL, and it was determined that a large part of the remuneration in this respect was at the hunger limits. The fact that Istanbul is an industrial city causes the construction to be concentrated in the form of apartment buildings depending on the population density. However, the fact that the night stay rate is higher than the detached house rate is an important indicator that the studies carried out in urban transformation for Istanbul have become a priority. It is thought that the high use of natural gas in Istanbul is higher than other provinces because the natural gas infrastructures in these provinces have not been fully and adequately put into operation. As the size of the house increased, the increase in the number of people living in the dwelling was especially evident in apartments over 120 m². The countries which the facilities export to may vary annually according to demand and supply. The fact that certain enterprises benefit from state support shows that they follow the legal legislation. Within the scope of the legislation of the Ministry of Agriculture and Forestry, the implementation of HACCP in all aquaculture processing facilities is a legal obligation. In this respect, it has been observed that enterprises support the necessary sensitivities about food safety with other quality control systems except for legal obligations. Since increasing the financial opportunities of the personnel is related to the economic situation of the enterprises, increasing the incentives and supports given to the enterprises will directly affect the financial situation of the personnel. The raw material needs of aquaculture processing plants are directly related to the aquaculture and hunting sector. While some enterprises in Istanbul use the raw materials they produce in their own cultivation facilities, enterprises that do not have an alternative have difficulty in supplying raw materials and are more affected by economic crises because they provide their raw materials from outside. At this point, it is thought that providing alternative and continuous products to the enterprises in Istanbul is extremely important for the future and continuity of the sector. As in all sectors, there is a shortage of workers, technicians and intermediate staff in the aquaculture processing sector. The excess of staff circulation is proof of this. Improving the conditions of the employees, increasing their salaries and thus eliminating the problems of the business owners will increase employment, ensure personnel continuity and relieve the sector. Aquaculture is a healthy food with no alternative. It is thought that if it is financially supported, its conditions are improved and the sector is given the value it deserves, the existing problems will disappear. When the development of the aquaculture sector is examined, it will be seen how important it is for Turkey and the world.

ACKNOWLEDGEMENTS

It is an article produced from a master study using research data before 2020.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Anonymous (2014). Ministry of Family and Social Policies-ASPB, Turkey Family Structure Survey Findings Recommendations, Ankara, 334 p.
- Anonymous (2016). Household Information Technologies Usage Survey Bulletin Number 21779. Available: [https://data.tuik.gov.tr/Bulletin/Index?p=Household-Informatics-Technologies-\(IT\)-Usage-Study-2017-24862](https://data.tuik.gov.tr/Bulletin/Index?p=Household-Informatics-Technologies-(IT)-Usage-Study-2017-24862) (Accessed: July, 22, 2022).
- Anonymous (2016). Turkish Furniture Manufacturers Association-MOSDER, Available: <https://www.projopedia.com/real-estate-news/residences-square-metre-size-decreased,7800.html> (Accessed: September 20, 2020).
- Anonymous (2017). Printed Media Statistics Bulletin Number 24673. Available: <https://data.tuik.gov.tr/Bulletin/Index?p=Print-Media-Statistics-2017-27605> (Accessed: July 22, 2022).
- Anonymous (2019). Household Consumption Expenditure. Newsletter Issue Number: 33594. Available: Retrieved from [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Household-Consumption-Expenditure-\(Regional\)-2019-33594](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Household-Consumption-Expenditure-(Regional)-2019-33594) (Accessed: July 22, 2022).
- Anonymous (2020). Fisheries Statistics Statistics. Available: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2020-37252> (Accessed: July 22, 2022).
- Anonymous (2021). TÜİK-Turkish Statistical Institute. Available: <https://www.tuik.gov.tr/> (Accessed: July 22, 2022).
- Anonymous (2022). How and how warm is Turkey. Available: <https://www.verikaynagi.com/general/turkey-how-andwhathow/#:~:text=T%C3%Bcrkiye%202018%20y%C4%B1%C4%B1%20reputation%WithC4%B1,TL20%increaseby%201.677%20TL20%C5%9Ftur> (Accessed: March 29, 2022).
- Atay, D. (1997). Aquaculture Production Targets. TSE Standard Publications, 110-121 p.
- Avşan, M. (2014). The current situation, problems and solution proposals of aquaculture processing facilities in the Aegean region. PhD Thesis, University of Muğla Sıtkı Koçman, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Seafood Department, 84 p.
- Aydın, İ.E. (2016). A Study on Social Media Use of University Students: The Example of Anadolu University. *University of Selçuk, Journal of the Social Sciences Institute*, 35, 373-386.
- Bektaş, Z.K., Miran, B., Uysal, Ö.K., Günden, C., & Cankurt, M. (2010). Consumer Preferences for Frozen Food Products: The Example of İzmir Province. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 47 (3), 211-222.
- BSGM (2021). General Directorate of Fisheries and Fisheries Fisheries Statistics. Ankara, 21 p.
- Buruç, O. (2018). Socio-economic analysis of fisheries farmers in Bitlis province. Master Thesis, Munzur University, Institute of Science and Technology, Seafood Department, 58 p.
- Çağlak, E., Karlı, B., & Çağlak, S. (2012). Socio-economic analysis of employees in seafood processing plants: The case of Balıkesir. *Istanbul University Journal of Fisheries*, 27, 47-67.
- Çağlak, E., Karlı, B., Gürdal, A.A., & Kara, B. (2018). Socio-Economic Status of Employees in Fisheries Retail Stores in Rize Province. *Journal of Anatolian Environmental Animal Science*, 1, 34-41.
- Çakır, H., Güllü, K., Kacur, M., & Tanyeri, E. (2009). Readers' perceptions of local newspapers. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4 (1), 1-24.
- Çapkin, K., Korkut, S.O., Şevik, R., & Olgun, M. (2008). Determination of the structure and problems of aquaculture processing facilities in Beyşehir Region. *Journal of Fisheries Sciences*, 2 (3), 466-474.
- Çaylak, B., Çolakoğlu, F., Künili, İ.E., & Ormancı, H.B. (2019). A research on seafood consumption and consumer preferences in İzmir Province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (1), 101-106. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp1.101-106.2735>
- Çeliker, S.A., Korkmaz, Ş., Demir, A., Gül, U., Dönmez, İ., & Kalanlar, Ş. (2008). Socio-economic analysis of fisheries fishing enterprises in the Mediterranean Region. *Ministry of Agriculture and Rural Affairs Project*, Ankara, 15 s.

- Çeliker, S.A., Korkmaz, Ş., Dönmez, D., Gül, U., Demir, A., Genç, Y., Kalanlar, Ş., & Özdemir, İ. (2006). Socio-economic analysis of fisheries fishing enterprises in the Black Sea Region. *Agricultural Economics Research Institute Project*, Ankara, 259-270.
- Charles, A.T. (1988). Fishery socioeconomic: a survey. *Land Economics*, 64, 276-295.
- Coa, F., & Su L. (2007). Internet Addiction Among Chinese Adolescent: Prevalence and Psychological Features. *Child: Care, Health Development*, 33 (3), 275-281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2006.00715.x>
- Çoban, A., İleri, T., & Temir, M. (2018). A descriptive look at the reading habits of university students: the example of Amasya University. *The Journal of Social Science*, 5 (19), 50-69.
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç., & Ormancı, H.B. (2006). Evaluation of Fisheries Consumption Behaviors in Çanakkale. *Ege University Journal of Fisheries*, 23 (1/3), 387-392.
- Daşdan, K., Çeliker, S.A., Arısoy, H., Ataseven, Y., Dönmez, D., Gül, U., Demir, A., & Korkmaz, Ş. (2008). Socio-economic analysis of fisheries fishing enterprises in the Aegean Region. *Ministry of Agriculture and Rural Affairs Project*, Ankara, 223 s.
- Doğan, K. (2010). Socio-Economic Analysis of Istanbul Fisheries Cooperatives and Their Partners. *Journal of Fisheries Sciences*, 4 (4), 318-328. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2010035>
- Doğan, K., & Yıldız M. (2008). Socio-Economic Analysis of Employees in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farms in the Marmara region. *Istanbul University Journal of Fisheries*, 23, 17-27.
- Drewes, E. (1982). Three fishing villages in Tamil Nadu: A socio-economic study with special reference to the role and status of women. Bay of Bengal Programme, Development of Small-Scale Fisheries.
- Durak, H., & Seferoğlu, S.S. (2016). Examination of social media literacy and social network usage patterns in Turkey. *International Journal of Social Studies*, 9 (46), 526-535.
- Duyar, H.A., & Bayraklı B. (2005). Situation and solution proposals of aquaculture processing facilities in Sinop province. *SUMDER-The Journal of Fisheries Engineers Association*, 24 (4), 53-56.
- Emre, Y., Diler, İ., Sevgili, H., Oskay, D.A., & Sayın, C. (2007). Investigation of the structural characteristics of trout farms in the Mediterranean Region. *Turkish Journal of Aquatic Life*, 3-5 (5-8), 476-489.
- Eser, B.Y., & Terzi, H. (2008). Minimum wage problems and suggestions in Turkey. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 22 (1), 129-143.
- FAO (2019). Fishery and Aquaculture Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma-Italy, 110 p.
- Freire, J., & Garcia-Allut A. (2000). Socio-economic and biological causes of management failures in European artisanal fisheries: the case of Galicia (NW Spain). *Marine Policy*, 24 (5), 375-384. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(00\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(00)00013-0)
- Güngör, G., Özen, S.S., & Güngör, H. (2007). Socio-economic structure of Marmara Sea fishery and seafood marketing, Tekirdag coastline example. *Journal of Tekirdag Faculty of Agriculture*, 4 (3), 311-325.
- Hunte, W., & Oxenford, H.A. (1989). The Economics of Boat Size in the Barbados Pelagic Fishery, *Proceedings of the Thirty Ninth Annual Gulf and Caribbea Fisheries Institute*, Hamilton, Bermuda. 39, 230-239.
- İnce, M., & Koçak, M.C. (2017). Social media usage habits of university students: The example of Necmettin Erbakan University. *Journal of the Social Sciences Institute*, 7 (2), 736-749.
- Kara, M.M. (2010). Investigation of the situation of seafood processing industry in Istanbul Province. Master Thesis, Ege University, Institute of Science and Technology, Fisheries Department, 76 p.
- Karakaya, E. (2013). Determination of shelf life of *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) packaged in different ways at 4±1 °C. Master Thesis, Firat University, Institute of Science and Technology, Fisheries Department, 72 p.
- Karataş, Z. (2014). Regression, correlation and factor analysis. *Advanced Statistics Applications in Social Work Course*, 24 p.

- Keleş, H., Doruatlı, K., Gül, M., & Kadakoğlu, B. (2021). Tüketicilerin gıda güvenirliliği konusunda farkındalıkları: Konya ili kent merkezi örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 316-325. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.841100>
- Keskin, G., Tapkı, N., Dağistan, E. (2021). Üniversite öğrencilerinin geleneksel gıda farkındalığı üzerine bir araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 565-575. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.952129>
- Keskin, S. (2001). Multiple fit analysis and an application. *Journal of Agricultural Sciences*, 7, 91-95.
- Kılıç, F.A. (2016). Compliance analysis. *Management Information Systems Encyclopedia*, 3 (1), 1-20.
- Köse, S., Gökoğlu, N., Tokay, S.M., Baygar, T., Özer, N.P., Çolakoğlu, F.A., Meriç, İ., & Alçiçek, Z. (2010). The situation, problems and solution proposals of the seafood processing industry. *Turkish Chamber of Agricultural Engineers VII. Technical Congress*, Ocak 01-03, Ankara, Türkiye, 821-852.
- Kutlu, S., & Balçık, G. (2007). Development of aquaculture processing-evaluation facilities in our region. *Dolphin Research Bulletin*, 7, 1-16.
- Leung, L. (2004). Net-Generation Attributes and Seductive Properties of the Internet as Predictors of Online Activities and Internet Addiction. *Cyberpsychology Behavior*, 7 (3), 333-348. <https://doi.org/10.1089/1094931041291303>
- OKUYAY (Platform for Disseminating Reading Culture) (2019). Turkey Reading Culture Research. Istanbul Turkey. 100 p.
- Sabatella, E., & Franquesa, R. (2004). *Manual Of Fisheries Sampling Surveys: Methodologies For Estimations Of Socio-Economic Indicators In The Mediterranean Sea, Studies And Reviews. General Fisheries Commission For The Mediterranean*. No. 73. Food And Agriculture Organization, Rome-Italy, 37 p.
- Sağlam, E.N., & Karadal, E. (2016). Socio-economic structure of Mediterranean coastline sea fishing. *Egirdir Faculty of Fisheries Journal*, 12 (2), 158-169. <https://doi.org/10.22392/egirdir.285172>
- Sağlam, F.T. (2017). General structure and operation of fishery products processing facilities in Istanbul Province. Master Thesis, Namık Kemal University, Institute of Science and Technology, Department of Agricultural Economics, 133 p.
- Sarıözkan, S. (2016). Fishing industry and economy in Turkey. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 31 (1), 15-22. <https://doi.org/10.18864/TJAS201602>
- Saxena, B.S. (1989). Use of Economic Parameters in Investment Decision-Making for the Utilisation of Living Resources of Seas in India. *Proceedings of the National Symposium on Utilisation of Living Resources of the Indian Seas. CIFE*. Bombay, India, 343-350.
- SEKAM (Center for Social and Economic Research) (2011). Center for social and economic studies, Family Symposium in a Drowning World. İstanbul, 49 p.
- Simkova, B., & Cincera, J. (2004). Internet Addiction Disorder and Chatting in the Czech Republic. *Cyberpsychology Behavior*, 7 (5), 536-9. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.536>
- Supongpan, M., Chamchang, C., Boongerd, S., & Loawapong, A. (2000). *Technical report on the anchovy fisheries in the Gulf of Thailand*. Food and Agriculture Organization of the United Nations/FISHCODE Project GCP/INT/648 NOR:Field Report F-6 Supplementary (En). Italy-Rome, 105.
- Tezcan, M. (2005). Structural analysis and evaluation of efficiency of aquaculture processing facilities in Konya. Master Thesis, Selçuk University, Institute of Science and Technology, Department of Animal Science, 36 p.
- Tokaç, A., & Dinçer, T. (2011). Fisheries: Project for Building Sustainable Networks Between Turkey and Italy. GAP Analysis Report. İzmir-Türkiye, 121 p.
- TSÜMAE (2012). TR90 Eastern Black Sea Region Fisheries Sector Report. Contract No: TR90/11/DFD/21 Fisheries Central Research Institute. Trabzon. 220 p.
- Ünal, V. (2004). Viability of trawl fishing fleet in Foça (the Aegean Sea), Turkey and some advices to central management authority. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4, 93-97.

- Uzmanoğlu, S., & Soylu, M. (2006). Socio-economic structure of marine fishery in Karasu (Sakarya) Region. *Ege University Journal of Fisheries*, 23 (1/3), 515-518. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2006.23.3.5000156872>
- Villareal, L.V., Kelleher, V., & Tietze, U. (2004). Guidelines on the collection of demographic and socio-economic information on fishing communities for use in coastal and aquatic resources management. *Food and Agriculture Organization Fisheries Technical*, 439, 120 p, Italy-Rome.
- Waters, J.R., Rhodes, R.J., & Wiggers, R. (2001). Description of Economic Data Collected With A Random Sample of Commercial Reef Fish Boats in the Florida Keys. *United State Department Commerce, NOAA Technical Report NMFS 154 A Scientific Paper of the Fishery Bulletin*, 45 p.
- Yahşı, S.R. (2000). Export of our aquatic products to EU and quality control system. *Journal of Agriculture and Village*, 136, 19-22.
- Yücel, Ş. (2006). Fisheries of Central Black Sea Region and socio-economic status of fishermen. *Ege University Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 23 (3), 529-532. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2006.23.3.5000156875>

Tek yıllık çim yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının bazı toprak özelliklerine etkisi

Effect of the application of chemical fertilizer and different organic substances on some properties of soil in annual ryegrass cultivation

Hasan Can DEMİRAY¹, Altıngül ÖZASLAN PARLAK², Mehmet PARLAK³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye.

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|---|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 23.05.2022 Accepted / Kabul: 20.10.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Organik madde Kimyasal gübre Alınabilir fosfor Aggregat stabilitesi Toprak</p> <p>Keywords: Organic matter Chemical fertilizer Available phosphorus Aggregate stability Soil</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Mehmet PARLAK mehmetparlak06@hotmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Kimyasal gübre ve farklı organik maddelerin toprağa verilmesi bitki verimini artırabilir ve bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini iyileştirebilir. Tek yıllık çim yetiştiriciliğinde kontrol, kimyasal gübre (amonyum sülfat, %21 N) ve farklı organik madde uygulamalarının (çiftlik gübresi, tavuk gübresi, leonardit, biyolojik gübre, yem bezelyesi+tek yıllık çim karışık ekimi, yaygın fiğ+tek yıllık çim karışık ekimi) 0-5 cm ile 5-20 cm derinlikteki toprakların agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, toplam N, alınabilir P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarına etkilerini belirlemek amacıyla 2 yıl süreyle tarla denemesi yürütülmüştür. Tarla denemesi tesadüf blokları deneme tertibinde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Alınan toprak örneklerinde bazı fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen verilere göre kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarından sadece çiftlik gübresi 0-5 cm derinlikteki toprakta alınabilir fosforu ve potasyumu etkilemiştir. Çiftlik gübresi uygulamasıyla toprağın alınabilir P ve K kapsamı artmıştır. Diğer kimyasal gübre ve organik madde uygulamaları her iki derinlikten alınan toprakların başka özelliklerini etkilememiştir. Tek yıllık çim yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve organik madde uygulamalarının toprak özelliklerine etkisini belirlemek için daha uzun süreli tarla denemeleri kurulmalıdır.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The application of chemical fertilizer and different organic substances into the soil can increase plant yield and improve some physical and chemical properties of soil. A field experiment was conducted for 2 years to determine the effect of the application of chemical fertilizer (ammonium sulphate-21% N), control and different organic substances (farmyard manure, chicken manure, leonardite, biofertilizer, pea + annual ryegrass, mixtures of common vetch + annual ryegrass) on aggregate stability, bulk density, pH, electrical conductivity, organic matter, total N, available P, K, Ca, and Mg concentration of soil at a depth of 0-5 cm and 5-20 cm in annual ryegrass cultivation. The field experiment was established in a randomized complete block design with 3 replications. Some physico chemical analyzes were carried out on the soil samples taken from the study area. Farmyard manure affected the available P and K in the soil at a depth of 0-5 cm of the applications of different organic and inorganic substances. With the application of farmyard manure, the available P and K content of the soil has increased. The application of chemical fertilizer and organic substances did not affect the remaining properties of soils taken from 2 depths. It is suggested that the long term field experiments should be conducted to determine the effect of the application of chemical fertilizer and organic substances on the properties of soil.</p> |
| <p>Cite/Atf</p> | <p>Demiray, H.C., Özasan Parlak, A., & Parlak, M. (2023). Tek yıllık çim yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının bazı toprak özelliklerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 113-121. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1119986</p> |

GİRİŞ

Toprakların özelliklerindeki olumsuz yöndeki değişimler fiziksel olarak erozyon ve sıkışma, kimyasal olarak tuzlanma ve asitleşme, biyolojik olarak biyolojik çeşitliliğin azalması ve organik maddenin kaybı şeklinde gerçekleşir (Gomiero, 2016). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından Küresel Toprak Paydaşlığı ve Türkiye Toprak Bilgi Sisteminde ifade edilen 10 küresel toprak sorunundan birisi organik maddenin kaybı şeklinde belirtilmektedir (Anonim, 2019). Organik madde toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Tarımsal üretimin gerekli olan koşullara uygun olarak yapılmaması organik maddenin azalmasına neden olmaktadır (Kopittke ve ark., 2019). Topraktan organik madde kaybı; yanlış toprak işleme teknikleri, erozyon, anız yakılması ve aşırı otlama gibi bir çok etkenden kaynaklanmaktadır. Organik maddenin kaybı nedeniyle toprak verimlilik özellikleri olumsuz etkilenmekte ve elde edilen ürünler zamanla azalmaktadır. Verimin ve elde edilen gelirin azalmasının önüne geçmek amacı ile topraklara kimyasal gübre verilmektedir. Kimyasal ve organik gübrelerin bitki verimi ve toprak verimlilik özelliklerine etkisiyle ilgili yapılan araştırmalarda organik gübrelerin kimyasal gübrelere göre bitki verimini artırmada ve toprak özelliklerini iyileştirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çelik ve ark., 2004; Liu ve ark., 2010; Yan ve Gong, 2010; Simon & Czako, 2014; Brar ve ark., 2015).

Özellikle buğdaygil familyasından olan bitkilerin (tek yıllık çim, tahıllar vb.) yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde kimyasal azotlu gübre uygulanmaktadır. Bu araştırmada kimyasal gübrenin yerini tutacak farklı azot kaynakları ele alınarak, tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* L.) yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının toprakların agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, organik madde, toplam azot, alınabilir fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonlarına etkisi belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanının toprak ve iklim özellikleri

Araştırma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi deneme alanında 2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Çalışma alanı toprakları Toprak Taksonomisine göre Typic Haploxererts veya FAO/UNESCO sınıflandırma sistemine göre Eutric Vertisols olarak sınıflandırılmıştır (Parlak ve ark., 2017). Denemenin kurulduğu alan düz veya düze yakın(%0-2) eğime sahiptir. Araştırma alanının uzun yıllar ortalamasına (1927-2020) göre toplam yağış miktarı 625.5 mm, ortalama sıcaklığı ise 15.2 °C olmuştur. Denemenin yürütüldüğü ilk yılda toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre yüksek, ikinci yılda ise uzun yıllar ortalamasından daha düşük saptanmıştır. Denemenin yürütüldüğü ilk yıl ve ikinci yılda ortalama sıcaklık uzun yıllar ortalamasından daha yüksek değerde saptanmıştır (Çizelge 1).

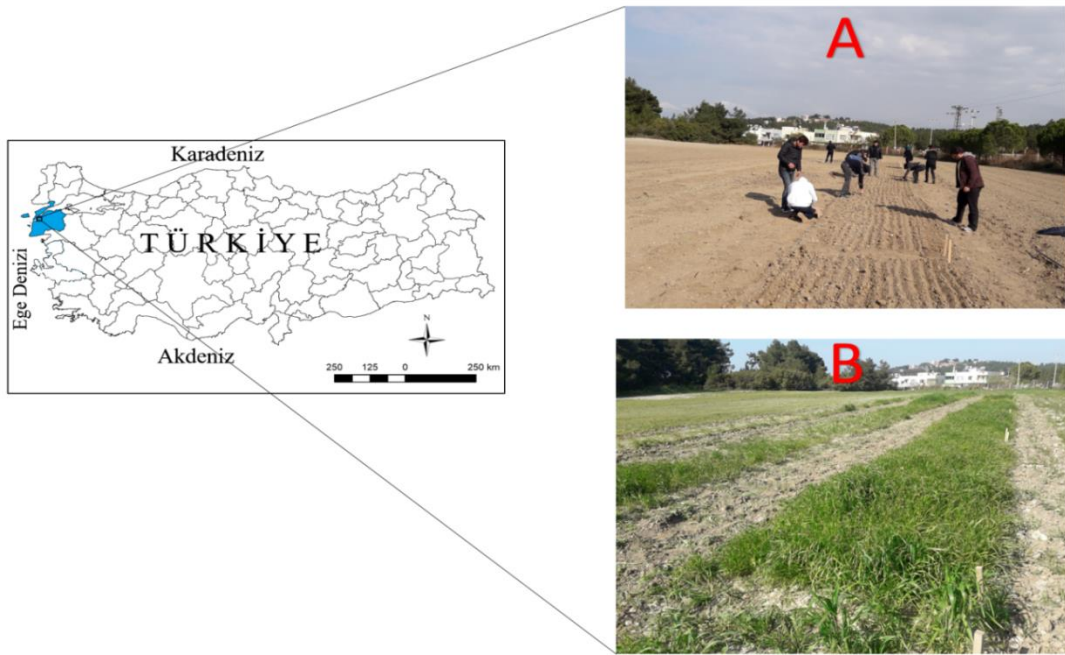
Çizelge 1. Araştırma yerinin 2019 ve 2020 yılları ile uzun yıllar (1927-2020) yağış ve sıcaklık ortalamaları (Anonim, 2021)

Table 1. The mean precipitation and temperatures of the research area for the years 2019 and 2020 and long term time period (1927-2020) (Anonim, 2021)

| Yıllar | Kasım | Aralık | Oca | Şub. | Mar | Nisa | May | Haz | Tem | Ağus. | Eyl. | Eki. | Top./Ort |
|-----------------------------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|--------------|
| Toplam yağış (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| 2018/2019 | 92.8 | 97.3 | 94.3 | 69.0 | 64.4 | 85.9 | 4.5 | 56.7 | 19.6 | 10.5 | 1.0 | 34.7 | 630.7 |
| 2019/2020 | 18.8 | 32.4 | 57.7 | 48.5 | 24.1 | 55.8 | 54.7 | 38.6 | 0.1 | 3.1 | 8.6 | 48.7 | 391.1 |
| 1927-2020 | 84.3 | 105.6 | 92.4 | 72.3 | 66.0 | 45.0 | 30.1 | 25.7 | 14.3 | 9.2 | 25.0 | 55.6 | 625.5 |
| Ortalama sıcaklık °C | | | | | | | | | | | | | |
| 2018/2019 | 13.1 | 7.5 | 7.7 | 7.1 | 10.8 | 13.4 | 19.6 | 25.8 | 26.7 | 27.5 | 23.4 | 19.4 | 16.8 |
| 2019/2020 | 17.5 | 11.2 | 7.3 | 9.7 | 11.7 | 12.3 | 18.2 | 22.6 | 27.0 | 27.1 | 24.7 | 19.3 | 17.4 |
| 1927-2020 | 12.1 | 8.4 | 6.3 | 6.7 | 8.4 | 12.6 | 17.6 | 22.2 | 25.1 | 25.1 | 21.1 | 16.3 | 15.2 |

Denemenin kurulması

Denemede; bütün parsellere tek yıllık çim ekilmiştir. Kontrol uygulamasında tek yıllık çime hiçbir uygulama yapılmamıştır. Organik gübre olarak çiftlik gübresi ve tavuk gübresi, organik düzenleyici olarak leonardit, biyolojik gübre olarak *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas fluorescens* içeren BM-MegaFlu, kimyasal gübre olarak amonyum sülfat, tek yıllık çim (*Lolium multiflorum*) + yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) ikili karışımı ile tek yıllık çim + yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) ikili karışımı olmak üzere toplamda kontrol dahil 8 uygulama kullanılmıştır. Tek yıllık çimin baklagillerle (yem bezelyesi, yaygın fiğ) ikili karışım yapılmasının nedeni, baklagillerin azot fiksasyonu yaparak, toprağa doğal yollardan azot kazandırmasıdır. Deneme tesadüf blokları deneme tertibinde ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 1 A-B). Deneme iki yılda da aynı alanda yürütülmüştür.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (A. Denemede ekimin yapılması B. Parsellerden görünüş)
Figure 1. Location of the study area (A. Planting in the field experiment B. View from plots)

Deneme alanı toprağı sonbaharda 20 cm derinlikte sürülerek ardından tırmıkla ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim 2018 ve 2019 yıllarının Kasım ayında 12 m² lik (2 m x 6 m) parsellere 12.5 cm sıra aralığında yapılmıştır. Bloklar 1.5 m'lik parseller 0.5 m'lik tampon bölge ile ayrılmıştır.

Dozların belirlenmesinde daha önceden yapılan araştırmalardaki en verimli doz dikkate alınmıştır. Denemede çiftlik gübresi 3 t da⁻¹ (Yolcu ve ark., 2011), tavuk gübresi 0.3 t da⁻¹ (Fayetörbay ve ark., 2014), leonardit 0.1 t da⁻¹ (Tamer ve ark., 2016) miktarlarında kullanılmıştır. Çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve leonardit ekimden önce toprağa karıştırılarak verilmiştir. Bakteri esaslı biyolojik gübre doğrudan toprağa uygulanmıştır. Bunun için dekara 100 litre temiz suya 1 litre biyolojik gübre ilave edilmiş ve temiz bir tankta iyice karıştırılmış, kapalı bir ortamda bir gece bekletildikten sonra düşük basınçlı pulverizatörle akşam saatlerinde toprak yüzeyine püskürtülmüş ve hemen toprak işleme yapılmıştır. Amonyum sülfat gübresinin yarısı ekimle birlikte kalan yarısı da sapa kalkma döneminde olmak üzere toplam 10 kg N da⁻¹ miktarında kullanılmıştır (Türkmen, 2018).

Denemede kullanılan tohum miktarları tek yıllık çimde 6 kg da⁻¹ (Trinova çeşiti), yem bezelyesi (Töre çeşiti) ve yaygın fiğde (yerel ekotip) 12 kg da⁻¹ dir. İkili karışık ekimler yalın ekimleri üzerinden %50 baklagil + %50 buğdaygil olacak şekilde hesaplanarak yapılmıştır. İkili karışımlar bir sıra baklagil, bir sıra buğdaygil olacak şekilde düzenlenmiştir. Yabancı ot kontrolü vejetatif gelişmenin başlangıcında elle yapılmıştır. Bitkilerin hasadı ise tek yıllık çimde süt olum döneminde, baklagillerde alt baklaları görüldüğünde yapılmıştır.

Toprak örneklerinin alınması ve toprak analizleri

Toprak örnekleri ikinci yılın sonunda alınmıştır. Her parselden hasat sırasında paslanmaz çelik kürek ve bozulmamış örnek alma kapları (5 cm yüksekliği ve 5 cm çapındaki) yardımıyla 2 farklı derinlikten (0-5 cm, 5-20 cm) bozulmamış ve bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri laboratuvar ortamında hava kuru duruma geldikten sonra temiz bir zeminde dövülerek ufalanmış ve 2 mm'lik elekten elenmiştir. Analize hazır hale getirilen bu toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri (bünye, agregat stabilitesi, toprak reaksiyonu (pH, 1:2,5), elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, toplam azot (N), alınabilir fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) standart analizlerle belirlenmiştir. Bünye hidrometre yöntemi (Gee ve Or, 2002) kullanılarak saptanmıştır. Hacim ağırlığı Grossman ve Reinsch (2002) yöntemine göre hacmi bilinen bozulmamış örnek alma kabıyla alınan toprak örneklerinin 105 °C'de etüvde kurutulmasıyla belirlenmiştir. Agregat stabilitesi mikro agregatlarda (<0.25 mm) Nimmo ve Perkins (2002) yöntemine göre yapılmıştır. Toprak pH'sı saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile (Thomas, 1996), elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda elektriksel kondaktivite ölçüm aleti (EC metre) kullanılarak saptanmıştır (Rhoades, 1996). Toprak organik maddesi modifiye edilmiş yaş yakma yöntemine göre (Nelson & Sommers, 1996), toplam N mikro Kjeldahl metoduna göre (Bremner, 1996), alınabilir P Olsen metoduna göre (Kuo, 1996) belirlenmiştir. Alınabilir K toprakların 1 N amonyum asetat (NH₄OAc) ile ekstraksiyonundan elde edilen solüsyonda alev fotometresinde okunmasıyla saptanmıştır (Helmke ve Sparks, 1996). Alınabilir Ca ve Mg ise aynı ekstrakt çözeltisinde ICP-OES'de (Varian 710-ES model) okumalarıyla belirlenmiştir (Suarez, 1996).

Gübre analizleri

Denemede kullanılan organik gübreler ile leonarditin kimyasal özellikleri (pH, EC, organik madde, toplam N, P, K, Ca ve Mg) Kacar ve Kütük (2010)'de verilen yöntemlere göre yapılmış ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. En yüksek pH organik madde, N ve Mg çiftlik gübresinde; en düşük pH, organik madde, N ve Mg ise leonarditte saptanmıştır. Tavuk gübresi ve leonarditin EC değerleri sırasıyla 17.7 dS m⁻¹ ve 2.1 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir. En fazla P, K ve Ca tavuk gübresinde (sırasıyla 4439 mg kg⁻¹, 25581 mg kg⁻¹, 22104 mg kg⁻¹); en az P, K, Ca ise leonarditte (sırasıyla 259 mg kg⁻¹, 6847 mg kg⁻¹, 4563 mg kg⁻¹) tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan organik gübre ve düzenleyicilerin bazı kimyasal özellikleri

Table 2. Some chemical properties of the organic fertilizers and amendments used in the experiment

| | pH (1:10) | EC(1:10) (dSm ⁻¹) | Organik madde (%) | N (%) | P (mgkg ⁻¹) | K (mgkg ⁻¹) | Ca (mgkg ⁻¹) | Mg (mgkg ⁻¹) |
|-----------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Çiftlik gübresi | 7.0 | 6.3 | 32 | 1.5 | 3370 | 18203 | 14755 | 10303 |
| Tavuk gübresi | 5.7 | 17.7 | 23.8 | 1.1 | 4439 | 25581 | 22104 | 7330 |
| Leonardit | 4.8 | 2.1 | 12.5 | 0.6 | 259 | 6847 | 4563 | 4477 |

İstatistiksel analiz

Denemeden elde edilen toprak özelliklerine ilişkin verilere SAS 9.4 yazılımı (SAS Institute, 2018) kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farkın önemlilik düzeyi %5'e göre yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprakların her iki derinlikteki bünyesi de "tın" olup bünye bileşenleri sırasıyla 0-5 cm için %22.92 kil, %35.41 silt ve %41.67 kum, 5-20 cm için ise %25 kil, %35.42 silt ve %39.58 kum olarak saptanmıştır. Kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının toprağın bazı fizikokimyasal özelliklerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Deneme alanında 0-5 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının

agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, pH, elektriksel iletkenlik, toplam N, Ca ve Mg'a etkisi istatistik olarak önemsiz çıkmışken, alınabilir P'a etkisi ise önemli çıkmıştır. Deneme alanında 5-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde ise kimyasal gübre ve organik madde uygulamalarının belirlenen fizikokimyasal özelliklere etkisi istatistik olarak önemsiz çıkmıştır. Kılıç & Sönmez (2019) farklı organik gübrelerin (tavuk gübresi, vermikompost, çiftlik gübresi) ve leonarditin kimyasal toprak özelliklerine etkisini saksı denemesi yardımıyla belirlemişler ve kullandıkları gübreler içerisinde çiftlik gübresinin toprağın alınabilir P içeriğini en fazla artıran gübre olduğunu ifade etmişlerdir. Adana'da yapılan tarla denemesinde uzun dönem kontrol, kimyasal gübre, çiftlik gübresi, bitki kompostu, mikoriza aşılansız kompost uygulamalarının toprağın kimyasal ve biyokimyasal özelliklerine etkisi araştırılmış ve topraktaki alınabilir P'un en fazla çiftlik gübresi uygulamasında saptandığı bildirilmiştir (Turgay ve ark., 2015). Çerçioğlu (2019) 2 yıl süreyle yürüttüğü tarla denemesinde kompostlanmış sera atıkları ve ahır gübresinin toprağın makro element kapsamına etkisini araştırmış ve toprağın alınabilir K kapsamının uygulamalara bağlı olarak önemli düzeyde arttığını saptamıştır. Hlisnikovskiy ve ark. (2021) yapmış oldukları tarla denemesinde çiftlik gübresi, NPK, çiftlik gübresi+ NPK uygulamalarının toprakların alınabilir K içeriğini istatistik olarak önemli düzeyde etkilediğini tespit etmiştir. Chen ve ark. (2018), organik ıslah maddeleri ve organik ıslah maddesi+inorganik gübrelerin toprak verimliliğine etkisini belirlemek için 132 tane uzun süreli (10 yıldan çok) araştırmaların meta analizini yapmıştır. Yapılan meta analizi sonucunda hayvansal kökenli organik maddelerin, hiç uygulama yapılmayanlara göre toprakların alınabilir P kapsamının %93 ile %232 aralığında değişen miktarlarda artış gösterdiği rapor edilmiştir. Cai ve ark. (2019) çiftlik gübresinin besin maddesi girdisini, mikrobiyal ayrışmayı ve bitki gelişimini düzenlemede önemli rol oynadıklarını ifade etmiştir.

Çizelge 3. Kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri (Ortalama±standart sapma)*

Table 3. The effects of chemical fertilizer and different organic material applications on the physical and chemical properties of soils (mean±standard deviation)*

| Toprak örnekleme derinliği: 0-5 cm | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Uygulama | Agregat stabilitesi (%) | Hacim ağırlığı (g cm ⁻³) | pH | EC (dS m ⁻¹) | Organik madde (%) | Toplam N(%) | Alınabilir P (mg kg ⁻¹) | Alınabilir K (mgkg ⁻¹) | Alınabilir Ca (mgkg ⁻¹) | Alınabilir Mg (mgkg ⁻¹) |
| Kontrol | 75.25± 17.03 | 1.19± 0.03 | 7.40± 0.18 | 1.81± 0.10 | 1.17± 0.18 | 0.06± 0.01 | 4.26± 1.86 b | 207.7± 15.1 b | 4211.2± 607 | 386.61± 57.59 |
| Çiftlik gübresi | 90.32± 9.50 | 1.09± 0.13 | 7.33± 0.08 | 2.24± 0.17 | 1.33± 0.09 | 0.08± 0.01 | 17.34± 11.58 a | 440.64± 94.69 a | 3958.5± 605.2 | 410.61± 48.46 |
| Tavuk gübresi | 68.22± 24.23 | 1.20± 0.09 | 7.45± 0.17 | 1.69± 0.12 | 1.27± 0.28 | 0.06± 0.01 | 2.63± 1.30 b | 191.3± 37.9 b | 4318.9± 903.4 | 393.17± 90.67 |
| Leonardit | 82.43± 20.26 | 1.14± 0.08 | 7.38± 0.12 | 2.01± 0.54 | 1.21± 0.26 | 0.06± 0.01 | 2.03± 1.15 b | 218.2± 48.5 b | 4177.8± 656.1 | 382.97± 50.13 |
| Biyolojik gübre | 67.29± 27.58 | 1.18± 0.09 | 7.42± 0.11 | 1.62± 0.03 | 1.22± 0.22 | 0.06± 0.01 | 2.26± 0.86 b | 207.1± 28.1 b | 4284.9± 808.4 | 389.77± 57.03 |
| Kimyasal gübresi | N 79.71± 29.36 | 1.18± 0.03 | 7.49± 0.11 | 1.60± 0.01 | 1.21± 0.22 | 0.06± 0.01 | 3.93± 1.11 b | 174.3± 14.2 b | 4455.4± 860.8 | 398.12± 81.84 |
| Yem bezelyesi | 86.17± 9.44 | 1.23± 0.08 | 7.41± 0.09 | 1.69± 0.06 | 1.32± 0.05 | 0.06± 0.01 | 3.79± 2.50 b | 210.3± 53.2 b | 4421.1± 633.3 | 419.80± 63.69 |

Çizelge 3 (devamı). Kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri (Ortalama±standart sapma)*

Table 3 (continued). The effects of chemical fertilizer and different organic material applications on the physical and chemical properties of soils (mean±standard deviation)*

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Yaygın fiğ | 60.99± 24.64 | 1.18± 0.08 | 7.39± 0.04 | 2.28± 0.64 | 1.41± 0.17 | 0.07± 0.02 | 3.30± 1.56 b | 269.4± 98.2 b | 4714.2± 728.7 | 439.46± 40.35 |
| p | 0.693 | 0.569 | 0.858 | 0.074 | 0.843 | 0.088 | 0.009* | 0.001* | 0.954 | 0.952 |
| Toprak örnekleme derinliği: 5-20 cm | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 79.72± 20.86 | 1.21± 0.01 | 7.46± 0.17 | 1.62± 0.10 | 1.17± 0.18 | 0.06± 0.01 | 4.78± 1.19 | 200.31± 17.77 | 4261.1± 535.5 | 391.17± 54.33 |
| Çiftlik gübresi | 63.57± 28.36 | 1.18± 0.01 | 7.39± 0.20 | 1.98± 0.14 | 1.33± 0.09 | 0.07± 0.01 | 4.70± 0.59 | 335.46± 62.72 | 4256.4± 695.1 | 415.13± 40.35 |
| Tavuk gübresi | 64.05± 28.44 | 1.25± 0.09 | 7.47± 0.16 | 1.72± 0.11 | 1.27± 0.28 | 0.07± 0.02 | 3.78± 1.60 | 208.90± 42.81 | 4356.7± 998.2 | 406.01± 107.61 |
| Leonardit | 59.17± 28.93 | 1.19± 0.05 | 7.41± 0.18 | 1.72± 0.17 | 1.21± 0.26 | 0.06± 0.01 | 4.41± 0.97 | 231.97± 88.41 | 4120.4± 675.7 | 388.03± 50.85 |
| Biyolojik gübre | 96.16± 1.60 | 1.29± 0.13 | 7.39± 0.09 | 1.70± 0.06 | 1.22± 0.22 | 0.06± 0.01 | 3.24± 0.21 | 228.33± 69.39 | 4248.9± 825.1 | 388.27± 36.79 |
| Kimyasal N gübresi | 75.14± 31.67 | 1.16± 0.08 | 7.49± 0.13 | 1.68± 0.15 | 1.21± 0.22 | 0.06± 0.01 | 4.04± 2.30 | 167.72± 27.09 | 4488.2± 827.8 | 405.81± 75.73 |
| Yem bezelyesi | 94.76± 1.69 | 1.23± 0.03 | 7.49± 0.15 | 1.68± 0.05 | 1.31± 0.05 | 0.07± 0.01 | 3.67± 1.74 | 210.59± 58.10 | 4474.7± 609.4 | 421.11± 57.91 |
| Yaygın fiğ | 92.72± 7.67 | 1.09± 0.06 | 7.43± 0.07 | 1.70± 0.19 | 1.41± 0.17 | 0.07± 0.01 | 5.46± 3.01 | 313.97± 221.93 | 4648.8± 531.8 | 447.07± 20.01 |
| p | 0.278 | 0.006 | 0.971 | 0.107 | 0.843 | 0.816 | 0.792 | 0.403 | 0.989 | 0.930 |

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık %5 düzeyinde önemlidir.

Farklı araştırmacılar organik ve kimyasal gübrelerin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisini belirlemek için uzun süreli tarla denemeleri (Biau ve ark. (2012): 8 yıl; Cai ve ark. (2019): 25 yıl; Gautam ve ark. (2021): 14 yıl; Ozlu ve Kumar (2018): 7 yıl ve 12 yıl) yürütmüşlerdir. Yaptığımız iki yıllık bu çalışmanın sonuçlarıyla yukarıdaki çalışmaların sonuçları toprağın P kapsamı bakımından benzerlik göstermesine rağmen toprağın incelenen diğer özellikleri bakımından farklılıklar vardır. Fakat denemenin 2 yıl yürütülmüş olması toprağın agregat stabilitesi, hacim ağırlığı, pH, EC, organik madde, toplam N, alınabilir Ca ve Mg konsantrasyonunun önemsiz çıkmasına neden olabileceği kanaatine varılmıştır.

Sonuç olarak, çalışma tek yıllık çim bitkisine kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarının bazı toprak özelliklerine etkisini araştırmak için tarla denemesi olarak iki yıl süreyle yapılmıştır. Kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarından sadece çiftlik gübresi 0-5 cm derinlikteki toprağın alınabilir P ve K kapsamını artırmıştır. Her iki derinlikten (0-5 cm ve 5-20 cm) alınan toprakların diğer özellikleri kimyasal gübre ve farklı organik madde uygulamalarından etkilenmemiştir. Araştırma sonucuna göre çiftlik gübresi tek yıllık çim yetiştiriciliğinde etkili bir şekilde kullanılabilir. Çiftlik gübresinin uygulanması sürdürülebilir toprak verimliliğine de katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Denemede kullanılan biyolojik gübrenin (BM-MegaFlu) temin edilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI'ya teşekkür ederiz.

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

- Anonim (2019). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. Küresel Toprak Paydaşlığı ve Türkiye Toprak Bilgi Sistemi Kitabı. Uzerler Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti, Ankara, 110 s.
- Anonim (2021). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Çanakkale Meteoroloji İl Müdürlüğü İklim Verileri.
- Biau, A., Santiveri, F., Mijangos, I., & Lloveras, J. (2012). The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semi arid regions. *European Journal of Soil Biology*, 53, 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.08.008>
- Brar, B.S, Singh, J., Singh, G., & Kaur, G. (2015). Effects of long term application of inorganic and organic fertilizers on soil organic carbon and physical properties in maize-wheat rotation. *Agronomy*, 5, 220-238. <https://doi.org/10.3390/agronomy5020220>
- Bremner, J.M. (1996). *Nitrogen - total*. In: *Methods of Soil Analysis*. Part 3. Chemical Methods (Eds. Sparks, D.L., Page, A.L, Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., & Sumner, M.E.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 1085-1122. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c37>
- Cai, A., Xu, M., Wang, B., Zhang, W., Liang, G., Hou, E, & Luo, Y. (2019). Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. *Soil Tillage Research*, 189, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.022>
- Çelik, İ., Ortaş, İ., & Kılıç, Ş. (2004). Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil Tillage Research*, 78, 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.02.012>
- Çerçioğlu, M. (2019). Compost effects on soil nutritional quality and pepper (*Capsicum annum* L.) yield. *Journal of Agricultural Sciences*, 25 (2), 155-162. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.396547>
- Chen, Y., Camps-Arbestain, M., Shen, Q., Singh, B., & Cayuela, M.L. (2018). The long-term role of organic amendments in building soil nutrient fertility: a meta-analysis and review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 111, 103-125. <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9903-5>
- Fayetörbay, D., Çomaklı, B., & Daşcı, M. (2014). Fosfor çözücü bakteri, fosforlu gübre ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde (*Vicia pannonica* Roth) tohum verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20, 345-357. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001293

- Gautam, A., Guzman, J., Kovacs, P., & Kumar, S. (2021). Manure and inorganic fertilization impacts on soil nutrients, aggregate stability, and organic carbon and nitrogen in different aggregate fractions. *Archives Agronomy and Soil Science*, 68 (9), 1261-1273. <https://doi.org/10.1080/03650340.2021.1887480>
- Gee, G.W., & Or, D. (2002). *Particle-size analysis*. In: *Methods of Soil Analysis, Part 4*. Physical Methods (Eds. Dane J.H., & Topp, G.C.), SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 255-293. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c12>
- Gomiero, T. (2016). Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability*, 8, 281. <https://doi.org/doi:10.3390/su8030281>
- Grossman, R.B., & Reinsch, T.G. (2002). *Bulk density and linear extensibility*. In: *Methods of Soil Analysis, Part 4*. Physical Methods (Eds. Dane, J.H., & Topp, G.C.), SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp.201-228. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c9>
- Helmke, P.A., & Sparks, D.L. (1996). *Lithium, sodium, potassium, rubidium, and calcium*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3*. Chemical Methods (Eds. Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., & Sumner, M.E.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 551-574. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c19>
- Hlisnikovskiy, L., Mensik, L., Krizova, K., & Kunzova, E. (2021). The effect of farmyard manure and mineral fertilizers on sugar beet beetroot and top yield and soil chemical parameters. *Agronomy*, 11, 133. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010133>
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158, 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.04.029>
- Kacar, B., & Kütük, C. (2010). *Gübre Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, 400 s, Ankara.
- Kılıç, B., & Sönmez, İ. (2019). Farklı organik gübre ve dozlarının toprak özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (Özel Sayı), 91-96. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.559450>
- Kopittke, P.M., Menzies, N.W., Wang, P., McKenna, B.A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>
- Kuo, S. (1996). *Phosphorus*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3*. Chemical Methods (Eds. Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 869-920. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c32>
- Nelson, R.E., & Sommers, L.E. (1996). *Total carbon, organic carbon and organic matter*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3*. Chemical Methods (Eds. Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., Sumner, M.E.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 961-1010. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c34>
- Nimmo, J.R., & Perkins, K.S. (2002). *Aggregate stability and size distribution*. In: *Methods of Soil Analysis, Part 4*. Physical Methods (Eds. Dane, J.H., & Topp, G.C.), SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp. 317-328. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c14>
- Ozlu, E., & Kumar, S. (2018). Response of soil organic carbon, pH, electrical conductivity, and water stable aggregates to long term annual manure and inorganic fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*, 82, 1243-1251. <https://doi.org/10.2136/sssaj2018.02.0082>
- Parlak, M., Türkmen, C., Özaslan Parlak, A., Akçura, M., & Özkan, N. (2017). Effects of some legumes on physical and biological soil characteristics. *2nd International Balkan Agriculture Congress*, May 16-18 2017, Tekirdağ, Turkey. pp. 914-919.

- Rhoades, J.D. (1996). *Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* (Eds. Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., & Sumner, M.E.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 417-435. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c14>
- SAS Institute. (2018). SAS version 9.4 for Windows (SAS Institute, Cary, North Carolina, USA).
- Simon, T., & Czako, A. (2014). Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizers on soil properties. *Plant, Soil and Environment*, 60 (7), 314-319. <https://doi.org/10.17221/264/2014-PSE>
- Suarez, D.L. (1996). *Beryllium, magnesium, calcium, strontium and barium*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* (Eds. Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Loeppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnston CT, Sumner ME), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 575-601. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c20>
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C., & Namlı, A. (2016). Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4 (1), 11-21.
- Thomas, G.W. (1996). *Soil pH and soil acidity*. In: *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods* (Eds. Sparks D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T., & Sumner, M.E.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. pp. 475-490. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c16>
- Turgay, O.C., Buchan, D., Moeskops, B., De Gussemé, B., Ortaş, İ., & De Neve, S. (2015). Changes in soil ergosterol content, glomalin related soil protein, and phospholipid fatty acid profile as affected by long-term organic and chemical fertilization practices in Mediterranean Turkey. *Arid Land Research and Management*, 29, 180-198. <https://doi.org/10.1080/15324982.2014.944246>
- Türkmen, E. (2018). Azotlu gübre kullanımını azaltmak amacıyla bazı baklagil yem bitkileri ile tek yıllık çimin yalın ve karışık ekimlerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 69 s.
- Yan, X., & Gong, W. (2010). The role of chemical and organic fertilizers on yield, yield variability and carbon sequestration-results of a 19-year experiment. *Plant and Soil*, 331, 471-480. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0268-7>
- Yolcu, H., Turan, M., Lithourgidis, A., Çakmakçı, R., & Koç, A. (2011). Effects of plant growth-promoting rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi arid conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 5 (13), 1730-1736.


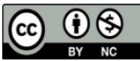
Farklı vermikompost uygulamalarının marulda (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) verim ve kalite üzerine etkisi

Effect of different vermicompost applications on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*)

Saniye Handan KORKMAZ¹, İrfan Ersin AKINCI²

¹Aksu İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aksu, Antalya, Türkiye.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 17.08.2022 Accepted / Kabul: 21.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Vermikompost Marul Verim Klorofil L-a-b-Kroma</p> <p>Keywords: Vermikompost Lettuce Yield Chlorophyll L-a-b-Croma</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Saniye Handan KORKMAZ shk664@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>Bu çalışma farklı vermikompost gübrelere marulda (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> cv. Paris Island) verim, bitkisel özellikler ve bazı kalite kriterleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada beş farklı ticari vermikompost gübresinin (Akme Solidem, Saltfarm, Nanonat, Ekosol, Vermisol) etkileri; sertifikalı organik gübre (MOG), standart gübreleme (NPK) ve gübre kullanılmayan kontrol (K) uygulaması ile karşılaştırılarak belirlenmiştir. Tüm uygulamaların; farklılıkları daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla önerilen miktarlar, % 15 azı ve fazlası şeklinde 3 farklı dozuna yer verilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda tüm vermikompost uygulamaları baş ağırlığı, pazarlanabilir baş ağırlığı, pazarlanabilir yaprak sayısı, atılan yaprak sayısı, baş yüksekliği, baş çapı, kök boyu, kök yaş ağırlığı, klorofil miktarı, "L" "a", "b" ve Kroma (matlık) özellikleri bakımından kontrol grupları ile karşılaştırılmış; vermikompost gübrelere etkilerinin daha olumlu olduğu anlaşılmıştır. Tüm özellikler birlikte değerlendirildiğinde Akme Solidem ve Vermisol vermikompost gübrelere marul yetiştiriciliğinde diğer uygulamalardan daha başarılı bulunmuştur.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted to determine the effects of different vermicompost fertilizers on yield, plant characteristics and some quality criteria of lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i> cv. Paris Island). In the study, the effects of five different commercial vermicompost (Akme Solidem, Saltfarm, Nanonat, Ecosol, Vermisol); certified organic fertilizer (MOG), fertilizer (NPK) and control application (C-without fertilizer). Three different doses the dose recommended, 15% less than the recommended and 15% more than the recommended, were applied. All vermicompost applications were found to be more effective in terms head weight, marketable head weight, leaf number, discarded leaf number, head height, head diameter, root length, root fresh weight, chlorophyll content, "L" "a", "b" and Croma (except "L" and discarded leaf number) as compared to the control groups. When all of the features are evaluated together, Akme Solidem and Vermisol applications were found to be more successful than other applications.</p> |
| <p>Cite/Atf</p> | <p>Korkmaz, S.H., & Akıncı, İ.E. (2023). Farklı vermikompost uygulamalarının marulda (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>longifolia</i>) verim ve kalite üzerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 122-135. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1162550</p> |

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızla artan nüfusa karşılık, var olan sınırlı tarımsal alanlar tarım dışı amaçlarla sürekli azaltılmaktadır. Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak ve tarımsal sanayiye hammadde sağlamak amacıyla tarımsal üretim sürecinde birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün almak ihtiyacı doğmuştur. Tarımsal üretimi arttırmak için ya üretim alanlarını genişletmek ya da birim alandan en fazla verimi sağlayan bitkileri yetiştirmek gerekmektedir (Dönmez, 1989). Fakat ülkemizde olduğu gibi dünyanın pek çok yerinde tarıma elverişli araziler son sınırına dayanmıştır. Bu nedenle ikinci yol değerlendirilerek birim alandan yüksek ve kaliteli ürün almanın yollarına gidilmekte; bu amaca yönelik teknoloji ve bilimsel yöntemler geliştirilmektedir (Atalay, 2007).

Tarımda sürdürülebilirlik kavramını dolayısıyla organik ve iyi tarım üretim yöntemlerinin yaygınlaşması gündeme gelmiştir. Çevre dostu tarım ile kaliteli ürün hedefleyen üreticiler toprakta eksilen organik maddeyi geri kazandırmak amacıyla birçok teknik ve uygulamalara girişmişlerdir. Değişik kaynaklardan elde edilen organik içerikli maddelerin toprağa ilavesi bunların arasında en pratik olanlarındandır (Köse, 2015). Yer solucanlarının, organik atık ve artıkları kısa sürede ve yüksek kalitede değerli bir ürüne dönüştürebilmeleri, "vermikültür" adı ile yeni bir tarımsal üretim sektörünün doğmasına neden olmuştur (Şimşek-Erşahin, 2007).

Vermikültür; kavram olarak 1950'li yıllardan sonra ortaya çıkan yeni bir yaklaşımdır ve kültürel ortamda toprak solucanlarının çoğaltılması, yetiştirilmesi ve bunlarla ilgili bir takım yan faaliyetlerin yürütülmesi işlemidir (Saday, 2013). Vermikompost terimi ise, çeşitli organik atıkların toprak solucanları ve mikro organizma faaliyetleri ile biyolojik olarak parçalanıp ayrışması yoluyla kompostlaştırılması işlemi sonucunda elde edilen bitki besin elementleri, mikroorganizma, çeşitli enzimler, organik madde, humik ve fulvik asitçe zengin, humus benzeri maddeler için kullanılmaktadır (Hepşen Türkay, 2010; Ay Türkmen, 2016; Bellitürk, 2016). Vermikompostlama, solucan metabolik sistemi tarafından gerçekleştirilen mezofilik bir işlemdir ve bu süreç solucanın yutma, sindirim ve organik atıkların emilimi, organik atıkların solucanın metabolik sistemi yoluyla boşaltılması şeklinde gerçekleşir. Bu işlem sırasında solucanın biyolojik aktiviteleri, organik atıkları bitki besin elementi düzeylerini geliştirir (Pattnaik & Reddy, 2010). Vermikültür sisteminde bir taraftan organik atıkların bertarafı sağlanırken diğer taraftan da solucan gübresi çıktısı elde edilmektedir. Atık yönetimi ile tarımsal üretimde kest (solucan dışkısı, gübresi) ve kompost elde edilmesi; değerli bir yan ürün ve besleyici bir besin kaynağı olarak solucan gübresi eldesi (kompost çiftlikleri, çevre endüstrisi, hayvan yemi, kümes hayvan yetiştiriciliği, balıkçılık, ilaç endüstrisi, yüksek kaliteli protein veren insan besini olarak hammadde) hedeflenmektedir (Sinha ve ark, 2009; Kara, 2013). Toprak mikrobiyal aktivitesini artıran, bitkinin besin alımını iyileştiren ve hastalıklara dayanıklılığı uyaran vermikompost uygulamalarının bitkilerde sorun fungal ve bakteriyel bir çok hastalık etmeni ile mücadelede de başarıyla kullanılabileceği yapılan önceki çalışmalarla ortaya konulmuştur (Soylu ve ark., 2020; Kaya ve ark., 2022).

Çeşitli hayvan (sığır, koyun, at, tavşan v.s.) dışkıları, taze ve kuru yapraklar, çiçek yaprakları ve otlar, orman ürünleri atıkları, mutfak atıkları, çim-meyve-sebze bahçelerindeki budama ve hasat atıkları, kâğıt atıkları, çöp ve arıtma artıkları, şeker pancarı posası ve çöpü, mezbaha atıkları ve diğer birçok organik atıklar solucanlara yem olarak yedirilerek vermikompost üretilebilir (Sinha ve ark, 2002; Bellitürk, 2016). "Mükemmel bir organik gübre" olarak tanımlanan vermikompostun çok sayıdaki tarım bitkisinde verim artışı sağladığı bilinmektedir (Özkan ve ark., 2016). Vermikompostun elde edilmesi termofilik komposta göre daha kısa sürmekte; ürün kalitesi bakımından da fiziksel, kimyasal ve biyolojik üstünlükler ve ekonomik değer içermektedir. Bununla birlikte vermikompostun ana materyali kanalizasyon artığı olsa dahi, insan sağlığını tehdit eden patojenler bulundurmamaktadır (Şimşek-Erşahin, 2007). Sebzelerin düşük enerji içermesi yüksek lif, vitamin ve mineral madde bulundurması nedeniyle beslenme ve sağlık açısından tavsiye edilmektedir. Yeşillik sebzelerden olan marul da (*Lactuca sativa* L.) farklı ekolojik şartlarda ve her zaman yetiştirilebilen, salata malzemesi olarak tüketimi gerçekleştirilen ve ekonomik değeri yüksek bir sebzedir.

Marul, gübrelemeye iyi tepki verebilen yapraklı sebzelerden birisidir. Bu çalışmanın amacı, beş farklı ticari vermikompost gübre; sertifikalı organik gübre, kimyasal gübre (NPK) ve gübre kullanılmayan kontrol uygulamalarının marulun verim ve bazı kalite özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Antalya/Altınova yöresinde yüksek tünelde ısıtmasız koşullarda yürütülen denemede, bitkisel materyal olarak *Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. Paris Island marul çeşidi kullanılmıştır. Fideler özel bir firmadan dikime hazır halde temin edilmiş; 1:1 oranında torf-perlit karışımı ile doldurulmuş 3 kg'lık (30 cm çaplı) siyah üretim torbalarına aralarında 10'ar cm olacak şekilde, ilkbahar yetiştirme döneminde dikilmiştir.

Araştırmada 5 farklı vermikompost gübresi (Akme Solidem, Ekosol, Saltfarm, Nanonat, Vermisol); kontrol amaçlı bir organik gübre, inorganik gübreleme (NPK ve ME) ve ayrıca hiç gübre verilmemiş uygulamalar ile karşılaştırılmıştır. Denemede kullanılan vermikompostlar ve organik gübre üretici firma tarafından önerilen, önerilen miktarın % 15 azı ve önerilen miktarın % 15 fazlası şeklindeki 3 farklı dozda uygulanmıştır. Söz konusu katı vermikompostlar dikim öncesi üretim torbası içindeki ortama karıştırılırken; sıvı vermikompost, sıvı organik gübre ve kimyasal gübre dikim sonrası verilmiştir. Kimyasal gübreleme, üretici şartlarına uygun olarak sezon boyu gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla 1, 3, 5 ve 7 haftada saksı başına kompoze gübreden (20.20.20) 10 g, 12 g, 15 g ve 17 g; MAP'tan 8 g, 8 g, 8 g ve 0 g; Amonyum sülfattan 5 g, 0 g, 15 g ve 17 g; iz elementten ise 5 g, 0 g, 5 g ve 0 g verilmiştir.

Dikimden hasada kadar geçen süre içerisinde önemli bir hastalık ve zararlılar ile karşılaşılma, diğer tüm kültürel işlemler Eşiyok (2015)'e göre yapılmıştır. Deneme süresince bitkilerde sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde bitki gözlemlerinden yararlanılmıştır.

Bitkiler dikimden 50 gün sonra çeşide göre irilik ve rengini aldığı zaman bir defada hasat edilmiştir. Hasat sonrası ölçülen baş ağırlığı, pazarlanabilir baş ağırlığı, yaprak sayısı, atılan yaprak sayısı, baş yüksekliği, baş çapı, kök boyu ve kök yaş ağırlığı, klorofil miktarı, "L", "a", "b" ve kroma (matlık) değerleri deneme verilerini oluşturmuştur.

Yaprakların "L", "a", "b", değerleri, Konica Minolta CR-400 renk ölçer ile elde edilmiş; kroma (matlık) değerleri ise bu veriler kullanılarak hesaplanmıştır (Uğur ve ark., 2004). Yaprak rengi ölçümleri, dikimden sonraki 45. günde, her parseldeki 5'er adet bitkide ve bu bitkilerdeki 5'er adet yaprakta (toplam 25 okuma), uç kısımlara yakın yerlerden, öğleden sonraları (14.00-16.00) ve açık havada yapılmıştır. Klorofil içerikleri, yaprak renginde belirtildiği şekilde, taşınabilir klorofil metre cihazından (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) okunan SPAD değerleri ile belirlenmiştir.

Deneme faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Faktörleri gübre uygulamaları ve dozları oluşturmuştur. Her bir parselde 15 bitki yetiştirilmiştir. Denemeden elde edilen veriler ANOVA varyans analizine göre "SPSS" ve "MSTATC" istatistik programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklılıkların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Baş ağırlığı ve pazarlanabilir baş ağırlığı

Araştırmada vermikompostların ve dozlarının bitki baş ve pazarlanabilir baş ağırlığı üzerinde % 1 ve dozlar bakımından % 5 düzeyinde önemli; gübre çeşidi ile doz etkileşimleri ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübreleri ve dozlarının marulda baş ve pazarlanabilir baş ağırlığı üzerine etkileri

Table 1. Effects of different vermicomposts and doses on head and marketable head weight of lettuce compared with control fertilizer applications

| Uygulama (U) | Baş ağırlığı (g bitki ⁻¹) | | | | Pazarlanabilir baş ağırlığı (g bitki ⁻¹) | | | |
|--------------|---------------------------------------|----------|---------|----------|--|----------|---------|----------|
| | Dozlar (D) | | | Ortalama | Dozlar (D) | | | Ortalama |
| | - 15% | Önerilen | + 15% | | - 15% | Önerilen | + 15% | |
| Akme Solidem | 490.73 | 450.73 | 509.60 | 483.69a | 478.73 | 430.67 | 491.80 | 467.07a |
| Ekosol | 492.60 | 451.53 | 415.13 | 453.09ab | 470.53 | 435.60 | 394.53 | 433.56ab |
| Saltfarm | 353.87 | 419.27 | 478.00 | 417.04bc | 339.27 | 400.87 | 463.00 | 401.04bc |
| Nanonat | 378.00 | 384.33 | 422.87 | 395.07c | 361.80 | 370.87 | 402.87 | 378.51c |
| Vermisol | 493.07 | 404.00 | 497.27 | 464.78a | 473.13 | 380.93 | 474.80 | 442.96ab |
| MOG | 357.40 | 387.47 | 429.33 | 391.40c | 345.07 | 373.80 | 412.80 | 377.22c |
| Gübreleme | 428.27 | 443.53 | 471.13 | 447.64ab | 406.27 | 429.27 | 453.20 | 429.58ab |
| Kontrol | 314.80 | 289.20 | 321.60 | 308.53d | 298.20 | 278.00 | 305.80 | 294.00d |
| Ortalama | 413.59b | 403.76b | 443.12a | | 396.63b | 387.50b | 424.85a | |

U: P<0.01, D: P<0.05, UxD: ÖD

U: P<0.01, D: P<0.05, UxD: ÖD

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 1'deki verilere göre bitki baş ağırlığı üzerine en olumlu gübre uygulamaları aynı istatistiki grupta yer alan Akme Solidem (483.69 g bitki⁻¹) ve Vermisol (464.78 g bitki⁻¹) katı solucan gübreleri olmuştur. Bunları 453.09 g bitki⁻¹ ile Ekosol ve 447.64 g bitki⁻¹ ile standart gübre uygulamaları izlemiştir. Pazarlanabilir baş ağırlığı üzerine en olumlu uygulamanın Akme Solidem (467.07 g bitki⁻¹) olduğu; Vermisol (442.96 g bitki⁻¹), Ekosol (433.56 g bitki⁻¹) ve standart gübre (429.58 g bitki⁻¹) uygulamalarının bunu takip ettiği görülmektedir. Gübreleme yapılmayan uygulama (294.00 g bitki⁻¹) ise son sırada yer almıştır.

Solucan gübrelerinin bitkilerde oluşturduğu etkileri görebilmek ve kullanım potansiyellerini ortaya çıkarmak üzere yürütülen bu araştırmadaki sonuçlar benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Tavalı ve ark. (2014a) tarafından beyaz baş lahanada yürütülen denemede vermikompost uygulamalarının pazarlanabilir baş ağırlığı değerlerine etkisi, istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bunun nedeninin vermikompost uygulamasının yanında NPK gübresinin uygulaması olduğu düşünülmektedir. Sağlam ve ark. (2015), sıvı solucan gübresi uygulamasının artan dozlarının kıvrıkcık yapraklı salata, bitki baş ve pazarlanabilir baş ağırlığını arttırdığını, bu artışa solucan gübresinin içeriğinde bulunan makro ve mikro besin maddeleri yanında enzim ve diğer bileşiklerin etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Özkan ve ark. (2016) tarafından ıspanak bitkisinde artan dozlarda solucan kökenli vermikompost gübre kullanılması durumunda, kullanılmayan parsellere göre bitkilerin yenilebilir kısımları olan yaprak ağırlıklarının arttığı rapor edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının marulda verim artışı sağladığı Mordoğan ve ark. (2001) ve Kavak ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. Yine vermikompost uygulamalarının farklı bitkilerde verim artışı üzerinde pozitif etkisinin olduğu ıspanak (Peyvast ve ark., 2008; Çıtak ve ark., 2011); karnabahar (Tavalı ve ark., 2013); yazlık kabak (Tavalı ve ark., 2014b); biber (Küçükymuk ve ark., 2014; Alaboz ve ark., 2017); patlıcan (Najar ve ark., 2015); ayçiçeği (Büyükfiliz, 2016) ve kırmızı baş lahana (Maltaş ve ark., 2017) bitkilerinde de rapor edilmiştir. Vermikompost ve diğer gübre uygulamalarının toprakta iyon değişim kapasitesini arttırdığı, toprağın fiziksel ve biyolojik aktivitesine zenginlik kazandırdığı; bunun sonucu olarak bitkilerin daha hızlı ve iyi bir şekilde beslendiği ifade edilmektedir (Hepşen Türkay, 2010).

Yaprak sayısı ve atılan yaprak sayısı

Farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine etkileri; gübre çeşidi, bu gübre çeşitlerinin dozları ve etkileşiminde % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Marullarda kalitenin bir göstergesi olan atılan yaprak sayısı arttıkça, pazarlanabilir baş ağırlığı azalmaktadır. Atılan yaprak sayısı üzerine vermikompost

uygulamaların etkisi % 1 düzeyinde önemli bulunurken; dozların ve uygulama x doz interaksiyonunun ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2'de belirtildiği gibi pazarlanabilir yaprak sayısı üzerine en olumlu sonuçlar solucan gübresi uygulaması 47.69 adet bitki⁻¹ ile Vermisol uygulamasında belirlenmiştir. Bu solucan gübresini kısmen aynı istatistiki gruba giren 46.60 adet bitki⁻¹ ile Akme Solidem ve 46.16 adet bitki⁻¹ ile Saltfarm uygulamaları izlemiştir. Gübre x doz interaksiyonu değerleri bakımından en iyi kombinasyon 52.20 adet bitki⁻¹ ile Vermisolun % 15 fazla doz uygulaması olmuştur. Bu uygulamayı 51.73 adet bitki⁻¹ ile Saltfarmın % 15 fazla uygulaması ve 48.20 adet bitki⁻¹ ile Akme Solidemin % 15 fazla doz uygulamaları izlemiştir. Atılan yaprak sayısında yani en az yaprak kaybının elde edildiği uygulamalar 4.62 ve 4.98 adet bitki⁻¹ ile MOG ve Saltfarm olarak tespit edilmiştir. Vermikompost uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, solucan gübrelere Paris Island marul çeşidine ait bitkilerde pazarlanabilir ve atılan yaprak sayısı bakımından olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda pazarlanabilir ve atılan yaprak sayısı üzerine etkileri

Table 2. Effects of different vermicomposts and doses on Leaf number and discarded leaf number of lettuce compared with control fertilizer applications

| Uygulama (U) | Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹) | | | | Atılan yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹) | | | |
|--------------|---|----------|----------|----------|--|----------|------|----------|
| | Dozlar (D) | | | Ortalama | Dozlar (D) | | | Ortalama |
| | -15% | Önerilen | 15% | | -15% | Önerilen | 15% | |
| Akme Solidem | 45.80c-f | 45.80c-f | 48.20bc | 46.60ab | 6.80 | 6.33 | 6.47 | 6.53bc |
| Ekosol | 46.07c-e | 44.53c-g | 44.07c-g | 44.89bc | 7.07 | 5.00 | 7.47 | 6.51bc |
| Saltfarm | 42.53d-g | 44.20c-g | 51.73ab | 46.16ab | 5.13 | 5.00 | 4.8 | 4.98d |
| Nanonat | 30.53j | 37.60hı | 35.60ı | 34.58e | 8.33 | 7.13 | 6.87 | 7.44ab |
| Vermisol | 45.13c-f | 45.73c-f | 52.20a | 47.69a | 7.87 | 7.40 | 9.00 | 8.09a |
| MOG | 40.47gh | 43.13d-g | 43.73d-g | 42.44d | 5.13 | 3.87 | 4.87 | 4.62d |
| Gübreleme | 41.60fg | 41.73e-g | 46.53cd | 43.29cd | 7.80 | 7.60 | 5.80 | 7.07ab |
| Kontrol | 34.80ı | 35.40ı | 34.60ı | 34.93e | 5.20 | 4.40 | 7.00 | 5.53cd |
| Ortalama | 40.87c | / 42.27b | 44.58a | | 6.67 | 5.84 | 6.53 | |

U: P<0.01, D: P<0.01, UxD: P<0.01

U: P<0.01, D: ÖD, UxD: ÖD

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Konuyla ilgili olarak marul (Leon ve ark., 2012; Hernandez ve ark., 2015), ispanak (Peyvast ve ark., 2008; Çıtak ve ark., 2011), karnabahar (Jahan ve ark., 2014) ve pazı (Köksal ve ark., 2017) gibi diğer türlerde yürütülen benzer çalışmalarda da vermikompostun yaprak sayısı üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Bu etkilerin bitkilerin beslenme şartlarındaki vermikompostların olumlu etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Baş yüksekliği ve baş çapı

Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda baş yüksekliği ve eni üzerine etkileri % 1 seviyesinde önemli bulunurken; gübre dozlarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur, Uygulamalar ile dozların interaksiyonu baş yüksekliği için önemsiz iken, baş çapı için % 5 seviyesinde önemli çıkmıştır (Çizelge 3). Çizelge 3'te baş yüksekliği üzerine en olumlu etkili gübre uygulaması 40.93 cm ile Ekosol olmuştur. Bu uygulamayı 40.00 cm ile Akme Solidem ve 39.62 cm ile Vermisol izlemiştir. Baş yüksekliği üzerine interaksiyon ve doz etkileri istatistiki olarak önemsizdir. Bitki baş çapı üzerine en olumlu etkili gübre uygulamaları, aynı istatistiki grupta yer alan Nanonat (25.71 cm bitki⁻¹) ve Akme Solidem (25.52 cm bitki⁻¹) olmuştur. Gübre x doz interaksiyonunda en iyi kombinasyon 26.33 cm bitki⁻¹ ile Nanonat gübresinin önerilen dozundan elde edilmiştir. Bunu 25.67 cm bitki⁻¹ ile Akme Solidem gübresinin önerilen dozunun % 15 azı ve 25.57 cm bitki⁻¹ ile önerilen dozunun % 15 fazla uygulamaları takip etmiştir.

Marulda artan vermikompost dozlarının bitki yüksekliğini ve çapını attığına dair elde edilen bu çalışmanın sonuçları, daha önceki diğer araştırmalarla benzerlik içerisindedir. Çıtak ve ark. (2011)'nin vermikompost uygulamasının bitki gelişimine ve toprak verimliliğine olan etkilerini belirlemek için ispanakta; Sağlam ve ark. (2015)'nin sıvı solucan gübresinin artan dozlarının, baş yüksekliğini önemli derecede arttırdığını belirledikleri marulda; Büyükkılıç (2016)'in vermikompost gübrelemesinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisini incelediği, bitkilerin boylarının 136 cm ile 171 cm arasında değiştiğini gördükleri ve artan vermikompost uygulamaları ile birlikte bitki boyunda önemli derecede artışlar olduğunu bildirdikleri ayçiçeğinde; Özkan ve ark. (2016)'nin verilen vermikompost miktarının artışı ile bitki gelişimi değerlerindeki artışın paralellik gösterdiğini ortaya koydukları ispanakta; Maltaş ve ark. (2017)'nin artan vermikompost dozlarının baş yüksekliğini olumlu etkilediğini saptadıkları kırmızı baş lahanada yapılan çalışmalar bunlardan bazılarıdır. Baş çapında ise daha önce ispanakta (Çıtak ve ark., 2011), karnabaharda (Tavalı ve ark., 2013), beyaz baş lahanada (Tavalı ve ark., 2014a) ve kırmızı baş lahanada (Maltaş ve ark., 2017) yapılan çalışmalar artan solucan gübresi uygulamaları ile baş çapının olumlu etkilendiği göstermektedir.

Çizelge 3. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda baş yüksekliği ve baş çapı üzerine etkileri

Table 3. Effects of different vermicomposts and doses on head length and head width of lettuce compared with control fertilizer applications

| Uygulama (U) | Baş yüksekliği (cm bitki ⁻¹) | | | | Baş çapı (cm bitki ⁻¹) | | | |
|--------------|--|----------|-------|----------|------------------------------------|----------|----------|----------|
| | Dozlar (D) | | | Ortalama | Dozlar (D) | | | Ortalama |
| | -15% | Önerilen | 15% | | -15% | Önerilen | 15% | |
| Akme Solidem | 38.87 | 41.40 | 39.73 | 40.00ab | 25.67ab | 25.32a-d | 25.57a-c | 25.52a |
| Ekosol | 42.20 | 41.93 | 38.67 | 40.93a | 24.73a-e | 24.82a-e | 23.32ef | 24.29b |
| Saltfarm | 36.20 | 37.07 | 40.57 | 37.94b | 24.34b-f | 23.72d-f | 23.72d-f | 23.93b |
| Nanonat | 34.13 | 35.40 | 36.47 | 35.33c | 25.4a-d | 26.33a | 25.39a-d | 25.71a |
| Vermisol | 37.67 | 39.67 | 41.53 | 39.62ab | 24.98a-e | 22.85f | 24.42b-f | 24.08b |
| MOG | 38.67 | 38.00 | 37.00 | 37.89b | 24.54a-f | 23.27ef | 22.89f | 23.57b |
| Gübreleme | 35.80 | 38.07 | 39.73 | 37.87b | 22.76f | 25.07a-e | 22.78f | 23.54b |
| Kontrol | 31.80 | 32.00 | 30.60 | 31.47d | 23.6d-f | 23.81c-f | 24.82a-e | 24.08b |
| Ortalama | 36.92 | 37.94 | 38.04 | | 24.50 | 24.40 | 24.11 | |

U: P<0.01, D: ÖD, UxD: ÖD

U: P<0.01, D: ÖD, UxD: P<0.05

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Buna karşılık artan vermikompost uygulamalarının bitki boyu ve çapı üzerine olumlu etkisinin olmadığını ifade eden araştırmalar da bulunmaktadır. Tavalı ve ark. (2013) artan dozlarda uygulanan vermikompostun karnabaharın kalite özellikleri ve verime etkisini görmek amacıyla yaptıkları araştırmada hasat edilen taç yüksekliklerinin 19.11-19.21 cm arasında değiştiğini ancak önemsiz olduğunu; yine Tavalı ve ark. (2014a), uygulanan farklı vermikompost dozlarının beyaz baş lahanada baş yüksekliğini etkilemediğini belirlemişlerdir. Sağlam ve ark. (2015), kıvrıkcık yapraklı salatada yaptıkları çalışmada sıvı solucan gübresinin artan dozlarının baş çapını arttırdığını fakat bu artışın istatistiki olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı

Solucan gübreleri ve dozlarının etkisi; kök uzunluğunda gübre çeşidi x doz interaksyonunda ve kök yaş ağırlığında ise gübre uygulamasında % 5 düzeyinde önemli, diğerlerinde ise önemsizdir (Çizelge 4).

Çizelge 4'e göre kök uzunluğu uygulama ve dozlarda önemsizdir. İnteraksiyondan elde edilen kök uzunluğu değerleri ise önemlidir. En uzun kök 50.33 cm bitki⁻¹ ile Nanonatın önerilen dozunun % 15 az uygulamasındadır. Bu uygulamayı 49.00 cm bitki⁻¹ ile Vermisolun önerilen dozu, 48.67 cm bitki⁻¹ ile Nanonatın önerilen dozu ve Ekosolun önerilen dozunun % 15 fazla uygulaması izlemiştir. Yaş kök ağırlığı üzerine en olumlu uygulama 104.67 g bitki⁻¹ ile Vermisol

olmuş; 93.67 g bitki⁻¹ ile Ekosol, aynı grupta yer bulan 73.22 g bitki⁻¹ ile Saltfarm ve 71.89 g bitki⁻¹ ile Akme Solidem ardından gelmiştir. Solucan gübrelerinin kök gelişimine olumlu etkileri görülen bu çalışma, diğer bazı araştırmalarda elde edilen sonuçlarla da desteklenmektedir.

Arancon ve ark. (2012), vermikompost ile çimlendirdikleri marul ve domates fideleri üzerinde artan konsantrasyonların yaş kök ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Özkan ve ark. (2016) ıspanakta uygulanan vermikompost miktarı arttıkça kök ağırlığı değerlerinin 4.74 g bitki⁻¹ ile 63.32 g bitki⁻¹ arasında değiştiğini, bu değişimin istatistiksel anlamda % 5 düzeyinde önemli olduğunu rapor etmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2017) sera şartlarında zeolit, torf ve vermikompost gibi farklı organik ortamlarda yetiştirdikleri domates fidelerinde, vermikompost karıştırılmış ortamların kök uzunluğu üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu rapor etmişlerdir. Konuyla ilgili olarak patlıcan (Najar ve ark., 2015) ve biber (Alaboz ve ark., 2017) ile yürütülen çalışmalarda da vermikompost uygulamalarının kök gelişimi üzerinde olumlu etkileri ortaya konulmuştur.

Çizelge 4. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı üzerine etkileri

Table 4. Effects of different vermicomposts and doses on root length and root fresh weight of lettuce compared with control fertilizer applications

| Uygulama (U) | Kök uzunluğu (cm bitki ⁻¹) | | | | Kök yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹) | | | |
|--------------|--|------------------------|----------|----------|---|------------------------|--------|----------|
| | -15% | Dozlar (D) Önerilen | 15% | Ortalama | -15% | Dozlar (D) Önerilen | 15% | Ortalama |
| Akme Solidem | 39.67a-e | 46.00a-d | 43.33a-e | 43.00 | 67.33 | 63.67 | 84.67 | 71.89abc |
| Ekosol | 39.67a-e | 41.00a-e | 48.67ab | 43.11 | 72.33 | 115.67 | 93.00 | 93.67ab |
| Saltfarm | 41.67a-e | 34.33c-e | 45.67a-d | 40.56 | 87.67 | 61.00 | 71.00 | 73.22abc |
| Nanonat | 50.33a | 48.67ab | 32.67de | 43.89 | 53.67 | 61.67 | 53.00 | 56.11c |
| Vermisol | 36.33b-e | 49.00ab | 46.33a-d | 43.89 | 84.33 | 116.00 | 113.67 | 104.67a |
| MOG | 38.67a-e | 46.67a-c | 45.33a-d | 43.56 | 66.67 | 64.67 | 68.00 | 66.44bc |
| Gübreleme | 40.00a-e | 37.67a-e | 43.67a-e | 40.44 | 62.67 | 44.67 | 75.33 | 60.89bc |
| Kontrol | 39.00a-e | 31.00e | 46.00a-d | 38.67 | 50.00 | 27.00 | 73.00 | 50.00c |
| Ortalama | 40.67 | 41.79 | 43.96 | | 68.08 | 69.29 | 78.96 | |

U: ÖD, D: ÖD, UxD: P<0.05

U: P<0.05, D: ÖD, UxD: ÖD

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

SPAD, L, a, b ve kroma değerleri

Solucan gübresi ve dozlarının marul yapraklarının klorofil miktarı ile "L", "a", "b" ve kroma değerleri üzerine etkileri ve istatistiki önem düzeyleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'den dikimden 45 gün sonra klorofil içeriği üzerine en olumlu uygulamaların Akme Solidem (30.98 spad) ve Nanonat (30.97 spad) uygulamaları olduğu anlaşılmaktadır. Klorofil miktarına ait elde ettiğimiz sonuçlar daha önce marul (Ali ve ark., 2007), biber (Narkhede ve ark. 2011; Alaboz ve ark., 2017) ve domates (Lujân-Hidalgo ve ark., 2016) ile yürütülen çalışmalarda da artan vermikompostun, bitkide klorofil içeriğini arttırdığı fakat bu artışın istatistiki olarak önemli bulunmadığını gösteren çalışmalardan farklılık göstermiştir.

Meyve ve sebzelerdeki kalite kriterleri içerisinde en önemlilerden birisi renktir. Renk oluşumu genetik olmakla birlikte, çevresel faktörler (ışık, sıcaklık, bitki besleme, meyve olgunluk) ve kültürel uygulamaların etkisiyle değişebilmektedir (Lopez Camelo & Gomez, 2004).

Bitkilerde renklenmeyi sağlayan pigmentler içerisinde en önemlisi olan klorofil, tüm canlıların ihtiyaç duyduğu ve yaşamları için ihtiyacı olan besin maddeleri ve oksijenin üretilmesi ile fotosentez olayının gerçekleşmesini sağlayan, bitkilere yeşil rengini veren pigmenttir. Bitkilerde klorofil miktarının pek çok faktöre bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bitki türü ve yetiştirme koşulları bu faktörlerin başında yer almaktadır. Optimum yetiştirme koşullarında kültüre alınan bitkilerde klorofil miktarı değişiklikli önemlidir (Zeren ve ark., 2017). Bitki türü,

ışık miktarı, beslenme gibi faktörler bitkilerin içerdiği klorofil miktarını değiştirmektedir (Taner ve Sade, 2005). Klorofil miktarı türler arasında ve tür içinde de farklı olabilmektedir (Canova ve ark., 2008).

Çizelge 5. Kontrol gübre uygulamalarıyla karşılaştırılan farklı solucan gübresi ve dozlarının marulda klorofil miktarı, L, a, b, ve kroma değerleri üzerine etkileri

Table 5. Effects of different vermicomposts and doses on chlorophyll, L, a, b ve chroma values of lettuce compared with control fertilizer applications

| Uygulama (U) | Spad değeri (Klorofil miktarı) | | | | L değeri | | | |
|---------------------------|--------------------------------|----------|-------|---------------------------|------------|----------|-------|----------|
| | Dozlar (D) | | | | Dozlar (D) | | | |
| | -15% | Önerilen | 15% | Ortalama | -15% | Önerilen | 15% | Ortalama |
| A. Solidem | 30.50 | 30.25 | 32.20 | 30.98a | 48.54 | 47.94 | 48.66 | 48.38b |
| Ekosol | 25.21 | 26.00 | 24.94 | 25.40cd | 48.23 | 47.62 | 46.91 | 47.59b |
| Saltfarm | 27.67 | 26.75 | 27.72 | 27.38bc | 48.31 | 48.41 | 48.71 | 48.48b |
| Nanonat | 30.83 | 30.73 | 31.36 | 30.97a | 46.46 | 47.97 | 47.78 | 47.40b |
| Vermisol | 25.82 | 29.13 | 26.69 | 27.21bc | 47.48 | 48.55 | 48.39 | 48.14b |
| MOG | 22.77 | 23.61 | 22.88 | 23.09e | 48.80 | 48.89 | 48.41 | 48.70ab |
| Gübreleme | 27.77 | 27.46 | 28.40 | 27.88b | 49.34 | 47.63 | 48.06 | 48.34b |
| Kontrol | 28.18 | 19.88 | 23.22 | 23.76de | 48.13 | 51.61 | 49.79 | 49.84a |
| Ortalama | 27.35 | 26.73 | 27.18 | | 48.16 | 48.58 | 48.34 | |
| U: P<0.01, D: ÖD, UxD: ÖD | | | | U: P<0.05, D: ÖD, UxD: ÖD | | | | |

| Uygulama (U) | a değeri | | | | b değeri | | | |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|---------------------------|------------|----------|----------|----------|
| | Dozlar (D) | | | | Dozlar (D) | | | |
| | -15% | Önerilen | 15% | Ortalama | -15% | Önerilen | 15% | Ortalama |
| A. Solidem | -16.60fg | -16.31d-g | -16.31d-g | -16.41c | 28.72a | 27.99a-c | 28.14a-c | 28.28a |
| Ekosol | -16.18c-g | -16.09b-g | -14.93a | -15.73a | 27.96a-c | 27.15a-d | 25.16d | 26.76b |
| Saltfarm | -15.83b-f | -15.91b-g | -15.96b-g | -15.90ab | 26.02a-d | 27.4a-d | 27.44a-d | 26.96ab |
| Nanonat | -15.24b-f | -16.06b-g | -16.31d-g | -15.87ab | 25.90b-d | 27.68a-d | 28.6ab | 27.39ab |
| Vermisol | -15.68a-f | -16.07b-g | -15.91b-g | -15.89ab | 26.93a-d | 28.12a-c | 27.55a-d | 27.53ab |
| MOG | -15.82b-f | -15.61a-e | -15.33a-c | -15.59a | 27.57a-d | 26.54a-d | 26.31a-d | 26.81ab |
| Gübreleme | -16.33d-g | -15.49a-d | -15.93b-g | -15.92ab | 28.30ab | 27.24a-d | 26.61a-d | 27.38ab |
| Kontrol | -15.46a-d | -16.79g | -16.47e-g | -16.24bc | 25.43cd | 28.48ab | 28.6ab | 27.50ab |
| Ortalama | -15.89 | -16.04 | -15.89 | | 27.Eki | 27.57 | 27.30 | |
| U: P<0.01, D: ÖD, UxD: P< 0.05 | | | | U: ÖD, D: ÖD, UxD: P<0.05 | | | | |

| Uygulama (U) | Kroma (matlık) değeri | | | |
|---------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| | Dozlar (D) | | | |
| | -15% | Önerilen | 15% | Ortalama |
| A. Solidem | 33.17a | 32.39a-c | 32.52a-c | 32.69a |
| Ekosol | 32.31a-c | 31.56a-d | 29.25d | 31.04b |
| Saltfarm | 30.46a-d | 31.69a-d | 31.75a-d | 31.30ab |
| Nanonat | 30.06b-d | 32.00a-d | 32.92a | 31.66ab |
| Vermisol | 31.16a-d | 32.39a-c | 31.81a-d | 31.79ab |
| MOG | 31.79a-d | 30.79a-d | 30.45a-d | 31.01b |
| Gübreleme | 32.68ab | 31.34a-d | 31.02a-d | 31.68ab |
| Kontrol | 29.76cd | 33.06a | 33.01a | 31.94ab |
| Ortalama | 31.42 | 31.90 | 31.59 | |
| U: ÖD, D: ÖD, UxD: P<0.05 | | | | |

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Duncan Testi'ne göre p<0.05 düzeyinde önemlidir.

Araştırmada rengin parlaklık, açıklık ve koyuluğunu ifade eden "L" değeri üzerine en olumlu etki gübre uygulaması yapılmayan kontrol grubunda ölçülmüştür. Bunu 48.70 değeri ile MOG izlemiştir. Vermikompost uygulamaları sonraki sıralarda yer almışlardır. Renk koyulaştıkça "L" değerinin düştüğü, renk açıldıkça "L" değerinin arttığı göz önüne alındığında, her ne kadar vermikompost uygulamaları geride kalmış gibi gözükse de aradaki farkın özellikle Saltfarm ve Akme Solidem de çok yüksek olmadığı söylenebilir. Bununla birlikte vermikompost uygulamalarında parlaklığın düşük bulunmasının bitki gelişimi durumu ile alakalı olabileceği buna bağlı olarak gelişimin hızlı olduğu bitkilerde L değerinin yüksek bulunabileceği düşünülmektedir.

Tüzel ve ark. (2011)'in Yedikule marul ve Arapsaçı salata çeşitlerinde, 2005 ve 2006 yıllarında yapılan çalışmasında; agryl örtü ile Biofarm, Biofarm + Humik Asit ve Biofarm + Leonardit uygulama kombinasyonlarının "L" değerleri üzerine etkisi görülmemiştir. Domateste verim ve kalite üzerine organik ve kimyasal gübrelerin etkilerine bakılan bir çalışmada, bu gübrelerin meyve parlaklığı (L) üzerine birinci yıl önemli, ikinci yıl ise önemsiz etkisi olduğu saptanmıştır (Demir, 2002). Domatesteki benzer bir çalışmada "L" değerinin kimyasal ve organik gübre uygulamalarından etkilenmediği rapor edilmektedir (Demirtaş ve ark., 2012). Öktüren Asri ve ark. (2011) hıyar bitkisinde yapılan kimyasal ve organik gübre uygulamalarının "L" değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz bulunduğunu rapor etmiştir. Mercan (2005) organik gübreleme ile klasik yöntem uygulanarak üretilen domateslerde tarım ilacı kullanılmadan üretilen ürünlerin kalitelerinin belirlenmesine yönelik bir çalışmada; "L" değerinin çeşit, yetiştirme şekli, işleme durumu, pastörizasyon süresi ve dönemlerden etkilendiği bildirmiştir. Klasik yöntemle üretilen domateslerin "L" değerleri ortalaması (32.85), organik gübreleme uygulanan ve tarım ilacı kullanılmayanların ortalamasından (25.30) yüksek olduğu bildirilmiştir. Marul çeşitlerinde yaprak renginin "L" değerinin yaprağın ölçüm yapılan bölgesine göre değişebilmektedir (Uğur ve ark., 2014). "L" değerleri ile ilgili değişken sonuçların alınması bu olguyu desteklemektedir.

Denemede "a" değeri üzerinde en olumlu sonuçlar -16.41 ile Akme Solidemde olmuştur. Bu solucan gübresini -16.24 ile kontrol uygulaması izlemektedir. Diğer taraftan uygulama x doz interaksyonunda; -16.79 ile kontrol x önerilen doz en olumlu uygulama olmuş, solucan gübreleri uygulamalarından ise Akme Solidem x önerilen dozunun % 15 azı bunu izlemiştir. Bitkilerde "a" değerinin düşük olması bitkilerin yapraklarının yeşil renge sahip olacaklarının göstergesi, değerinin düşüklüğü ise yeşil rengin ne kadar koyu olacağını ölçüdür. Kontrol uygulaması yüksek değerler veriyor gibi gözükse de istatistiki gruplamalara bakıldığında diğer solucan grupları ile de aynı gruplarda yer almıştır. Burada bitkilerin beslenmesi, alçak tünel içi sıcaklıkları, toprak nemlilik durumları, ışıklandırma süresi ve bitkilerin solucan gübresine verdiği tepkiler, ölçüm hassasiyeti gibi faktörlerinin etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Bahsedilen durumun aksine azot alınımını arttırıcı etkideki vermikompostlar, bitki yapraklarında renk değişimine neden olmaktadır. Rengin yoğunluğunu ifade eden "a" değerinin pozitif olması kırmızı, negatif olması ise yeşili rengi temsil etmektedir (Young ve ark., 1993). Domateste yapılan organik ve kimyasal gübre uygulamalarının "a" değerini istatistiksel olarak etkilemesi (Demirtaş ve ark., 2012); organik ve kimyasal gübre uygulamaları ile yetiştirilen hıyarlarda yapılan ölçümlerde "a" değerlerinin önemli olması (Öktüren Asri ve ark., 2011) bunların nedenleri olarak sayılabilir. Elde edilen veriler, Tüzel ve ark. (2011)'nin Yedikule marul ve Arapsaçı salata çeşitlerinde; agryl örtü ve organik gübrelerin (Biofarm, Biofarm + Humik Asit ve Biofarm + Leonardit) "a" değerleri üzerine etkisinin olmadığını belirleyen çalışması ile benzerlik göstermektedir.

Renk bileşenlerinden biri olan "b" değerinin pozitif olması sarıyı, negatif olması ise maviyi ifade etmektedir (Öktüren Asri ve ark., 2011). Çalışmada en yüksek "b" değeri 28.28 ile Akme Solidem uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı 27.53 ile Vermisol, 27.50 ile Kontrol, 27.39 ile Nanonat, 27.38 ile gübreleme, 26.96 ile Saltfarm ve 26.81 ile MOG gübre uygulamaları izlemiştir. En düşük "b" değeri ortalama 26.76 ile Ekosol uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulama ve doz interaksyonunda en yüksek "b" değeri yine 28.72 ile Akme Solidem solucan gübresinin önerilen dozunun % 15 oranında düşük uygulamasında tespit edilmiştir. Schouten ve ark. (1997), bitki büyüme koşulları ile hıyar meyvesinde renk oluşumu arasında önemli ilişkiler bulunduğunu, bitki yoğunluğunun az ve uygulanan besin çözeltisi bileşiminin yüksek olduğu koşullarda renk gelişiminin arttığını bildirmişlerdir. Yapılan

organik ve kimyasal gübre uygulamalarının daha önce hıyarda ölçülen “b” değerini etkilemiş (Öktüren Asri ve ark., 2011); ancak domateste “b” değeri uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Demirtaş ve ark., 2012). Marulda yaprak rengine ait belirlenebilecek özelliklerden birisinin “b” değeri olduğu bildirilmektedir (Uğur ve ark., 2014).

Bu çalışmada en yüksek kroma (matlık) değeri, 32.69 ile Akme Solidem uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı aynı istatistiksel grup içerisinde yer alan Kontrol (31.94), Vermisol (31.79), Gübreleme (31.68) ve Nanonat (31.66) uygulamaları takip etmiştir. Uygulama x doz interaksiyonunda 33.06 ve 33.01 ile kontrol ve kontrol x kontrolün % 15 fazlası kombinasyonları öne çıkmış; 33.17 ile Akme Solidem gübresinin önerilen dozunun % 15 azı ve 32.92 ile Nanonat gübresinin önerilen dozunun % 15 fazlası diğer dikkate değer uygulamalar olmuştur. Bu çalışmada ulaşılan kroma (matlık) değerleri; endivde azot dozlarının hasat zamanına göre verim ve kalitedeki etkilerini inceleyen çalışmadaki ile uyumludur. İlk hasatta yaprak kroma değerleri (31.68-34.21) benzer bulunmuş ikinci hasatta kontrol uygulaması en yüksek değeri (36.43) vermiştir. Bitki gelişimi ile yaprak rengindeki doygunluk artmakta, ileri gelişim dönemlerinde nispeten daha küçük yapraklı kontrol bitkilerinde kroma değeri yükselmektedir (Uğur ve ark., 2004). Yapraklardaki yeşil renk ve renkteki matlığın belirlenmesi amacıyla kroma değerleri üzerine azot dozlarının etkisinin belirlenmeye çalışıldığı; ilk hasatta bir etki görülmemiş ancak ikinci hasatta değişimin önemli olduğunu ortaya koyan bir domates çalışmasındaki ile benzerdir (Demirtaş ve ark., 2012). Kardüz ve ark. (2015) kapılar sistemde salata-marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamalarının etkilerini inceledikleri çalışmada kromanın vesikular arbusküller mikoriza eklenen ortamlarda ve çeşide göre değiştiği ancak hindistan cevizi torfu, klinoptilolit ve perlit eklenmiş ortamların etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yürütülen bu çalışmada marul bitkisinde, kullanılan farklı vermikompost gübrelerinin etkinliği; sıvı organik gübre, çiftçi koşullarında kullanılan standard gübreleme ve hiç gübre uygulaması yapılmayan kontrol grubuyla karşılaştırılarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmada vermikompost uygulamalarının etkileri “L” ve atılan yaprak sayısı dışındaki tüm incelenen özellikler üzerine olumlu olmuş; vermikompostların içerisinde Akme Solidem en başarılı gübre olarak kayda geçmiş, Vermisol ve Ekosol de dikkate değer bulunmuştur.

Bitki baş ağırlığı, pazarlanabilir baş ağırlığı, klorofil içeriği, “a”, “b” ve kroma özelliklerinde Akme Solidem; yaprak sayısında Vermisol; atılan yaprak sayısında MOG; baş yüksekliğinde Ekosol; baş çapında Nanonat; kök boyunda nanonat; kök yaş ağırlığında Vermisol; “L” değerinde kontrol uygulamaları öne çıkmıştır.

Vermikompost gübresinin tarım topraklarında kullanılması gerektiği bu araştırma ile birlikte açıkça ortaya konulmuştur. Çünkü bir yandan toprakların organik madde içerikleri her geçen gün hızla azalırken diğer taraftan yoğun ve bilinçsiz kimyasal gübre kullanımı sonucunda tarımsal ürünlerin kalitelerinde de ciddi bozulmalar meydana geldiği bilinmektedir. Söz konusu bu sorunlara çözüm bulabilmek için vermikompost gibi çeşitli organik gübrelerin tarımsal üretimde kullanılmasının yaygınlaştırılması, toprakların organik madde içeriklerinin azalmasının önlenmesi ve hatta artırılması, tarımsal ürünlerde bozulan kalitenin atırılması için önemli görülmektedir.

Solucan gübrelerinin; toprağa organik materyal olarak uygulanmaları, makro ve mikro besin elementlerini yararlı hale getirmeleri, toprak yapısını düzenlemeleri, toprak biyolojisini korumaları, köklerin topraktaki faaliyetlerini arttırmaları ve kimyasal gübre olarak verilen besin maddelerinden bitkinin daha iyi yararlanmalarını sağlamaları gibi faydaları bulunmaktadır. Bu gibi olumlu etkileri nedeniyle, vermikompostların verimi önemli derecede arttırdığı, aşırı gübre kullanımını engellediği, böylece toprağı ve çevreyi koruyan uygulamalar olduğu kabul edilmektedir.

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

- Alaboz, P., Işıldar, A.A., Müjdecı, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 30-36. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.284217>
- Ali, M., Griffiths, A.J., Williams, K.P., & Jones, D.L. (2007). Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology*, 43 (1), 316-319. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.08.045>
- Arancon, N.Q., Pant, A., Radovich, T., Hue, N.V., Potter, J.K., & Converse, C.E. (2012). Seed germination and seedling growth of tomato and lettuce as affected by vermicompost water extracts (teas). *HortScience*, 47 (12), 1722-1728. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.12.1722>
- Atalay, Y. (2007). Ekolojik tarımda farklı gübre uygulamaları ile yetiştirilen bazı sebze bitkilerinin mineral madde içeriklerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 57 s.
- Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31 (3), 1-5 (Özel Sayı).
- Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 51 s.
- Canova, I., Durkovic, J., & Hladka, D. (2008). Stomatal and chlorophyll fluorescence characteristics in european beech cultivars during leaf development. *Biologia Plantarum*, 52 (3), 577-581. <https://doi.org/10.1007/s10535-008-0115-3>
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., & Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Derim*, 28 (1), 56-69.
- Demir, H. (2002). Organik ve geleneksel tarım yöntemleri ile yetiştirilen bazı sebzelerin kimi kalite kriterleri bakımından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 159 s.
- Demirtaş, E.I., Özkan, C.F., Öktüren Asri, F., & Arı, N. (2012). Bazı organik ve kimyasal gübre uygulamalarının domateste verim ve kalite üzerine etkileri. *Alatarım*, 11 (2), 9-16.
- Dönmez, F. (1989). Değişik azotlu gübrelerin marul ve turfanda karpuzlarda verim ve kaliteye etkileri ve bu gübrelerin topraktan yıkanma durumları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 316 s.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., & Uğur, A. (2004). Farklı hasat dönemleri ve azot uygulamalarının endivde (*Cichorium endivia* L.) verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2), 1-8.
- Hepşen Türkay, F.S. (2010). Fındık zurufu ve arıtma çamurunun solucanlar ile kompostlanması ve elde edilen vermikompostun sera ve tarla koşullarında toprakların biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 166 s.

- Hernandez, O.I., Calderin, A., Huelva, R., Martinez-Balmori, D., Guridi, F., Aguiar, N.O., Olivares, F.L., & Canellas, L.P. (2015). Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 225-232. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0221-x>
- Jahan, F.N., Shahjalal, A.T.M., Paul, A.K., Mehraj, H., & Uddin, A.J. (2014). Efficacy of vermicompost and conventional compost on growth and yield of cauliflower. *Bangladesh Research Publications Journal*, 10 (1), 33-38.
- Kara, H. (2013). Organik tarım ve çevre koruma açısından; solucan kültürü ve kompostunun değerlendirilmesi. TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, 16 Nisan 2013, Ankara, Türkiye, 55-85.
- Kardüz, Y., Tüzel, Y., & Öztekin, G.B. (2015). Kapilar sistemde salata-marul yetiştiriciliğinde mikoriza uygulaması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (2), 151-159.
- Kavak, S., Bozokalfa, M.K., Uğur, A., Yağmur, B., & Eşiyok, D. (2003). Farklı azot kaynaklarının baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) verim, kalite ve mineral madde miktarı üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (3), 33-4.
- Kaya, N., Karnez, E., Aktepe, B.P., & Aysan, Y. (2022). Domates öz nekrozu hastalığına vermicompost, mikoriza ve potasyum gübre uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 299-308. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087472>
- Köksal, S.B., Aksu, G., & Altay, H. (2017). Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 123-128.
- Köse, M.A. (2015). Humus ve humik asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 50 s.
- Küçükyumuk, Z., Gültekin, M., & Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 51-58.
- Leon, A.P., Martin, J.P., & Chiesa, A. (2012). Vermicompost application and growth patterns of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agricultura Tropica Et Subtropica*, 45 (3), 134-139. <https://doi.org/10.2478/v10295-012-0022-7>
- Lopez Camelo, A.F., & Gomez, P.A. (2004). Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasil*, 22, 534-537. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000300006>
- Luján-Hidalgo, M.C., Gómez-Hernández, D.E., Villalobos-Maldonado, J.J., Abud-Archila, M., Montes-Molina, J.A., Enciso-Saenz, S., Ruiz-Valdiviezo, V.M., & Gutiérrez-Miceli, F.A. (2016). Effects of vermicompost and vermishash on of mexican pepperleaf (*Piper auritum* Kunth) plant, phenolic content, and anti-oxidant activity cultivated in phosphate rock potting media. *Compost Science & Utilization*, 25 (2), 95-101. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1202796>
- Maltaş, A.Ş., Tavalı, İ.E., Uz, İ., & Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* F. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 155-161.
- Mercan, T. (2005). Organik gübreleme yapılarak tarım ilacı kullanılmadan ve klasik yöntem uygulanarak üretilen domatesler ile bunlardan elde edilen bazı ürünlerin kalitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 115 s.
- Mordoğan, N., Ceylan, Ş., Çakıcı, H., & Yoldaş, F. (2001). Azotlu gübrelemenin marul bitkisindeki azot birikimine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 85-92.
- Najar, I.A., Khan, A.B., & Hai, A. (2015). Effect of macrophyte vermicompost on growth and productivity of brinjal (*Solanum melongena*) under field conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 4, 73-83. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0087-1>
- Narkhede, S.D., Attarde, S.B., & Ingle, S.T. (2011). Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 6 (3), 327-332.

- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E.I, Özkan, C.F., & Arı, N. (2011). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 139-143.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., & Müftüoğlu, N.M. (2016). Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 1-5.
- Pattnaik, S., & Reddy, M.V. (2010). Nutrient status of vermicompost of urban green waste processed by three earthworm species-*Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus*. *Applied and Environmental Soil Science*, Article ID 967526. <https://doi.org/10.1155/2010/967526>
- Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Madeni, S., & Forghani, A. (2008). Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (1), 110-113.
- Saday, C. (2013). Vermikültür üretimi, yaşanan yasal zorluklar ve çözüm yolları ile üretim süreçleri ve gelişimi konusundaki deneyimlerinin aktarılması. TEMA Vakfı Ulusal Vermikültür Çalıştayı, Editör: Koray Haktanır, 20-36, İstanbul
- Sağlam, N., Doksöz, S., Geboloğlu, N., Şahin, S., & Yılmaz, E. (2015). Agrimol örtü ve sıvı solucan gübresinin farklı uygulama sayısı ve dozlarının kıvrıkcık yapraklı salata verim, kalite ve bitki gelişimine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8 (1), 59-61.
- Schouten, R.E., Otma, E.C., Kooten, O.V., & Tijskens, L.M.M. (1997). Keeping quality of cucumber fruits predicted by the biological age. *Postharvest Biology and Technology*, 12, 175-181. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00045-8)
- Sinha, R.K., Herat, S., Agarwal, S., Asadi, R., & Carretero, E. (2002). Vermiculture and waste management: study of action of earthworms *Elsinia foetida*, *Eudrilus euginae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *Environmentalist*, 22 (3), 261-268. <https://doi.org/10.1023/A:1016583929723>
- Sinha, R.K., Herat, S., Valani, D., & Chauhan, K. (2009). Vermiculture and sustainable agriculture. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 5, 1-55.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., & Kurt, Ş. (2020). Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermicomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 7-18. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.601936>
- Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 99-107.
- Taner, S., & Sade, B. (2005). Low temperature effect of cereal (A Review). *Journal of Crop Research*, 2, 19-28.
- Tavali, İ.E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., & Kaplan, M. (2013). Karnabaharın (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermicompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 115-120.
- Tavali, İ.E., Maltaş, A.Ş., Uz, İ., & Kaplan, M. (2014a). Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 61-67.
- Tavali, İ.E., Uz, İ., & Orman, Ş. (2014b). Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. Cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 119-124.
- Türkmen, M.A. (2016). Çevre odaklı üretim ve tarımsal girişimcilik bağlamında: vermicültür. *Journal of Life Economics*, 8, 1-18.

- Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Duyar, H., Eşiyok, D., Gürbüz Kılıç, Ö., Anaç, D., & Kayıkçıoğlu, H.H. (2011). Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17, 190-203. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001171
- Uğur, A., Bozokalfa, M.K., & Eşiyok, D. (2004). Farklı hasat dönemleri ve azot uygulamalarının endivde (*Cichorium endivia* L.) verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (2), 1-8.
- Uğur, A., Oluklu, Ş., Çağlar, S., & Zambı, O. (2014). Yedikule marulunda yaprak renginin belirlenmesi. *Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi*, 22-25 Eylül 2014, Özet Kitabı, s. 165, Diyarbakır.
- Yılmaz, E., Özen, N., & Özen, M.Ö. (2017). Farklı topraksız yetiştirme ortamlarında domatesin (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) fide verim ve kalitesindeki değişimin belirlenmesi, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 163-168.
- Young, T.E., Juvik, J.A., & Sullivan, J.G. (1993). Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112, 286-292.
- Zeren, İ., Cantürk, U., & Yaşar, M.O. (2017). Bazı peyzaj bitkilerinde klorofil miktarının değişimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 174-182. <https://doi.org/10.24011/barofd.331346>

1-Methylcyclopropene (1-MCP) uygulaması ve modifiye atmosferde paketlemenin 'Fuerte' avokado çeşidinin muhafazasına etkileri



The effects of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) treatment and modified atmosphere packaging on storage of 'Fuerte' avocado variety

Canan AYDINLIOĞLU¹, Ahmet Erhan ÖZDEMİR², Mustafa ÜNLÜ³

¹Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Antakya-Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

³Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|---|
| <p>Article history: Received / Geliş: 05.10.2022 Accepted / Kabul: 24.11.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Avokado MAP 1-MCP Muhafaza Raf ömrü</p> <p>Keywords: Avocado MAP 1-MCP Storage Shelf life</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ahmet Erhan ÖZDEMİR erhan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</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 ile 'Fuerte' avokadolarında 1-Metilsiklopropen (1-MCP) uygulaması, modifiye atmosferde paketleme (MAP) ve MAP+1-MCP uygulamalarının depolama sırasında kaliteye etkileri araştırılmıştır. Kontrol ve uygulama yapılan meyveler 3 ay süreyle 6 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde depolanmış ve ayda bir depodan çıkarılan örneklerin torba içindeki CO₂ konsantrasyonları, ağırlık kayıpları, görünüş, meyve eti sertliği, kabuk ve et rengi, suda çözünebilir toplam kuru madde ve titre edilebilir asit miktarları, meyve suyu pH değeri, yağ ve kuru madde miktarları, mantarsal ve fizyolojik bozulmalar belirlenmiştir. Ayrıca her ay depodan çıkarılan meyveler raf ömrü için 3 gün süreyle 20 °C sıcaklık ve %70-75 oransal nemde bekletilmiştir. Avokadolar 6 °C'de %85-90 oransal nemde MAP veya 1-MCP uygulandıktan sonra muhafaza edildiğinde depolama süresi sadece 2 ay olarak saptanmıştır. Yerel ve uzak pazarlar için MAP+1-MCP uygulanan avokado meyveleri kalitesini koruyarak 6 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 3 ay başarıyla muhafaza edilmişlerdir. MAP+1-MCP uygulaması başarılı olmuştur. MAP+1-MCP uygulamasıyla avokadoların depolama süresi 1 ay uzatılarak 3 aya çıkartılabilmektedir. Elde edilen sonuçlar uzun ve kaliteli bir depolama için MAP+1-MCP uygulamasının avokadoların ticari ömrünü uzatmak için pratik bir yol sunacağını göstermektedir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the effects of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) application, modified atmosphere packaging (MAP) and MAP+1-MCP applications on the quality of 'Fuerte' avocados during storage were investigated. Untreated or treated fruits were stored at 6 °C and 85-90% relative humidity for 3 months in the cold storage. CO₂ concentrations in the bag, weight loss, appearance, fruit flesh firmness, skin and flesh color, total soluble solid and titratable acidity contents, fruit juice pH value, oil and dry weight contents, fungal decay and physiological disorders were determined in fruit samples removed from cold room monthly during storage. In addition, the fruits removed from the store every month were kept at 20 °C and 70-75% relative humidity for 3 days for their shelf life. According to data, avocados, which untreated and treated with 1-MCP or MAP, had also only 2 months of storage life. Avocado fruits, which were applied MAP+1-MCP for local and distant markets, were successfully stored for 3 months at 6 °C and 85-90% relative humidity with preserving their quality. Modified atmosphere storage and 1-MCP treatment had been successful. With the MAP+1-MCP application, the storage period of avocados was extended by 1 month to 3 months. The results show that MAP+1-MCP application will offer a practical way to extend the commercial life of avocados for long and high quality storage.</p> |
| <p>Cite/Atıf</p> | <p>Aydınlioğlu, C., Özdemir, A.E., & Ünlü, M. (2023). 1-Methylcyclopropene (1-MCP) uygulaması ve modifiye atmosferde paketlemenin 'Fuerte' avokado çeşidinin muhafazasına etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 136-152. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1182393</p> |

GİRİŞ

Üretimi ve üretim alanlarında her geçen yıl artışlar olan avokadonun derim sonrası fizyolojisiyle ilgili çalışmalar ülkemizde oldukça azdır. Klimakterik gösteren avokadolar derimden sonra yumuşayıp, yeme olumuna gelmektedirler. Besin değerinin yüksekliği, kendine özgü tadı ve yüksek fiyatla alıcı bulması avokado yetiştiriciliğini cazip hale getirmektedir. Meir ve ark. (1998) tarafından 'Fuerte' çeşidi 5 °C'de 8 hafta başarıyla muhafaza edilmiştir. Antalya'da 'Fuerte' çeşidi meyveler MAP'de 5 °C'de 40 gün başarıyla depolanmıştır (Demirkol & Pekmezci, 1999). Dörtüyl (Hatay)'da 'Fuerte' ve 'Zutano' çeşidi meyvelerinin 6 °C'de %85-90 oransal nemde en fazla 2 ay muhafaza edilebileceği belirlenmiştir (Özdemir ve ark., 2010). Farklı modifiye edilmiş aktif atmosfer torbalarında 25 gün boyunca 10 °C'de %90 oransal nemde depolanan 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinin ağırlık kaybını ve CO₂ üretimini sınırlamada etkili atmosferin %7.0 CO₂ ve %4.0 O₂ olduğu bildirilmiştir (Russo ve ark., 2014). Meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve/veya yaşlanmayı etilen engelleyici olan 1-Metilsiklopropan (1-MCP)'nin etkileyebileceği bildirilmiştir (Şen & Türk, 2008). Kararlı bir birleşik olan 1-MCP'nin, suda çözündürüldüğünde gaz formuna geçtiği, bahçe ürünleri için derim sonrasında kullanımının toksik olmadığı ve düşük dozlarda etkili olduğu belirtilmiştir (Özkaya & Dünder, 2007). Avokado meyvelerinde çeşitlere göre değişmekle birlikte, 1-MCP'in 6-48 saat süreyle 3-22 °C'lerde 50-300 nl L⁻¹ – 0,45-25 µl L⁻¹ konsantrasyonları arasında uygulanabileceği belirtilmiştir (Blankeship & Dole, 2003). Avokadolarda 1-MCP'nin zemin renginin değişimini (Feng ve ark., 2000; Jeong ve ark., 2002; Hershkovitz ve ark., 2005) ve solunum hızını (Abdi ve ark., 1998; Dong ve ark., 2002) yavaşlattığı, ayrıca ağırlık kaybını azalttığı (Jeong ve ark., 2002) ve meyve eti sertliğini koruduğu (Woolf ve ark., 2005; Defilippi ve ark., 2018) bildirilmiştir. Altan ve ark. (2017) 'Bacon' avokado çeşidi meyvelerinin 6 °C'de %85-90 oransal nemde MAP+1-MCP uygulamasıyla kaliteli olarak 3 ay depolanabileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, kontrol, 1-MCP, MAP ve MAP+1-MCP uygulanan 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinin 3 ay süreyle 6 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde depolama süresince kalite değişimleri incelenmiş ve muhafaza ve raf ömrü performansı belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada materyal olarak, çöğür anacı üzerine aşılı, 5x6 m aralık ve mesafelerle dikilmiş ve 17 yaşlı 'Fuerte' avokado çeşidi meyveleri kullanılmıştır. Meyveler Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doç.Dr. Turan Hakan DEMİRKESER Subtropik ve Turunçgiller Araştırma ve Uygulama Bahçesinden (Bahçe 70, 36° 09' E, 36° 51' N, rakım 9 m) sağlanmıştır. 'Fuerte' avokado çeşidi meyveleri, armut şekilli, kabuk yeşil ve yüzeyi hafif pürüzlü ve 175-450 gr arası meyve ağırlığına, %17-20 civarında yağ içeriği ve %25-30 kadar kuru madde oranına sahiptir. Kasım-Mayıs ayları arasında derilen çeşit, oldukça lezzetlidir. Ağaç yapısı yayvan olup, yapraklarında anason kokusu bulunmaktadır. B tipi çiçeklenmeye sahiptir (Toplu ve ark., 2003).

'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinin derimi meyve eti sertliğinin (MES) 15 kg-kuvvet'in altında, kuru madde oranının %21-25, yağ oranının %14-15 olduğunda (Lee & Coggins, 1982; Lee ve ark., 1983; Demirkol & Pekmezci, 1999; Kader & Arpaia, 1999; Özdemir ve ark., 2009) yapılmış ve uygulama yapılan meyveler 3 ay süreyle 6 °C'de %85-90 oransal nemde muhafaza edilmiştir. Sağlıklı (yarasız ve beresiz) ve bir örnek olan meyveler, 3 yinelemeli ve her yineleme için 10'ar adet meyve olacak şekilde ve uygulamalar yapıldıktan sonra plastik kasalara yerleştirilip depolanmıştır. Raf ömrü içinde soğuk depodan her ay çıkarılan meyveler 20 °C'de %70-75 oransal nemde 3 gün bekletilmiştir.

Yapılan uygulamalar; 1) Kontrol: Hiçbir uygulama yapılmayan meyveler 18-20 °C sıcaklıkta 24 saat tutulduktan sonra depolanmıştır. 2) 1-MCP: 1-MCP (Smartfresh™) uygulaması 625 ppb dozunda yapılmıştır. 'Fuerte' avokado meyveleri olan plastik kasalar, palet üzerine yerleştirilmiş ve 100 x 100 x 100 cm olacak şekilde 0.1 mm kalınlığında

polietilen örtü ile paletin etrafı hava almayacak şekilde sarılmıştır. Buffer çözelti, uygulama tabletleri, aktivatör tabletleri ve fan düzeneği firma tarafından sağlanmış ve uygulama; 12 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle yapılmıştır. 3) Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP): Meyveler avokadoya özel 4 kg'lık torbalara (Xtend®, StePac, İsrail, Ürün kodu: 815-AV15) konulmuş ve ağzları hava almayacak şekilde bağlanmıştır. 4) MAP+1-MCP: 1-MCP uygulanan meyveler MAP torbalara konulmuş ve ağzları sıkıca bağlanmıştır. Çalışmada incelenen özellikler şöyledir; Torba içindeki CO₂ konsantrasyonları: MAP torbaları içindeki CO₂ konsantrasyonları taşınabilir gaz analiz cihazı (PBI-Dansensor America Inc., USA) ile ölçülmüş yüzde olarak gaz konsantrasyonları verilmiştir. Ağırlık kayıpları: Muhafaza ve raf ömrü sırasında 30 adet meyve her uygulama ve yineleme için numaralanmış ve her analiz sırasında 0.01 g'a duyarlı hassas teraziyle (Ohaus Adventurer, ABD) tartılarak yüzde olarak hesaplanmıştır. Meyve dış görünüşü: 1-5 değerlendirmesi (1: En kötü, 5: En iyi) 15 kişilik bir panelist grubuyla yapılmıştır. Meyve eti sertliği (MES): Her analiz sırasında her meyvenin iki yanından, meyve kabuğu kaldırılmış ve 8 mm'lik penetrometre (Effegi model FT 444, İtalya) ile "kg-kuvvet" olarak ölçüm yapıldıktan sonra değerler Newton (N)'a çevrilmiştir. Meyve kabuk ve et rengi: L* ve h° değerleri; C.I.E. L*a*b*'ye göre renk ölçüm cihazı (Minolta CR-300 Chromometer Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) ile ağırlık kayıpları için her ay depodan dışarı çıkarılan meyvelerde meyvenin ekvator bölgesinde kabukta her iki yanaktan ve meyve etinde okumalar yapılmıştır (McGuire, 1992). Suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı: El refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile elde edilen meyve suyunda yüzde olarak belirlenmiştir. Meyve suyu pH değeri: Meyve suyunda dijital pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., MA, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı: 5 ml meyve suyu distile su ile 100 ml'ye tamamlanıp, 0.1 N NaOH çözeltisi ile dijital pH metrede 8.1 değeri okunana kadar titre edilmiş (Brand titrette, Almanya) ve sonuçlar malik asit cinsinden yüzde olarak "g malik asit 100 ml⁻¹ meyve suyu" hesaplanmıştır (Sadler, 1994). Yağ içeriği: Meyve örnekleri sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve petrolium eteri ile Soxhlet aletinde ekstraksiyon yapılarak yüzde olarak saptanmıştır (Lee, 1981). Kuru ağırlık miktarı: Meyve örneklerinin başlangıç ağırlığı alınmış ve etüvde 103-105 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar tutularak, fark hesaplanmış ve yüzde olarak belirlenmiştir (Lee ve Coggins, 1982). Mantarsal ve fizyolojik nedenlerle bozulan meyve miktarları: Her analiz sırasında alınan meyveler incelenmiş ve çürüme oranları yüzde olarak belirlenmiştir. Meyve kabuk ve etinde saptanan fizyolojik nedenli bozulmalar için 1-5 değerlendirmesi (1: En iyi, 5: En kötü) yapılmıştır.

Deneme deseni ve istatistik analiz

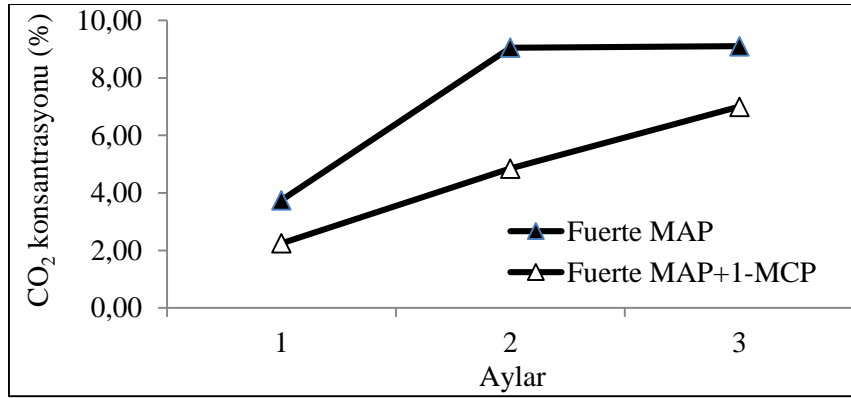
Çalışma "Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre 3 yinelemeli ve 10 meyve/yineleme olacak şekilde kurulmuş ve istatistiksel analizler SAS software (SAS Version V.9.4, SAS Institute Cary, N.C.) ile yapılmıştır. Tukey testi ile (p<0,05) F testinde önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

MAP torbaları içindeki CO₂ konsantrasyonu taşınabilir gaz analiz cihazı ile ölçülerek saptanmıştır. 'Fuerte' avokado çeşidinde MAP torbaları içindeki CO₂ konsantrasyonları muhafaza süresince artmış ve MAP+1-MCP uygulamasında MAP uygulamasından daha düşük olmuştur. Depolama sırasında MAP uygulamasının 1. ayında ortalama %3.75 olurken, artarak 3. ayda %9.10'a ulaşmıştır. MAP+1-MCP uygulamasında muhafazanın 1. ayında ortalama %2.25 olurken, 3. ayda da %7.00'ye ulaşmıştır (Şekil 1). Avokadoların solunumu ile değiştirilen gaz miktarının filmde geçen gaz miktarına eşit olduğunda bir dengenin kurulduğu söylenebilir.

Muhafaza sırasında 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde ağırlık kayıpları artmış ve 3. ayda ortalama %10.77'ye ulaşmıştır. MAP uygulamalarında en az ağırlık kayıpları belirlenmiştir. Raf ömründe ağırlık kayıpları başlangıçta (0 ay+3 gün) ortalama %3.47 iken, 3 ay+3 günde %2.34 olmuştur. Raf ömrü sırasında ağırlık kayıpları üzerine

uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 1). Ağırlık kayıplarının depolama sırasında arttığı birçok çalışmada bildirilmiştir (Meir ve ark., 1998; Demirkol & Pekmezci, 1999; Dorria ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2010; Altan ve ark., 2017; Benitez ve ark., 2021). Bulgularımızdan farklı olarak, Jeong ve ark. (2002) avokadoda 1-MCP uygulamasının ağırlık kaybını azalttığını bildirmişlerdir. 'Hass' avokado çeşidinin 5 °C'de 2 ay depolanması sırasında hem muhafaza hem de raf ömrü (20 °C'de 3 gün) koşullarında ağırlık kaybının 1-MCP uygulanan (625 ppb) meyvelerde (%5.41) en düşük olduğu saptanmıştır (Doğan ve ark., 2017). Çeşitler farklı olmakla birlikte, bizim 2 aylık 1-MCP uygulama değerlerimiz, bu araştırmacıların değerlerinden çok yüksek bulunmuştur.



Şekil 1. 'Fuerte' avokado çeşidinde MAP torbalarında muhafaza sırasında CO₂ konsantrasyonlarındaki değişimler
Figure 1. Changes in CO₂ concentrations in MAP bags during storage in 'Fuerte' avocado variety

Muhafaza süresi uzadıkça 1-5 skalasına göre meyve dış görünüş değerlendirmesi ilk 2 ay kabul edilebilir sınırın (≥ 3) üzerinde olurken, 3. ayda (2.89) düşmüştür. MAP+1-MCP uygulamasının görünüşü en iyi (5.00) olurken, kontrol meyveleri 2. aydan itibaren ve diğer uygulamalar ise 3. ayda kabul edilebilir değerinin altına kalmıştır. Raf ömrü sırasında da meyvelerin görünüş puanları azalmış ve 3 ay+3 günde kabul edilebilir sınırın altına düşmüştür. Uygulamalar arasında MAP (ortalama 4.28) ve MAP+1-MCP (4.04) uygulamaları görünüşü en iyi olan uygulamalar olurken, 3. ayda tüm uygulamalarda kabul edilebilir sınırın altına düşmüştür (Çizelge 1). Bulgularımız Altan ve ark. (2017)'nin bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Muhafaza sırasında MES başlangıçta ortalama 194.73 N iken azalarak 3. ayda 36.75 N'a düşmüştür. Raf ömrü sırasında aynı şekilde azalmalar olmuş ve başlangıçta 171.70 N olan MES, 3. ayın sonunda 13.89 N'a düşmüştür. Muhafaza süresince MAP+1-MCP uygulamasında MES en yüksek (ortalama 161.70 N) olurken, kontrol meyvelerinde en düşük (88.59 N) olmuştur. Raf ömrü sırasında da başlangıçta ortalama 171.70 N iken, azalışlar göstermiş ve 3 ay+3 günde 13.89 N'a düşmüştür. Raf ömrü sırasında en yüksek MES MAP+1-MCP (98.88 N) uygulamasında olurken, en düşük kontrol (52.53 N) meyvelerinde saptanmıştır (Çizelge 1). Bulgularımıza benzer şekilde, avokadoda 1-MCP uygulamalarının yumuşamayı yavaşlatarak MES'i koruduğu bildirilmiştir (Woolf ve ark., 2005). Yeme olumunu belirlemede MES'in önemli bir gösterge olduğu belirtilmiştir (Berger ve ark., 1982; Zauberman & Jobin-Decor, 1995). MES'in yeme olumunda 10 N'un üzerinde olması gerektiği belirtilmiştir (Flitsanov ve ark., 2000). Kontrol uygulamamızın 3 ay+3 gün değerleri (5.98 N) hariç bulgularımız bu değer üzerinde olmuştur. MES'in avokadolarda hasattan sonra azaldığı birçok çalışmada saptanmıştır (Meir ve ark., 1998; Demirkol & Pekmezci, 1999; Mizrach ve ark., 2000; Maftoonazad & Ramaswamy, 2005; Meyer & Terry, 2010; Özdemir ve ark., 2010; Altan ve ark., 2017; Doğan ve ark., 2017; Benitez ve ark., 2021). MAP torbalarda muhafaza edilen avokadoların meyve eti sertliğini korumada daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Vazquez-Lopez ve ark., 2022).

Çizelge 1. Soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında 'Fuerte' avokado çeşidinde ağırlık kaybı, görünüş ve meyve eti sertliğindeki değişimler

Table 1. Changes in weight loss, appearance and fruit flesh firmness of 'Fuerte' avocado variety during cold storage and shelf life

| Kalite kriteri | Muhafaza Şekli | Uygulamalar | Muhafaza süresi (Ay) | | | | Uygulama ortalaması |
|------------------------|----------------|---|----------------------|----------|---------|---------|---------------------------------|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| Ağırlık kaybı (%) | Soğukta | Kontrol | --- | 6.26 | 12.44 | 17.46 | 12.05 a ^x |
| | | 1-MCP | --- | 6.42 | 12.12 | 17.79 | 12.11 a |
| | | MAP | --- | 1.34 | 2.90 | 4.13 | 2.79 b |
| | | MAP+1-MCP | --- | 1.20 | 2.55 | 3.68 | 2.47 b |
| | | Muhafaza ortalaması (D ₅ süre: 0.44) | --- | 3.80 c | 7.50 b | 10.77 a | (D ₅ uygulama: 0.56) |
| Raf ömrü | Soğukta | Kontrol | 3.47 | 2.84 | 3.15 | 2.65 | 3.03 a |
| | | 1-MCP | 3.47 | 2.41 | 3.07 | 2.51 | 2.87 a |
| | | MAP | 3.47 | 2.22 | 2.32 | 2.38 | 2.60 a |
| | | MAP+1-MCP | 3.47 | 2.69 | 2.25 | 1.80 | 2.55 a |
| | | Raf ömrü ortalaması (D ₅ süre: 0.77) | 3.47 a | 2.54 b | 2.70 b | 2.34 b | (D ₅ uygulama: Ö.D.) |
| Görünüş (1-5) | Soğukta | Kontrol | 5.00 | 4.50 | 2.97 | 1.33 | 3.45 d |
| | | 1-MCP | 5.00 | 4.70 | 3.50 | 2.97 | 4.04 c |
| | | MAP | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 2.25 | 4.31 b |
| | | MAP+1-MCP | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 a |
| | | Muhafaza ortalaması (D ₅ süre: 0.14) | 5.00 a | 4.80 b | 4.12 c | 2.89 d | (D ₅ uygulama: 0.14) |
| Raf ömrü | Soğukta | Kontrol | 5.00 | 3.33 | 2.13 | 1.10 | 2.89 d |
| | | 1-MCP | 5.00 | 3.73 | 3.70 | 2.47 | 3.73 c |
| | | MAP | 5.00 | 5.00 | 4.17 | 2.93 | 4.28 a |
| | | MAP+1-MCP | 5.00 | 5.00 | 3.70 | 2.47 | 4.04 b |
| | | Raf ömrü ortalaması (D ₅ süre: 0.11) | 5.00 a | 4.27 b | 3.43 c | 2.24 d | (D ₅ uygulama: 0.11) |
| Meyve eti sertliği (N) | Soğukta | Kontrol | 194.73 | 114.56 | 22.05 | 22.93 | 88.59 c |
| | | 1-MCP | 194.73 | 193.55 | 62.72 | 28.52 | 119.85 b |
| | | MAP | 194.73 | 193.06 | 44.20 | 29.50 | 115.35 b |
| | | MAP+1-MCP | 194.73 | 194.82 | 191.39 | 65.86 | 161.70 a |
| | | Muhafaza ortalaması (D ₅ süre: 4.61) | 194.73 a | 174.05 b | 80.16 c | 36.75 d | (D ₅ uygulama: 4.61) |
| Raf ömrü | Soğukta | Kontrol | 171.70 | 18.72 | 13.72 | 5.98 | 52.53 c |
| | | 1-MCP | 171.70 | 53.61 | 19.01 | 13.03 | 64.34 b |
| | | MAP | 171.70 | 33.52 | 21.76 | 12.64 | 59.90 bc |
| | | MAP+1-MCP | 171.70 | 164.15 | 35.77 | 23.91 | 98.88 a |
| | | Raf ömrü ortalaması (D ₅ süre: 8.63) | 171.70 a | 67.50 b | 22.56 c | 13.89 d | (D ₅ uygulama: 8.63) |

^xTukey testi ile ortalamalar karşılaştırılmış olup, istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde aynı harfle gösterilenler benzerdirler. Ö.D.: Önemli değil.

Meyve kabuk rengi L* değeri 'Fuerte' avokado çeşidinde başlangıca göre muhafaza sırasında azalmış, meyvelerin parlaklığı ve albenisi düşmüştür (Çizelge 2). Muhafaza sırasında meyve kabuk rengi L* değeri başlangıçta 39.97 iken, muhafaza sonunda 33.86 olmuştur (Çizelge 2). L* değerinde MAP+1-MCP uygulamasında (39.57) en az azalma olurken, en fazla azalma kontrolde (35.80) görülmüştür. Raf ömründe meyve kabuk rengi L* değeri 0 ay+3 günde ortalama 40.24 iken, azalarak 3 ay+3 günde 36.06 olmuştur. Raf ömründe en az azalma MAP+1-MCP (40.60) ve MAP (39.71) uygulamalarında ve en fazla azalma kontrol (34.55) ile 1-MCP (36.96) uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Soğukta muhafaza ve raf ömründe 'Fuerte' avokado çeşidinde meyve kabuk ve et rengi L* ve h° değerlerindeki değişimler

Table 2. Changes in fruit skin and flesh color L* and h° values of 'Fuerte' avocado variety during cold storage and shelf life

| Kalite kriteri | Muhafaza Şekli | Uygulamalar | Muhafaza süresi (Ay) | | | | Uygulama ortalaması | |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------|----------------------|----------|----------|----------|---------------------|-----------------------|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | | |
| Meyve kabuk rengi L* değeri | Soğukta | Kontrol | 39.97 | 34.45 | 37.98 | 30.80 | 35.80 c | |
| | | 1-MCP | 39.97 | 36.30 | 36.97 | 33.84 | 36.77 bc | |
| | | MAP | 39.97 | 34.60 | 42.80 | 35.19 | 38.14 ab | |
| | | MAP+1-MCP | 39.97 | 41.02 | 41.69 | 35.61 | 39.57 a | |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 1.71) | | | 39.97 a | 36.59 b | 39.86 a | 33.86 c | (D%5 uygulama): 1.71) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 40.24 | 34.01 | 35.37 | 28.57 | 34.55 b | |
| | | 1-MCP | 40.24 | 35.32 | 35.11 | 37.19 | 36.96 b | |
| | | MAP | 40.24 | 40.05 | 41.16 | 37.41 | 39.71 a | |
| | | MAP+1-MCP | 40.24 | 39.15 | 41.91 | 41.09 | 40.60 a | |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 2.68) | | | 40.24 a | 37.13 b | 38.39 ab | 36.06 b | (D%5 uygulama): 2.68) |
| Meyve et rengi L* değeri | Soğukta | Kontrol | 76.86 | 78.29 | 78.08 | 47.52 | 70.19 | |
| | | 1-MCP | 76.86 | 80.04 | 79.88 | 49.55 | 71.58 | |
| | | MAP | 76.86 | 81.41 | 77.29 | 46.16 | 70.43 | |
| | | MAP+1-MCP | 76.86 | 79.17 | 80.46 | 48.13 | 71.16 | |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 1.67) | | | 76.86 b | 79.73 a | 78.93 a | 47.84 c | (D%5 uygulama: Ö.D) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 77.48 | 68.45 | 68.45 | 64.61 | 69.75 c | |
| | | 1-MCP | 77.48 | 78.27 | 72.60 | 77.05 | 76.35 a | |
| | | MAP | 77.48 | 75.34 | 72.03 | 68.06 | 73.23 b | |
| | | MAP+1-MCP | 77.48 | 77.97 | 73.82 | 78.32 | 76.90 a | |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 1.75) | | | 77.48 a | 75.01 b | 71.72 c | 72.01 c | (D%5 uygulama: 1.75) |
| Meyve kabuk rengi h° değeri | Soğukta | Kontrol | 123.30 | 109.62 | 111.05 | 88.49 | 108.11 c | |
| | | 1-MCP | 123.30 | 115.77 | 112.56 | 104.65 | 114.07 ab | |
| | | MAP | 123.30 | 108.40 | 114.10 | 104.17 | 112.49 bc | |
| | | MAP+1-MCP | 123.30 | 117.99 | 118.03 | 113.39 | 118.18 a | |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 5.45) | | | 123.30 a | 112.94 b | 113.9 b | 102.67 c | (D%5 uygulama: 5.45) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 119.50 | 71.08 | 74.06 | 52.59 | 79.31 b | |
| | | 1-MCP | 119.50 | 64.79 | 67.27 | 82.23 | 83.45 ab | |
| | | MAP | 119.50 | 66.68 | 68.74 | 83.89 | 84.70 ab | |
| | | MAP+1-MCP | 119.50 | 62.01 | 67.92 | 110.56 | 90.00 a | |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 8.28) | | | 119.50 a | 66.14 c | 69.50 c | 82.32 b | (D%5 uygulama: 8.28) |
| Meyve et rengi h° değeri | Soğukta | Kontrol | 97.93 | 89.91 | 91.29 | 90.72 | 92.46 | |
| | | 1-MCP | 97.93 | 92.76 | 93.74 | 92.03 | 94.11 | |
| | | MAP | 97.93 | 92.84 | 92.85 | 87.42 | 92.76 | |
| | | MAP+1-MCP | 97.93 | 93.85 | 95.56 | 91.23 | 94.64 | |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 2.90) | | | 97.93 a | 92.34 bc | 93.36 b | 90.35 c | (D%5 uygulama: Ö.D.) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 98.56 | 84.53 | 91.68 | 80.89 | 88.91 b | |
| | | 1-MCP | 98.56 | 83.28 | 96.43 | 88.90 | 91.79 a | |
| | | MAP | 98.56 | 84.57 | 92.21 | 84.06 | 89.85 b | |
| | | MAP+1-MCP | 98.56 | 84.09 | 95.44 | 94.39 | 93.12 a | |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 1.45) | | | 98.56 a | 84.12 d | 93.94 b | 87.06 c | (D%5 uygulama: 1.45) |

*Tukey testi ile ortalamalar karşılaştırılmış olup, istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde aynı harfle gösterilenler benzerdirler. Ö.D.: Önemli değil.

Muhafaza sırasında meyve et rengi L* değeri başlangıçta 76.86 olurken, 3 ay sonunda düşüşle 47.84 olmuştur. Meyve et rengi L* değeri üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Raf ömründe başlangıçta ortalama 77.48 olan meyve et rengi L* değeri 3 ay+3 gün sonunda 72.01'e gerilemiştir. L* değerinde

en az azalma MAP+1-MCP (76.90) ve 1-MCP (76.35) uygulamalarında saptanırken, en fazla azalma kontrolde (69.75) saptanmıştır (Çizelge 2). L* değeri parlaklığını ifade ederken, meyve kabuğundaki kararmalar ve pigment yoğunluğundan dolayı meyve etindeki koyulaşmadan da etkilenmektedir (Rosaj-Graü ve ark., 2006). Forero (2007) tarafından avokado meyvelerinin kabuk rengi çeşitlere göre farklılıklar olmasına rağmen, olgunlaşma sırasında yeşilden mora kadar değişim gösterdiği belirtilmiştir. Bulgularımızın paralelinde, muhafaza ve raf ömründe meyve kabuk rengi L* değeri Özdemir ve ark. (2010) ile Altan ve ark. (2017)'nin yaptıkları çalışmalarda da düşüşler göstermiştir. L* değerindeki düşüşlerin 1-MCP uygulamalarında daha yavaş olduğu bildirilmiştir (Altan ve ark., 2017).

Muhafaza süresince meyve kabuk rengi h° değeri başlangıçta ortalama 123.30° iken, 3. ayda biraz azalarak 102.67° olmuştur. Kontrolde meyve kabuk rengi h° değeri en düşük (108.11°) ve MAP+1-MCP uygulamasında en yüksek (118.18°) olmuştur. Raf ömründe meyve kabuk rengi h° değeri 0 ay+3 günde ortalama 119.50° iken, düşüşler göstermiş ve 3 ay+3 günde 82.32°'ye düşmüştür. Raf ömründe kontrolde meyve kabuk rengi h° değeri en düşük (79.31°) değeri alırken, en yüksek MAP+1-MCP uygulamasında (90.00°) almıştır (Çizelge 2). Muhafaza sırasında meyve et rengi h° değeri başlangıçta 97.93° olurken, muhafazanın 3. ayında 90.35°'e düşmüştür. Et rengi h° değeri üzerine istatistiksel olarak uygulamaların etkisi farksız bulunmuştur. Raf ömründe 0 ay+3 günde meyve et rengi h° değeri ortalama 98.56° iken, biraz düşerek 3 ay+3 günde 87.06° olmuştur. Raf ömründe en yüksek meyve et rengi h° değeri MAP+1-MCP (93.12°) ve 1-MCP (91.79°) uygulamalarında olurken, en düşük kontrol (88.91°) ve MAP uygulamasında (89.85°) olmuştur (Çizelge 2). 'Fuerte' çeşidinde muhafaza sırasında meyve kabuk rengi h° değerinde azalmalar olduğu ve baskın olan yeşil kabuk renginin biraz açıldığı Özdemir ve ark. (2010) tarafından bildirilmiştir. Altan ve ark. (2017)'nin 'Bacon' avokado çeşidiyle yaptıkları çalışmada ise meyve et rengi h° değeri üzerine muhafazada uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Feng ve ark. (2000), Jeong ve ark. (2003), Meyer & Terry (2010), Altan ve ark. (2017) ve Doğan ve ark. (2017)'nin avokadolarla yaptıkları çalışmalarda muhafaza ve/veya raf ömrü sırasında meyve kabuk rengi h° değerinde düşüşler olmuş ve en az düşüş 1-MCP uygulamalarında en olmuş veya 1-MCP uygulamaları düşüşleri yavaşlatmıştır. Renk skalasında yeşil rengi 100'den sonraki değerler ifade ederken, yeşilimsi sarıyı 90–100, sarıyı 80–90, sarımsı turuncuyu ise 70–80 arası değerlerin ifade etmektedir. Bu durumda avokadolarda yapılan çalışmalarda L* ve h° değerlerinin azalıp, renk değişikliği olmasına rağmen yeşil rengin hakim olduğu belirtilmiştir (Meir ve ark., 1998; Pesis ve ark., 2002; Feygenberg ve ark., 2005; Forero, 2007; Doğan ve ark., 2017).

SÇKM üzerine uygulamaların ve muhafaza süresinin etkileri istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Raf ömründe 0 ay+3 günde ortalama %7.20 olan SÇKM miktarında artışlar olmuş, ancak 3 ay+3 günde azalarak %5.34 olmuştur. %7.78 ile kontrol ve %7.43 ile 1-MCP uygulamalarında SÇKM miktarı en yüksek ve %6.64 ile MAP+1-MCP ve %6.73 ile MAP uygulamalarında en düşük olmuştur (Çizelge 3). SÇKM miktarı üzerine 1-MCP uygulamalarının etkisi değişiklik göstermektedir. SÇKM miktarı bazı elmalarda (Fan ve ark., 1999a) artmış, bazı elma (DeEll ve ark., 2002), bazı portakal (Porat ve ark., 1999), bazı kayısı ve erik (Dong ve ark., 2002) çeşitlerinde etkilenmemiş, bazı çileklerde ise (Tian ve ark., 2000) azalmıştır. 'Fuerte' (Özdemir ve ark., 2010) ile 'Hass' (Doğan ve ark., 2017; Benitez ve ark., 2021) avokado çeşitleriyle yapılan çalışmalarda SÇKM miktarında muhafaza süresince azalışlar olduğu bildirilmiştir. Bulgularımıza benzer olarak, Altan ve ark. (2017)'nin 'Bacon' ve Vazquez-Lopez ve ark. (2022)'nin 'Hass' avokado çeşidiyle yaptıkları çalışmalarda muhafaza sırasında uygulamaların SÇKM üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Ayrıca, Doğan ve ark. (2017)'nin çalışmasında raf ömründe SÇKM miktarında azalmalar olmuş ve araştırmacılar ortam sıcaklığının yükselmesine bağlı olarak, iklimterik meyvelerde derimden itibaren solunum hızında artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Martinez-Hernandez ve ark. (2013) da meyvedeki metabolik aktivite sonucunda, SÇKM'lerin solunumda kullanılmasıyla SÇKM miktarında azalışlar olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında 'Fuerte' avokado çeşidinde SÇKM ve TEA miktarları ile meyve suyu pH değerindeki değişimler

Table 3. Changes in TSS, TA and fruit juice of pH value of 'Fuerte' avocado variety during cold storage and shelf life

| Kalite kriteri | Muhafaza Şekli | Uygulamalar | Muhafaza süresi (Ay) | | | | Uygulama ortalaması |
|----------------------|------------------------------------|-------------|----------------------|---------|--------|----------------------|---------------------|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| SÇKM (%) | Soğukta | Kontrol | 6.10 | 6.93 | 5.53 | 6.20 | 6.19 |
| | | 1-MCP | 6.10 | 6.40 | 6.40 | 6.20 | 6.28 |
| | | MAP | 6.10 | 6.40 | 6.40 | 6.20 | 6.28 |
| | | MAP+1-MCP | 6.10 | 6.53 | 6.67 | 6.60 | 6.48 |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: Ö.D) | 6.10 | 6.57 | 6.23 | 6.25 | (D%5 uygulama: Ö.D.) | |
| Raf ömrü | Soğukta | Kontrol | 7.20 | 10.27 | 9.00 | 4.65 | 7.78 a |
| | | 1-MCP | 7.20 | 7.33 | 9.00 | 6.20 | 7.43 a |
| | | MAP | 7.20 | 7.20 | 8.00 | 4.50 | 6.73 b |
| | | MAP+1-MCP | 7.20 | 5.87 | 7.50 | 6.00 | 6.64 b |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 0.65) | 7.20 b | 7.67 b | 8.3 a | 5.34 c | (D%5 uygulama: 0.65) | |
| TEA (%) | Soğukta | Kontrol | 0.18 | 0.22 | 0.15 | 0.33 | 0.22 a |
| | | 1-MCP | 0.18 | 0.20 | 0.11 | 0.31 | 0.20 ab |
| | | MAP | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.28 | 0.21 ab |
| | | MAP+1-MCP | 0.18 | 0.17 | 0.12 | 0.31 | 0.19 b |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 0.02) | 0.18 b | 0.19 b | 0.14 c | 0.31 a | (D%5 uygulama: 0.02) | |
| Raf ömrü | Soğukta | Kontrol | 0.21 | 0.15 | 0.18 | 0.47 | 0.25 |
| | | 1-MCP | 0.21 | 0.17 | 0.23 | 0.37 | 0.24 |
| | | MAP | 0.21 | 0.15 | 0.24 | 0.43 | 0.26 |
| | | MAP+1-MCP | 0.21 | 0.16 | 0.24 | 0.49 | 0.27 |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 0.03) | 0.21 b | 0.16 c | 0.22 b | 0.44 a | (D%5 uygulama: Ö.D.) | |
| Meyve suyu pH değeri | Soğukta | Kontrol | 6.59 | 6.43 | 6.74 | 6.66 | 6.61 a |
| | | 1-MCP | 6.59 | 6.52 | 6.58 | 6.65 | 6.58 a |
| | | MAP | 6.59 | 6.62 | 6.39 | 6.65 | 6.56 a |
| | | MAP+1-MCP | 6.59 | 6.52 | 6.44 | 6.44 | 6.50 b |
| | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 0.05) | 6.59 ab | 6.52 c | 6.54 bc | 6.60 a | (D%5 uygulama: 0.05) | |
| Raf ömrü | Soğukta | Kontrol | 6.58 | 6.65 | 6.86 | 6.62 | 6.68 a |
| | | 1-MCP | 6.58 | 6.56 | 6.66 | 6.37 | 6.54 c |
| | | MAP | 6.58 | 6.62 | 6.69 | 6.46 | 6.59 b |
| | | MAP+1-MCP | 6.58 | 6.46 | 6.68 | 6.58 | 6.58 bc |
| | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 0.04) | 6.58 b | 6.57 b | 6.72 a | 6.51 c | (D%5 uygulama: 0.04) | |

*Tukey testi ile ortalamalar karşılaştırılmış olup, istatistiksel olarak $P < 0.05$ önem seviyesinde aynı harfle gösterilenler benzerdirler. Ö.D.: Önemli değil.

TEA miktarı depolama sırasında başlangıçta ortalama %0.18 iken, 2. ayda %0.14'e düşmüş ancak 3 ay sonunda artarak %0.31'e yükselmiştir. TEA miktarı en yüksek %0.22 ile kontrolde ve %0.19 ile MAP+1-MCP uygulamasında en düşük olmuştur (Çizelge 3). Raf ömründe TEA miktarında benzer şekilde artış ve azalmalar olmuş ve 0 ay+3 günde ortalama %0.21 olurken, 3 ay+3 günde %0.44'e yükselmiştir. Raf ömründe uygulamaların etkisi istatistiksel olarak farksız olmuştur (Çizelge 3). Altan ve ark. (2017)'nin 'Bacon' avokado çeşidiyle yaptıkları çalışmada TEA miktarında özellikle muhafazanın 3. ayında artışlar saptanması bulgularımızla benzerlik göstermiştir. Bulgularımızda çok belirgin olmasa da Kader ve ark. (1989) tarafından TEA miktarında meydana gelen kayıpların meyvelerin muhafazasında yüksek CO_2 ve düşük O_2 ile azalabileceği belirtilmiştir. Özdemir ve ark. (2010)'nın

çalışmasında 'Fuerte' avokado çeşidinde muhafaza süresince TEA miktarında düşüşler olması bulgularımızdan farklı bulunmuştur. Benzer düşüşler Doğan ve ark. (2017) tarafından da saptanmıştır.

Muhafaza süresince meyve suyu pH değeri başlangıçta 6.59 iken, muhafaza sonunda 6.60 olmuş, raf ömründe de 0 ay+3 günde ortalama 6.58 iken, 3 ay+3 günde 6.51'e düşmüştür. Muhafaza sırasında MAP+1-MCP uygulamasında en düşük(6.50) değer saptanırken, diğer uygulamalar en yüksek ve istatistiksel olarak birbirlerine benzerdirler. Raf ömründe en yüksek 6.68 ile kontrolde olurken, en düşük 6.54 ile 1-MCP ve 6.58 ile MAP+1-MCP uygulamalarında bulunmuştur (Çizelge 3). Altan ve ark. (2017)'nin 'Bacon' avokado çeşidiyle yaptıkları çalışmada muhafaza sırasında meyve suyu pH değerinde artışlar olurken, en az tartışın 1-MCP uygulamalarında olduğu bildirilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, 'Fuerte' çeşidinde depolama sırasında pH değerinde düşüşler olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2010). Vazquez-Lopez ve ark. (2022)'nin 'Hass' avokado çeşidinin MAP torbalarda muhafazasında meyve suyu pH değerinde başlangıca göre artışlar olmasına rağmen, MAP meyvelerinde kontrole göre fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Muhafaza sırasında yağ içeriği artmış ve başlangıçta ortalama %10.20 iken, 3. ayda %14.40'a yükselmiştir. Raf ömründe yağ içeriğinde artış ve azalmalar olmuş ve 0 ay+3 günde ortalama %10.20 iken, 3 ay+3 günde %14.93'e ulaşmıştır (Çizelge 4). En yüksek yağ içeriği MAP+1-MCP uygulamasında (%12.90), en düşük ise MAP uygulamasında (%11.90) bulunmuştur. Raf ömründe yağ içerikleri de benzer şekilde olmuş ve en yüksek MAP+1-MCP uygulaması (%13.88) olurken, en düşük MAP uygulaması (%12.60) olmuştur (Çizelge 4). Yağ içeriği avokadolarda çeşide göre değişmekte olup, 'Fuerte' ve 'Hass' avokado çeşitlerinde derim geciktirildiğinde %25–30'a yakın olduğu belirtilmiştir (Knight, 2002). Bayram & Demirkol (2003) 'Fuerte' avokado çeşidinde yağ içeriğini %19.70 olarak bildirmişlerdir.

Muhafaza süresince kuru madde miktarı üzerine muhafaza süresinin ve uygulamaların etkileri istatistiksel olarak farksız olmuştur. Raf ömründe kuru madde miktarında artış ve düşüşler olmuş ve 0 ay+3 günde ortalama %25.04 iken, 3 ay+3 günde %27.46 olmuştur (Çizelge 4). Bayram & Demirkol (2003) 'Fuerte' avokado çeşidinde kuru ağırlık miktarını %30.20 olarak bildirmişlerdir. Özdemir ve ark. (2009) 'Fuerte' meyvelerinde kuru ağırlık miktarının TÇS 125. günde %20.50 iken, artışlar göstererek TÇS 245. günde başlangıç değerlerimizin paralelinde %29.45 olduğunu bildirmişlerdir.

Muhafaza sırasında mantarsal bozulma ilk 2 ay olmamış ve 3. ayda %0.83 olarak saptanmıştır. Mantarsal bozulma sadece MAP (%1.10) uygulamasında görülmüştür. Raf ömründe de mantarsal bozulma ilk 2 ay görülmemiş ve 3 ay+3 günde %2.22 olmuştur. MAP uygulaması (%1.67) ve kontrolde (%0.56) mantarsal bozulma saptanırken, 1-MCP ve MAP+1-MCP uygulamalarında saptanmamıştır (Çizelge 4). *Alternaria* spp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp. ve *Rhizopus stolonifer*'in mantarsal bozulmaların nedenleri olduğu yapılan izolasyonlarda saptanmıştır. 'Fuerte' avokado meyvelerinin muhafazasında bulgularımızın paralelinde mantarsal bozulmaya ilk iki ayda rastlanmadığı ama 3. ayda bulgularımızdan fazla olarak %15.56 oranında bozulma olduğu Özdemir ve ark. (2010) tarafından saptanmıştır. 'Fuerte' çeşidinin 28 gün muhafazasında benzer olarak %10.50 oranında çürüme saptamıştır (Huysamer & Mare, 2003). Muhafaza süresi uzadıkça Pesis (2004), Doğan ve ark. (2017) ile Altan ve ark. (2017) tarafından çürümelerde artışlar olduğu belirtilmiştir. 1-MCP uygulamasının portakallarda (Porat ve ark., 1999), papaya, mango, elma ve avokadoda (Hofman ve ark., 2001) ve domateslerde (Diaz ve ark., 2002) yapılan çalışmalarda hastalıkları arttırdığı bildirilmiştir. Kullanılan MAP ambalaj özellikleri ile oransal nem, sıcaklık ve depo atmosferi gibi depo koşulları ve özellikle ve solunum ve MAP'in su geçirgenliğini etkisiyle yüksek oransal nemin oluşmasının çürümelerin artmasında pay sahibi oldukları söylenebilir. 'Pollock' avokadolarında raf ömründe çürük meyve gelişiminin 1-MCP uygulamalarında kontrole göre daha düşük olduğu belirtilmiş ve 1-MCP uygulamasının raf ömründe kimyasallara alternatif olabileceği belirtilmiştir (Daulagala & Daundasekera, 2015).

Çizelge 4. Soğukta muhafaza ve raf ömründe 'Fuerte' avokado çeşidinde yağ ve kuru madde miktarları ile mantarsal nedenlerle bozulan meyve oranlarındaki değişimler

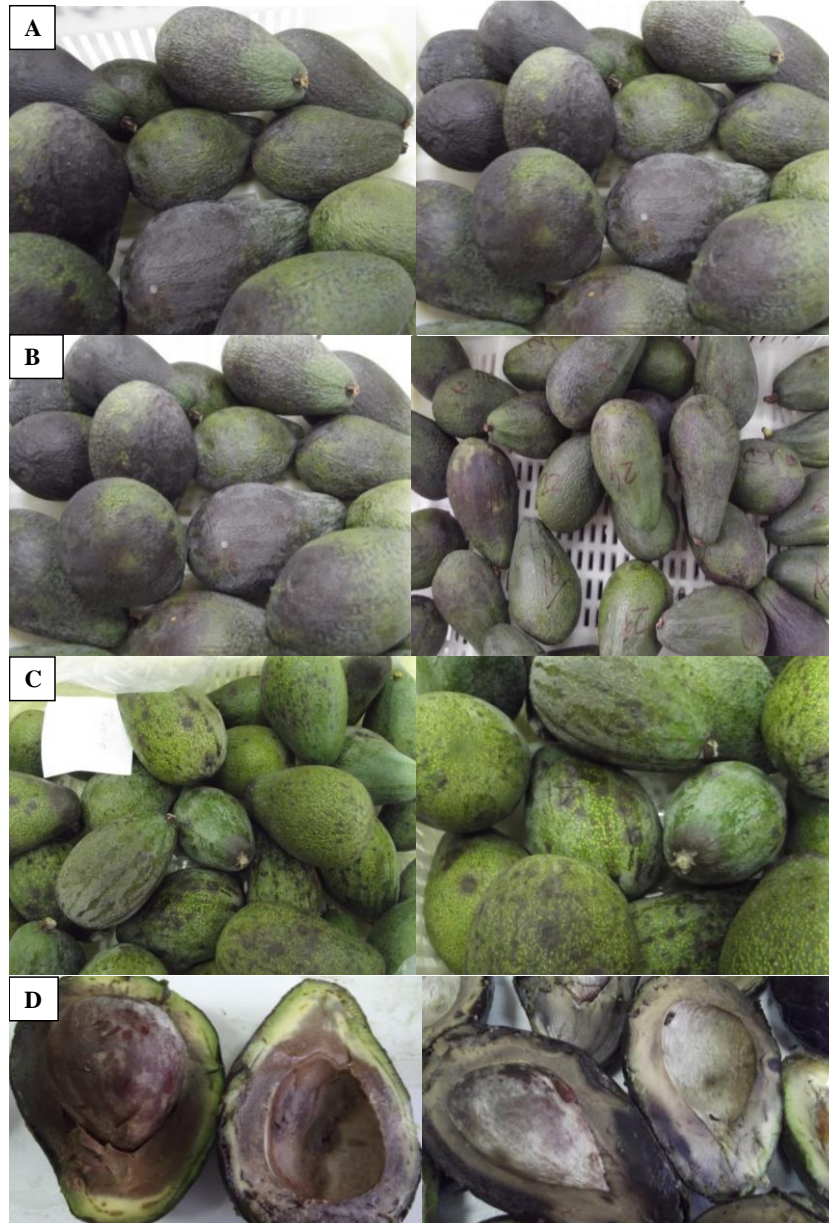
Table 4. Changes in oil and dry matter contents and incidence of fungal decay of 'Fuerte' avocado variety during cold storage and shelf life

| Kalite kriteri | Muhafaza Şekli | Uygulamalar | Muhafaza süresi (Ay) | | | | Uygulama ortalaması |
|---|----------------|---|----------------------|---------|----------|----------|---------------------------------|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| Yağ içeriği (%) | Soğukta | Kontrol | 10.20 | 12.20 | 13.10 | 13.60 | 12.28 c |
| | | 1-MCP | 10.20 | 10.80 | 13.40 | 15.00 | 12.35 b |
| | | MAP | 10.20 | 11.00 | 12.60 | 13.80 | 11.90 d |
| | | MAP+1-MCP | 10.20 | 11.90 | 14.30 | 15.20 | 12.90 a |
| | | Muhafaza ortalaması (D₅ süre: 0.01) | 10.20 d | 11.48 c | 13.35 b | 14.40 a | (D ₅ uygulama: 0.01) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 10.20 | 13.60 | 16.00 | 14.60 | 13.60 b |
| | | 1-MCP | 10.20 | 11.00 | 15.90 | 15.10 | 13.05 c |
| | | MAP | 10.20 | 12.70 | 13.40 | 14.10 | 12.60 d |
| | | MAP+1-MCP | 10.20 | 13.10 | 16.30 | 15.90 | 13.88 a |
| | | Raf ömrü ortalaması (D₅ süre: 0.01) | 10.20 d | 12.60 c | 15.40 a | 14.93 b | (D ₅ uygulama: 0.01) |
| Kuru madde (%) | Soğukta | Kontrol | 26.21 | 27.37 | 27.73 | 30.67 | 27.99 |
| | | 1-MCP | 26.21 | 22.66 | 28.94 | 28.58 | 26.60 |
| | | MAP | 26.21 | 25.05 | 22.39 | 25.04 | 24.67 |
| | | MAP+1-MCP | 26.21 | 25.07 | 27.00 | 26.13 | 26.10 |
| | | Muhafaza ortalaması (D₅ süre: Ö.D.) | 26.21 | 25.04 | 26.51 | 27.60 | (D ₅ uygulama: Ö.D.) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 25.04 | 29.53 | 24.83 | 29.63 | 27.26 a |
| | | 1-MCP | 25.04 | 27.96 | 27.10 | 30.73 | 27.71 a |
| | | MAP | 25.04 | 29.36 | 23.49 | 25.04 | 25.73 a |
| | | MAP+1-MCP | 25.04 | 30.86 | 25.90 | 24.46 | 26.57 a |
| | | Raf ömrü ortalaması (D₅ süre: 2.38) | 25.04 c | 29.43 a | 25.33 bc | 27.46 ab | (D ₅ uygulama: Ö.D.) |
| Mantarsal nedenlerle bozulan meyve miktar (%) | Soğukta | Kontrol | --- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 b |
| | | 1-MCP | --- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 b |
| | | MAP | --- | 0.00 | 0.00 | 3.33 | 1.11 a |
| | | MAP+1-MCP | --- | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 b |
| | | Muhafaza ortalaması (D₅ süre: 0.01) | --- | 0.00 b | 0.00 b | 0.83 a | (D ₅ uygulama: 0.01) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.22 | 0.56 b |
| | | 1-MCP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 c |
| | | MAP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.67 | 1.67 a |
| | | MAP+1-MCP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 c |
| | | Raf ömrü ortalaması (D₅ süre: 0.72) | 0.00 b | 0.00 b | 0.00 b | 2.22 a | (D ₅ uygulama: 0.72) |

*Tukey testi ile ortalamalar karşılaştırılmış olup, istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde aynı harfle gösterilenler benzerdirler. Ö.D.: Önemli değil.

Meyve kabuğunda kahverengileşme, meyve kabuk ve etinde kararma, çöküntü ve yanıklık belirtileri 'Fuerte' avokadolarında muhafaza sırasından görülen en önemli fizyolojik bozulmalar olmuştur (Şekil 2). Muhafaza süresi uzadıkça meyve kabuğunda saptanan fizyolojik bozulmalar artmış ve muhafaza sonunda 1–5 skalasına göre ortalama 3.02'ye ulaşmıştır. Tüketici tarafından kabul edilebilirlik bakımından bu değer 3'ün altında olması gerekir. En fazla fizyolojik bozulma kontrolde (ortalama 2.44) olurken, en az MAP+1-MCP (1.03) uygulamasında olmuştur. Fizyolojik bozulmalar kontrol ve MAP uygulamalarında 3. ayda kabul edilebilir sınırın üzerinde olmuştur. Raf ömründe de fizyolojik bozulmalarda artışlar olmuş ve 3 ay+3 günde 3.11'e yükselmiştir. Kontrolde (2.69) en fazla fizyolojik bozulma saptanırken, en az 1.50 ile MAP ve 1.59 ile MAP+1-MCP uygulamalarında saptanmıştır. Raf

ömrü sonunda soğukta muhafaza sırasındakine benzer bir durum kontrol meyvelerinde görülmüştür (Çizelge 5). Fizyolojik bozulmalar; iklim ve yetiştiricilik sırasındaki kültürel tedbir ve uygulamaların ve depo sıcaklık ve nem gibi koşullarının uygun olmamasından artışlar göstermektedir. Avokadoların muhafazasında fizyolojik bozulmaların görüldüğü ve arttığı yapılan çalışmalarda saptanmıştır (Demirkol & Pekmezci, 1997a; Huysamer & Mare, 2003; Pesis, 2004; Altan ve ark., 2017). Muhafaza sırasında bulgularımızın tersine 'Fuerte' avokado meyvelerinde fizyolojik bozulma görülmediği Özdemir ve ark. (2010) tarafından bildirilmiştir. Demirkol & Pekmezci (1997b; 1999), Lee & Young (1983) ve Dorria ve ark. (2007)'da fizyolojik bozulmaları sadece raf ömründe saptamışlardır.



Şekil 2. Muhafazanın 3. ayında 'Fuerte' avokado çeşidinde görülen fizyolojik bozulmalar; A) Kontrol, B) 1-MCP uygulaması, C) MAP uygulaması meyve kabuğu ve D) MAP uygulaması meyve eti

Figure 2. Fruits with physiological disorder in the 3rd month of storage of 'Fuerte' avocado variety; A) Control fruits, B) 1-MCP treatment, C) MAP treatment in fruit skin and D) MAP treatment in fruit flesh

Meyve etinde saptanan fizyolojik bozulmalar muhafaza sırasında 1-5 skalasına göre artarak 3. ayda ortalama 2.56'ya ulaşmıştır. En fazla 2.00 ile kontrol ve 1.93 ile MAP uygulamasında görülürken, en az 1.03 ile MAP+1-MCP

ve 1.08 ile 1-MCP uygulamalarında görülmüştür. Fizyolojik bozulmalar 3. ayda kontrol ve MAP uygulamalarında kabul edilebilir sınırın üzerine çıkmıştır. Raf ömründe de fizyolojik bozulmalarda artışlar olmuş ve 3 ay+3 gün sonunda 2.33'e yükselmiştir. En fazla 1.98 ile kontrolde ve en az MAP ve MAP+1-MCP uygulamalarında (1.17) saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Soğukta muhafaza ve raf ömrü sırasında 'Fuerte' avokado çeşidinde meyve kabuğu ve etinde saptanan fizyolojik bozulmalardaki değişimler

Table 5. Changes in the physiological disorders of the fruit skin and flesh of 'Fuerte' avocado variety during cold storage and shelf life

| Kalite kriteri | Muhafaza Şekli | Uygulamalar | Muhafaza süresi (Ay) | | | | Uygulama ortalaması |
|--|----------------|---|----------------------|--------|--------|--------|----------------------|
| | | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| Meyve kabuğunda saptanan fizyolojik bozulmalar (1-5) | Soğukta | Kontrol | 1.00 | 1.63 | 2.70 | 4.43 | 2.44 a |
| | | 1-MCP | 1.00 | 1.47 | 2.37 | 2.93 | 1.94 b |
| | | MAP | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 3.63 | 1.66 c |
| | | MAP+1-MCP | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.03 d |
| | | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 0.21) | 1.00 d | 1.28 c | 1.77 b | 3.02 a | (D%5 uygulama: 0.21) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 1.00 | 1.90 | 3.20 | 4.67 | 2.69 a |
| | | 1-MCP | 1.00 | 1.63 | 1.60 | 2.77 | 1.75 b |
| | | MAP | 1.00 | 1.00 | 1.77 | 2.23 | 1.50 c |
| | | MAP+1-MCP | 1.00 | 1.00 | 1.60 | 2.77 | 1.59bc |
| | | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 0.20) | 1.00 d | 1.38 c | 2.04 b | 3.11 a | (D%5 uygulama: 0.20) |
| Meyve etinde saptanan fizyolojik bozulmalar (1-5) | Soğukta | Kontrol | 1.00 | 1.00 | 2.13 | 3.87 | 2.00 a |
| | | 1-MCP | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.23 | 1.08 b |
| | | MAP | 1.00 | 1.00 | 1.73 | 4.00 | 1.93 a |
| | | MAP+1-MCP | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.13 | 1.03 b |
| | | Muhafaza ortalama (D%5 süre: 0.13) | 1.00 c | 1.00 c | 1.49 b | 2.56 a | (D%5 uygulama: 0.13) |
| | Raf ömrü | Kontrol | 1.00 | 1.00 | 2.90 | 3.00 | 1.98 a |
| | | 1-MCP | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.57 | 1.17 c |
| | | MAP | 1.00 | 1.00 | 1.27 | 3.20 | 1.62 b |
| | | MAP+1-MCP | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.57 | 1.17 c |
| | | Raf ömrü ortalama (D%5 süre: 0.10) | 1.00 c | 1.00 c | 1.59 b | 2.33 a | (D%5 uygulama: 0.10) |

*Tukey testi ile ortalamalar karşılaştırılmış olup, istatistiksel olarak $P < 0.05$ önem seviyesinde aynı harfle gösterilenler benzerdirler. Ö.D.: Önemli değil.

Fizyolojik bozulmalar üzerine 1-MCP'nin etkisi tür ve çeşitlerde farklı olabilmektedir. 1-MCP'nin bazı türlerde bozuklukları artırırken, bazılarında azalttığı bildirilmiştir (Şen & Türk, 2008). 1-MCP'nin elmalarda depo yanıklığını (Fan ve ark., 1999b), marulda (Fan & Mattheis, 2000) ve narlarda (Defilippi ve ark., 2006) benek oluşumunu, eriklerde iç yumuşamasını (Menniti ve ark., 2006) ve avokadolarda meyve etinde kahverengileşmeyi (Herskovitz ve ark., 2005) azalttığı bildirilmiştir. Doğrudan ve/veya dolaylı olarak etilenin fizyolojik bozukluklara etkisinin azaltılmasının/kaldırılmasının 1-MCP uygulamasıyla sağlandığı değerlendirilmektedir (Şen & Türk, 2008). Avokadolarda muhafaza sırasında 1-MCP uygulamalarının meyve kabuğunda fizyolojik bozulmaları, üşüme zararını ve meyve etinde kahverengileşmeyi azalttığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Woolf ve ark., 2005; Herskovitz ve ark., 2005; 2009; Altan ve ark., 2017). Bulgularımız, muhafaza ve raf ömrü sırasında meyve etinde saptanan fizyolojik bozulmalarda 1-MCP uygulamaları ile diğer uygulamalar arasındaki farkı belirgin olarak göstermiştir. Sonuç olarak bulgularımıza göre, 6 °C'de ve %85–90 oransal nemde kaliteli olarak 'Fuerte' çeşidi avokado kontrol meyvelerinin 2 aya kadar muhafaza edilebileceği saptanmıştır. Sadece 1-MCP uygulaması veya MAP ile muhafaza

edildiğinde meyvelerin 2 ay depolanabileceği belirlenmiştir. Avokadoların MAP+1-MCP uygulamasında ise 3 ay başarıyla muhafaza edilebileceği saptanmıştır (Şekil 3). MAP uygulaması avokado muhafazasında ağırlık kayıplarının azaltılmasında başarılı bulunmuştur. Meyve kabuk ve etindeki fizyolojik bozulmaların azaltılması için 1-MCP uygulaması yapılmalıdır. Ancak, sonuçlarımız, başarılı ve uzun süreli bir depolama ve/veya taşıma için MAP+1-MCP uygulamasının yapılmasının avokadoların ticari ömrünü uzatmak için pratik bir yol sunacağını göstermektedir.



Şekil 3. 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinin muhafazanın 3. ayındaki görünüşleri; A) Kontrol, B) 1-MCP uygulaması, C) MAP uygulaması ve D) MAP+1-MCP uygulaması

Figure 3. The appearance of the 'Fuerte' avocado variety fruits in the 3rd month of storage; A) Control, B) 1-MCP treatment, C) MAP treatment and D) MAP+1-MCP treatment

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (Proje No: 11240) tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, meyvelerin sağlandığı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi TAUM Müdürlüğüne ve Prof.Dr. Mustafa KAPLANKIRAN'a, Prof.Dr. Elif ÇANDIR'a, Prof.Dr. Celil TOPLU'ya, Xtend® MAP ambalajı için StePac Amb.

Malz. San ve Tic. A.Ş.'ne ve Prof.Dr. Okan ÖZKAYA ile 1-MCP (Smartfresh™)'yi sağladığı ve uyguladığı için Savaş YILDIRIM'a teşekkür ederler.

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

- Abdi, N., McGlasson, W.B., Holford, P., Williams, M., & Mizrahi, Y. (1998). Response of climacteric and suppressed climacteric plums to treatment with propylene and 1-Methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 14, 29-39. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00031-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00031-3)
- Altan, H., Alkan, S., Yılmaz, S., Özdemir, A.E., Toplu, C., Duman, C., & Ünlü, M. (2017). Bazı uygulamaların Bacon avokado çeşidinin modifiye atmosferde muhafazasına etkileri. *Derim*, 34 (1), 11-22. <https://doi.org/10.16882/derim.2017.305244>
- Bayram, S., & Demirkol, A. (2003). Antalya koşullarında yetiştirilen bazı avokado çeşitlerinin meyve özelliklerinin saptanması üzerine araştırmalar. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Antalya, 95-98.
- Benitez, J., Sanchez, A., Bolanos, C., Bernal, L., Ochoa-Martinez, C., Velez, C., & Sandoval, A. (2021). Physicochemical changes of avocado hass during cold storage and accelerated ripening. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19 (2), 41-56. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1490>
- Berger, S., Luza, J., & Peralta, L. (1982). Storage of Fuerte and Hass avocados. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 22, 30-39.
- Blankenship, S.M., & Dole, J.M. (2003). 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (1), 1-25. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00246-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00246-6)
- Daulagala, C.H., & Daundasekera, W.A.M. (2015). Effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on postharvest quality and antifungal activity of avocado cv. 'Pollock' under tropical storage conditions. *Ceylon Journal of Science*, 44 (2), 75-83. <http://dx.doi.org/10.4038/cjsbs.v44i2.7352>
- DeEll, J.R., Murr, D.P., Porteous, M.D., & Rupasinghe, H.P.V. (2002). Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24 (3), 349-353. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00136-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00136-3)
- Defilippi, B.G., Whitaker, B.D., Hess-Pierce, B.M., & Kader, A.A. (2006). Development and control of scald on wonderful pomegranates during long-term storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41 (3), 234-243. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.04.006>
- Defilippi, B.G., Ejsmentewicz, T., Covarrubias, M.P., Gudenschwager, O., & Campos-Vargas, R. (2018). Changes in cell wall pectins and their relation to postharvest mesocarp softening of "Hass" avocados (*Persea americana* Mill.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 128, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.05.018>

- Demirkol, A., & Pekmezci, M. (1997a). Antalya koşullarında üretilen Bacon avokado çeşidinin soğukta, modifiye atmosferde ve kontrollü atmosferde muhafazası üzerine araştırmalar. *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Yalova, 135-144.
- Demirkol, A., & Pekmezci, M. (1997b). Zutano avokado çeşidinin soğukta muhafazası üzerinde bir araştırma. *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 303-310.
- Demirkol, A., & Pekmezci, M. (1999). Antalya koşullarında üretilen Fuerte avokado çeşidinin soğukta ve modifiye atmosferde (MA) muhafazası üzerinde bir araştırma. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Ankara, 132-135.
- Diaz, J., Ten Have, A., & Van Kan, J.A.L. (2002). The role of ethylene and wound signaling in resistance of tomato to *Botrytis cinerea*. *Plant Physiology*, 129 (3), 1341-1351. <https://doi.org/10.1104/pp.001453>
- Doğan, A., Kurubaş, M.S., & Erkan, M. (2017). Farklı dozlarda 1-Metilsiklopropen (1-MCP) uygulamalarının 'Hass' avokado çeşidinin depolanması üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (2), 71-78.
- Dong, L., Lurie, S., & Zhou, H.W. (2002). Effect of 1-Methylcyclopropene on ripening of Canino apricots and Royal Zee plums. *Postharvest Biology and Technology*, 24 (2), 135-145. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00130-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00130-2)
- Dorria, M.A., Fayek, M.A., Abd El, M., Abu-Aziz, B., & Aml, R.Y. (2007). Postharvest storage of Hass and Fuerte avocados under modified atmosphere conditions. *Journal of Applied Science Research*, 3 (4), 267-274.
- Fan, X., Blankenship, S.M., & Mattheis, J.P. (1999a). 1-MCP inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124, 690-695.
- Fan, X., Mattheis, J.P., & Blankenship, S.M. (1999b). Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by 1-MCP. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (8), 3063-3068. <https://doi.org/10.1021/jf981176b>
- Fan, X., & Mattheis, J.P. (2000). Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-MCP. *HortScience*, 35 (5), 885-887. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.5.885>
- Feng, X., Apelbaum, A., Sisler, E.C., & Goren, R. (2000). Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-Methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 20 (2), 143-150. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00126-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00126-5)
- Feygenberg, O., Hershkovitz, V., Ben-Arie, R., Jacob, S., Pesis, E., & Nikitenko, T. (2005). Postharvest use of organic coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. *Acta Horticulturae*, 682, 1057-1061. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.138>
- Flitsanov, U., Mizrach, A., Liberzon, A., Akerman, M., & Zauberman, G. (2000). Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biology and Technology*, 20 (3), 279-286. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00138-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00138-1)
- Forero, M.P. (2007). Storage life enhancement of avocado fruits. (Master Science, McGill University, Canada), <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/np193c650>
- Hershkovitz, V., Saguy, S.I., & Pesis, E. (2005). Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 37 (3), 252-264. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.05.003>
- Hershkovitz, V., Friedman, H., Goldschmidt, E.E., & Pesis, E. (2009). The role of the embryo and ethylene in avocado fruit mesocarp discoloration. *Journal of Experimental Botany*, 60 (3), 791-799. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern328>
- Hofman, P.J., Jobin-Décor, M., Meiburg, G.F., Macnish, A.J., & Joyce, D.C. (2001). Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-MCP. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41 (4), 567-572. <https://doi.org/10.1071/EA00152>

- Huysamer, M., & Mare, L. (2003). The effect of relative humidity and ethylene scrubbing on Fuerte and Hass avocado fruit quality. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 26 (96), 98-105.
- Jeong, J., Huber, D.J., & Sargent, S.A. (2002). Influence of 1-MCP on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 25 (3), 241-364. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00184-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00184-3)
- Jeong, J., Huber, D.J., & Sargent, S.A. (2003). Delay of avocado (*Persea americana*) fruit by 1-Methylcyclopropene and wax treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (2), 247-257. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00176-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00176-X)
- Kader, A.A., Zagory, D., Kerbel, E.L., & Wang, C.Y. (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28 (1), 1-30. <https://doi.org/10.1080/10408398909527490>
- Kader, A.A., & Arpaia, M.L. (1999). *Avocado: Recommendations for maintaining postharvest quality*. Postharvest technology research and information center. https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=8&ds=798
- Knight, Jr.R.J. (2002). History, Distribution and Uses. In: Whiley, A.W. Schaffer, B. Wolstenholme, B.N. (Eds) *The Avocado: Botany, Production and Uses; Cabi Publishing*, 1, 10.
- Lee, S.K. (1981). Methods for percent oil analysis of avocado fruit. *California Avoc. Soc. Yearbook*, 65, 133-141.
- Lee, S.K., & Coggins, Jr.C.W. (1982). Dry weight method for determination of avocado fruit maturity. *California Avocado Society Yearbook*, 66, 67-70.
- Lee, S.K., & Young, R.E. (1983). Growth measurement as an indication of avocado fruit maturity. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108 (3), 395-397.
- Lee, S.K., Young, R.E., Schiffman, P.M., & Coggins, Jr.C.W. (1983). Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108 (3), 390-394.
- Maftoonazad, N., & Ramaswamy, H.S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT - Food Science and Technology*, 38 (6), 617-624. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.007>
- Martinez-Hernandez, G.B., Artés-Hernández, F., Gómez, P.A., & Artés, F. (2013). Comparative behaviour between kailan-hybrid and conventional fresh-cut broccoli throughout shelf-life. *LWT- Food Science and Technology*, 50 (1), 298-305. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.010>
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective colour measurement. *HortScience*, 27, 1254-1255.
- Meir, S., Naiman, D., Hyman, J.Y., Akerman, M., Zauberman, G., & Fuchs, Y. (1998). Modified atmosphere packaging enables prolonged of 'Fuerte' avocado fruit. *Acta Horticulturae*, 464, 397-404. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.464.61>
- Menniti, A.M., Donati, I., & Gregori, R. (2006). Responses of 1-MCP application in plums stored under air and controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 39 (3), 429-433. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.11.007>
- Meyer, M.D., & Terry, L.A. (2010). Fatty acid and sugar composition of avocado, cv. Hass, in response to treatment with an ethylene scavenger or 1-Methylcyclopropene to extend storage life. *Food Chemistry*, 121 (4), 1203-1210. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.005>
- Mizrach, A., Flitsanov, U., Akerman, M., & Zauberman, G. (2000). Monitoring avocado softening in low-temperature storage using ultrasonic measurements. *Computers and Electronics in Agriculture*, 26 (2), 199-207. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(00\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(00)00072-7)
- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirkeser, T.H., & Yıldız, E. (2009). The effects of physical and chemical changes on the optimum harvest maturity in some avocado cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8 (9), 1878-1886.

- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirköser, T.H., & Yıldız, E. (2010). Hatay Dörtüyl koşullarında yetiştirilen Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinin soğukta muhafaza performansı. *Alatırım*, 9 (1), 1-7.
- Özkaya, O., & Dündar, Ö. (2007). 1-Methylcyclopropene ve meyve kalitesi. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Erzurum, 478-480.
- Pesis, E. (2004). Use of organic coating for maintaining fruit quality of organic avocado and mango. *Proc. 5th Int. Postharvest Symp. volume of abstracts*, Verona, Italy, 87.
- Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Arie, R., Feygenberg, O., Feng, X., Apelbaum, A., Goren, R., & Prusky, D. (2002). Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 24 (2), 171-181. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00134-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00134-X)
- Porat, R., Weiss, B., Cohen, L., Daus, A., Goren, R., & Droby, S. (1999). Effects of ethylene and 1-MCP on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 15 (2), 155-163. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00079-9)
- Rosaj-Graü, M.A., Sobrino-Lopez, A., Tapia, S.A., & Martin-Belloso, O. (2006). Browning inhibition in fresh-cut 'Fuji' apple slices by natural antibrowning agents. *Journal Food and Science*, 71 (1), 59-65. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb12407.x>
- Russo, V.C., Daiuto, E.R., Vietes, R.L., & Smith, R.E. (2014). Postharvest parameters of the 'Fuerte' avocado when refrigerated in different modified atmospheres. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38 (4), 2006-2013. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12177>
- Sadler, G.O. (1994). *Titratable acidity*, In: *Introduction to the Chemical Analysis of Foods* (Ed. Nielsen SS), Jones and Berlett Publishers, Borton, USA, 81-91.
- Şen, F., & Türk, E.F. (2008). Bahçe ürünlerde 1-Metilsiklopropen (1-MCP) kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45 (3), 221-228.
- Tian, M.S., Prakash, S., Elgar, H.J., Young, H., Burmeister, D.M., & Ross, G.S. (2000). Responses of strawberry fruit to 1-MCP and ethylene. *Plant Growth Regulation*, 32, 83-90.
- Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirköser, T.H., Yıldız, E., & Temiz, S. (2003). Bazı avokado çeşitlerinin Hatay-Dörtüyl koşullarında gösterdikleri pomolojik özellikler. *IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Antalya, 185-187.
- Vazquez-Lopez, Y., Iribe-Salazar, R., Carrasco-Escalante, M., Gaxiola-Camacho, S., & Caro-Corrales, J. (2022). Quality variables of 'Hass' avocado stored in modified atmosphere packaging. *Agrociencia*, 1-12. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i4.2460>
- Woolf, A.B., Requejo-Tapia, C., Cox, K.A., Jackman, R.C., Gunson, A., Arpaia, M.L., & White, A. (2005). 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. *Postharvest Biology and Technology*, 35 (1), 43-60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.07.009>
- Zauberman, G., & Jobin-Decor, M.P. (1995). Avocado (*Persea americana* Mill.) quality changes in response to low-temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*, 5 (3), 235-243. [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)00027-P](https://doi.org/10.1016/0925-5214(94)00027-P)

Çayır tırtılı, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Crambidae)'in yeni yayılış alanları ve teşhis karakterleri

New distribution areas and identification characters of *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Crambidae)

Gülay KAÇAR^{1,*}, Erol ATAY², A. Sami KOCA¹, Burhan ŞAHİN³

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hatay, Türkiye.

³Düzce İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü, Düzce, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 24.08.2022 Accepted / Kabul: 09.12.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Loxostege sticticalis</i> Dağılımı İlk kayıt Tanımı Zarar</p> <p>Keywords: <i>Loxostege sticticalis</i> Distribution First record Identification Damage</p> <p>*Corresponding author/Sorumlu yazar: Gülay KAÇAR gulaykacar@ibu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Bu çalışmada, bu bölgede <i>Loxostege sticticalis</i>'in yayılış alanı, yoğunluğu ve zararı belirlenmiştir. Ayrıca erkek ve dişilerin karakteristik özellikleri ve teşhis karakterleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Çalışmamız laboratuvar ve arazi çalışmaları şeklinde yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Düzce ve Bolu'dan örneklemeler yapılmıştır. Örneklemelerde ışık tuzağı, atrap ve gözle kontrol yöntemleri kullanılarak zararlının ergin yoğunluğu belirlenmiştir. Göç eden <i>L. sticticalis</i> erginleri Bolu, Düzce, Kocaeli, İstanbul ve Sakarya illerinde çalimsı ve otsu bitkilerde gruplar halinde tespit edilmiştir. İlk dölün erginleri, haziran ayının son haftası ile temmuz ayının ilk yarısında, ikinci dölde ise ağustos ayı başı ile ortasına kadar uçuşlarını sürdürmüştür. Ergin yoğunlukları Temmuz ayında; İstanbul'da 7-15 adet m⁻², Kocaeli'de 7-8 adet m⁻², Sakarya'da 10 adet m⁻², Düzce'de 10-50 adet m⁻² ve Bolu'da 5-10 adet m⁻² bulunmuştur. <i>Loxostege sticticalis</i>, ilk dölde bölgede oldukça yoğun bir şekilde görülmesine karşın ikinci dölde yoğunluğu oldukça azalmıştır. Zararlı yoğunluğu oldukça fazla olmasına karşın survey yapılan alanlarda ciddi epidemi meydana getirmemiştir. <i>Loxostege sticticalis</i>; Bolu, Kocaeli ve Sakarya illerinde ilk kez tespit edilerek zararlının teşhis özellikleri ile birlikte bölgede yayılış alanları ve yoğunlukları tespit edilmiştir. Bu çalışma daha sonra yürütülecek çalışmalara altyapı oluşturarak ve mücadele programlarının oluşturulmasına katkıda bulunacaktır.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, the distribution area, density, and damage of <i>Loxostege sticticalis</i> were determined in this area. In addition, information about the characteristics and identification characters of the male and female is given. The study was conducted in the laboratory and field studies. In field studies, samples were taken from İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Düzce and Bolu. The adult density was determined using light traps, sweep-net, and visual control methods. Migratory adults of <i>L. sticticalis</i> were detected on shrubs and herbaceous plants in Bolu, Düzce, Kocaeli, İstanbul, and Sakarya provinces. The adults of the first generation flight from the last week of June to the first half of July, and the second generation was seen from the beginning to the middle of August. Adult densities were found in İstanbul 7-15 adult m⁻², Kocaeli 7-8 adult m⁻², Sakarya 10 adult m⁻², Düzce 10-50 adult m⁻², and Bolu 5-10 adult m⁻² in July. Although the first generation of <i>L. sticticalis</i> was seen quite intensely in the region, the second generation considerably decreased. Despite its high density, serious epidemics were caused by this pest in surveyed areas (except for two locations). <i>Loxostege sticticalis</i> was detected first in Bolu, Kocaeli, and Sakarya provinces, and number and distribution areas were determined with the identification characteristics of the pest. This study will form a basis for future studies and contribute to be the control programs.</p> |
| <p>Cite/Atıf</p> | <p>Kaçar, G., Atay, E., Koca, A.S., & Şahin, B. (2023). Çayır tırtılı, <i>Loxostege sticticalis</i> L. (Lepidoptera: Crambidae)'in yeni yayılış alanları ve teşhis karakterleri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 153-165. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1166242</p> |

GİRİŞ

Loxostege sticticalis (Crambidae) ilk kez Carl Linnaeus tarafından 1761 yılında bilimsel olarak tanımlanmış bir güvedir. Dünya’da *L. sticticalis* Asya, Avrupa, Kuzey Amerika ve Arap yarımadası’nda geniş bir alanda yayıldığı kaydedilmiştir (Hampson, 1899; Falkovich & Martin, 1999; Kuznetsova & Chumakov, 2008). Avrupa’da Avusturya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Moldova, Polonya, Rusya, Romanya, Slovakya, Türkiye, Ukrayna ve eski Yugoslavya (Kuznetsova & Chumakov, 2008; Hornovska ve ark., 2019), Asya’da kuzeydoğu Çin, Moğolistan, Kazakistan, Rusya’nın Asya ve Avrupa tepelerinde ve Moğolistan’da yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Kozhanchikov, 1941; Shurovenkov & Alekhin, 1984; Frolov ve ark., 2000; Smirnova, 2000; Frolov ve ark., 2008; Xiao ve ark., 2008; Frolov ve ark., 2010; Kuznetsova & Chumakov, 2008). Ülkemizde *Loxostege* cinsine ait 10 adet tür bilinmektedir. *Loxostege sticticalis* ülkemizde Amasya, Antalya, Balıkesir, Bitlis, Bursa, Çanakkale, Düzce İstanbul, Kırklareli, Konya, Malatya ve Kahramanmaraş illerinde dağılım göstermektedir (Koçak & Kemal, 2009; 2018; Öztemiz & Ciner, 2022). *Loxostege sticticalis* ülkeler arası uzun mesafelerde göçler meydana getirebilme yeteneğinde olan bir türdür (Shurovenkov & Alekhin, 1984; Frolov ve ark., 2000; Smirnova, 2000). Zararlıının kökeninin kurak bölgeler olmasına karşın, erginlerinin hava hareketleriyle atmosferi düşük alanlara süreklediği, buraların dışının yumurta olgunlaşma ve larvaların beslenmesi açısından uygun olduğu bildirilmiştir (Znamenskii, 1932). *Loxostege sticticalis* erginleri geceleri göç etmekle birlikte kalkış ve iniş için zaman noktaları sırasıyla gün batımı ve gün doğumu olduğu tespit edilmiştir (Chen ve ark., 1992; Feng ve ark., 2004). *Loxostege sticticalis* erginlerinin rüzgar yönünde uçtuğu (Chen ve ark., 1992), uçuş hızlarının 12 saatte 2.5–4.6 km h⁻¹ gerçekleştiği belirlenmiştir (Luo & Li, 1992). Ayrıca erginlerin 400 m yükseklikten 1.670 m’ye kadar uçabildiği, düz arazilerde 200-650 m’de göç ettikleri bildirilmiştir (Sun & Gao, 2004).

Loxostege sticticalis popülasyonlarının epidemiyolojisinde göçlerin etkili olduğu kaydedilmiştir (Xiao ve ark., 2004; 2008). Akhanev ve ark. (2013) zararlıının Güneydoğu Rusya ve kuzeydoğu Çin’de düzenli olarak epidemiyolojiye neden olduğunu bildirmişlerdir. Kuzeydoğu Çin’de erginlerin genellikle haziran ayının ilk yarısında olmakla birlikte, bazı yıllar ikinci yarısında da epidemiyoloji yaptıği belirlenmiştir. Ayrıca, *L. sticticalis*’in ikinci döldeki epidemisinin küresel ısınmadan kaynaklandığı bildirilmiştir (Xiao ve ark., 2008). Tahıllar, yağlı tohumlar, baklagiller, lifli bitkiler ve sebzeler olmak üzere yaklaşık 200 adet bitki türünde beslenen zararlıının (Alekhin & Kuznetsova, 2003), tarımsal alanlarda ciddi zarara neden olduğu, özellikle soya fasülyesi, şeker pancarı, yonca ve ayçiçeğinde önemli ekonomik kayıplara sebep olduğu kaydedilmiştir (Feng ve ark., 2004; Xiao ve ark., 2008).

Zararlı bir dölünü kümülatif sıcaklık olarak 531.2 °C gün⁻¹’de tamamladığı tespit edilmiştir (Luo & Li, 1992). Bu sıcaklıklara göre Hailaer (Çin)’de 1.4 döl verdiği belirlenmiştir (Luo ve Li, 1993). Yapılan çalışmalarda *L. sticticalis*’in Ukrayna’da (kuzeybatı hariç) yılda 3 döl (Hornovska ve ark., 2019), Montana (Amerika)’da 2 döl (Pepper & Hastings, 1941) ve kuzeydoğu Çin’de yıllık 2-3 döl verdiği kaydedilmiştir (Luo & Li, 1992; Luo & Qu, 2005). Zararlıının toplam 3 döl verdiğini, kışlayan pupalardan çıkan erginlerin 13 ile 31 Mayıs, ilk dölün erginleri yıllara göre 29 Haziran-20 Temmuz’da, ikinci döl ise Ağustos-Eylül arasında görüldüğü ve beş dönem geçiren larvaların pupa olarak kışladığı bildirilmiştir (Frolov ve ark., 2008). Ayrıca zararlıının kışı olgun larva döneminde diyapozda geçirdiği kaydedilmiştir (Pepper, 1938; Pepper & Hastings, 1941; Knor ve ark., 1993, Luo, 2004, Huang ve ark., 2009; Luo ve ark., 2009; Akhanev ve ark., 2013). Bu zararlıının dağılımına etki eden faktörlerin yeterince bilinmediği (Akhanev ve ark., 2013), ancak sıcaklık ve yağışların zararlıının erginlerinin dağılımını ve üretimini sınırlandırdığını bildirilmiştir (Pepper, 1938).

Bu çalışmada Batı Karadeniz ve Doğu Marmara bölgesinde ilk defa tespit edilen *L. sticticalis*’in yayılış alanı, yoğunluğu ve zararı belirlenmiştir. Ayrıca zararlıının karakteristik özellikleri ile zararlıının erkek ve dişilerinin teşhis karakterleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında İstanbul (Başakşehir ve Silivri), Kocaeli (İzmit), Sakarya (Hendek, Akyazı, Taraklı ve Erenler), Düzce (Merkez, Çilimli ve Gümüşova) ve Bolu (Merkez/Karaköy, Karaçayır ve Kuruçay Mahalleleri)'dan 2022 yılında örneklemeler yapılmıştır (Çizelge 1). Örneklemelerde ışık tuzağı (üç lokasyon), atrap ve gözle kontrol yöntemleri kullanılarak zararlının ergin yoğunluğu belirlenmiştir. Güneş enerjili ışık kaynağı bulunan ışık tuzakları Düzce ve Sakarya illerinde üçer adet olmak üzere bazı mısır tarlalarına yerleştirilmiştir. Işık kaynağı olarak mavi uv şerit led (60 led m⁻¹, 3 çipli) kullanılmıştır. Işık tuzakları, arazilerde ışığı yayacak bir konumda araziye temsil edecek şekilde, bitki boyuna göre ayarlanabilen özel yapım direkler üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 1). Tuzaklarda kelekleri öldürmek amacıyla etil asetat kullanılmıştır. Atrap ile örneklemeye yönteminde ise 100 adım atılarak 100 atrap sallanmıştır (Şekil 1). Ayrıca gözle inceleme yönteminde 50 adımda (her adım yaklaşık 70 cm boyu ve 1 m en) m²'ye düşen ergin yoğunluğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Örneklemeye yapılan lokasyonlara ait konum bilgileri

Table 1. The geographical information of the sampling areas

| İl | İlçe | Mahalle | Koordinatlar | Yöntem |
|----------|------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Bolu | Merkez | Karaçayır | 40° 43' 32.7" N / 31° 36' 20.7" E | Atrap ve Gözle Kontrol |
| Bolu | Merkez | Karaköy | 40° 42' 51.7" N / 31° 31' 07.4" E | Atrap ve Gözle Kontrol |
| Bolu | Merkez | Kuruçay | 40° 44' 14.3" N / 31° 38' 37.5" E | Gözle Kontrol |
| Düzce | Merkez | Kültür | 40° 50' 37.7" N / 31° 08' 53.5" E | Atrap ve Gözle Kontrol |
| Düzce | Merkez | Paşakonağı | 40° 48' 50.8" N / 31° 04' 22.6" E | Işık Tuzağı ve Gözle Kontrol |
| Düzce | Merkez | Çerkez Taşköprü | 40° 51' 39.1" N / 31° 06' 59.9" E | Atrap ve Gözle Kontrol |
| Düzce | Çilimli | Alacamescit | 40° 51' 31.4" N / 31° 05' 39.5" E | Gözle Kontrol |
| Düzce | Gümüşova | Selamlar | 40° 51' 14.3" N / 30° 57' 39.5" E | Gözle Kontrol |
| İstanbul | Başakşehir | Kayabaşı | 41° 07' 11.6" N / 28° 46' 45.0" E | Gözle Kontrol |
| İstanbul | Silivri | Büyükçavuşlu | 41° 14' 03.5" N / 28° 03' 46.8" E | Gözle Kontrol |
| Kocaeli | İzmit | Kozluk | 40° 45' 35.4" N / 29° 54' 25.6" E | Gözle Kontrol |
| Sakarya | Hendek | Kargalıhanbaba | 40° 46' 0.2" N / 30° 37' 31.3" E | Gözle Kontrol |
| Sakarya | Akyazı | Vakıf | 40° 43' 37.4" N / 30° 36' 29.8" E | Işık Tuzağı ve Gözle Kontrol |
| Sakarya | Erenler | Hasanbey | 40° 44' 52.2" N / 30° 30' 07.8" E | Işık Tuzağı ve Gözle Kontrol |
| Sakarya | Taraklı | Çamtepe | 40° 21' 05.4" N / 30° 28' 41.5" E | Gözle Kontrol |



Şekil 1. *Loxostege sticticalis* erginlerini yakalamak amacıyla kullanılan ışık tuzakları ve atrapla örneklemeye yöntemi

Figure 1. Light traps and sweep net method for *Loxostege sticticalis* adults

Laboratuvar çalışmaları

Araziden toplanarak laboratuvara getirilen dişi ve erkek bireyler kültüre alınarak üretim çalışmalarına başlanılmıştır. Dişiler üretim kafeslerinde çiftleştirilerek şeffaf plastik kartlara yumurta bırakmaları sağlanmış ve elde edilen yumurtalardan çıkış yapan larvalara bazı doğal konukçular (taze yonca, mısır, çim, buğday vb.) ve bazı lepidopter türlerinde kullanılan yapay besinler (Southland Products Inc, USA) verilerek üretimleri sürdürülmüştür (Şekil 2). Böylelikle ergin öncesi dönemlere (yumurta ve larva) ait karakterler belirlenmiştir.



Şekil 2. *Loxostege sticticalis*'in laboratuvarında üretim çalışmalarından görüntüler
Figure 2. Images of the rearing studies of *Loxostege sticticalis* in the laboratory

Zararlının erkek ve dişi karakterlerini belirlemek amacıyla araziden toplanan kelebek örnekleri kullanılmıştır. Bu kelebekler bir numaralı kelebek iğnesi ile iğnelenerek ön ve arka kanatları gerilmiştir. Erkek ve dişi bireylere ait genital organlar ile ön ve arka kanat damarları incelemek için preparatları Atay (2006)'a göre yapılmıştır. Müze materyali haline getirilen kelebek örnekleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Biyoloji Bölümü Zooloji Laboratuvarında muhafaza edilmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Arazi çalışmaları

Loxostege sticticalis'in bölgedeki yayılış alanları ve yoğunlukları Çizelge 2'de verilmiştir. *Loxostege sticticalis*'in ilk ergin uçuşları tüm illerde haziran ayının sonu ile temmuz ayının başında görülmüştür. Zararlıya ait erginlerin Bolu, Düzce, Kocaeli, İstanbul ve Sakarya illerinde çalimsı ve otsu bitkilerde gruplar halinde bulunduğu tespit edilmiş olup, zararlının Bolu, Kocaeli ve Sakarya illerindeki varlığı ilk defa belirlenmiştir.

İlk döl erginleri tüm illerde haziran ayının son haftası ile temmuz ayının ilk yarısında, ikinci dölün erginleri ise ağustos ayının başından ortalarına kadar uçuşlarını sürdürmüştür. Ergin yoğunlukları İstanbul'da ilk döl için 7-15 adet m⁻², Kocaeli'de 7-8 adet m⁻², Sakarya'da 10 adet m⁻², Düzce'de 10-50 adet m⁻² ve Bolu'da 5-10 adet m⁻² bulunmuştur (Çizelge 2). Işık tuzaklarında; Paşakonağı (Merkez/Düzce) lokasyonunda 3 adet, Sakarya ilinde Vakıf (Akyazı) lokasyonunda 8 adet ve Hasanbey (Erenler) lokasyonunda ise 50 adet ergin tespit edilmiştir.

Arazilerde yapılan gözlemlere göre ikinci dölde zararlının yoğunluğunda ilk dölle oranla azalma olduğu belirlenmiştir. Zararlının ilk dölünde en fazla ergin yoğunluğu Düzce ili Merkez ilçesinde tespit edilmiştir (50 adet m⁻²). Işık tuzaklarında ise en fazla kelebek Sakarya'nın Erenler ilçesinde yakalanmıştır. Zararlının ikinci dölünde ise ışık tuzaklarında bir lokasyonda 1 adet ergin yakalanmıştır. En fazla yoğunluk ise 5-6 adet ile Düzce'nin Merkez ilçesinde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Loxostege sticticalis*'in birinci ve ikinci dölde farklı yöntemlerle yakalanan ergin yoğunlukları

Table 2. Density of the first and second progeny of *Loxostege sticticalis* at some locations

| Lokasyon | Birinci Döl | | | İkinci Döl | | |
|---------------------|----------------|-------|-------------|----------------|-------|-------------|
| | m ² | Atrap | Işık Tuzağı | m ² | Atrap | Işık Tuzağı |
| Bolu/ Merkez | 10 | 7-8 | | 4-5 | 1 | |
| Düzce/ Merkez | 50 | 10 | 3 | 5-6 | 1 | |
| Düzce/Çilimli | 20 | | | | | |
| Düzce/Gümüşova | 10 | | | | | |
| İstanbul/Başakşehir | 7-8 | | | | | |
| İstanbul/ Silivri | 12-15 | | | | | |
| Kocaeli/İzmit | 7-8 | | | | | |
| Sakarya/Hendek | 10 | | | | | |
| Sakarya/Akyazı | 10 | | 8 | | | |
| Sakarya/Erenler | 10 | | 50 | | | 1 |
| Sakarya/Taraklı | 15 | | | | | |

*İkinci dölde örneklemeler sadece Bolu, Düzce ve Sakarya illerinde yapılmıştır.

Loxostege sticticalis'in göç ederek önemli salgınlara neden olan bir tür olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Xiao ve ark., 2008). Zararlının popülasyonlarının epidemi oluşturmasında göçlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Xiao ve ark., 2004; 2008). Znamenskii (1932), türün kökeninin kurak bölgeler olmasına karşın, hava hareketleriyle atmosferi düşük alanlara süreklediğini, buralarda dişinin yumurta olgunlaşması ve larvaların beslenmesi açısından uygun koşulların bulunması halinde popülasyonlarını arttırdığını bildirmiştir. Xiao ve ark. (2008), *L. sticticalis*'in Çin'de ikinci dölde epidemi yaptığını ve bunun nedeninin küresel ısınmadan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Akhaneaev ve ark. (2013) ise bu zararlının dağılımı ile ilgili faktörlerin yeterince bilinmediğini ifade etmişlerdir. Chen ve ark. (2016) ise yaptıkları çalışmada *L. sticticalis*'in Çin'deki son üç salgın dönemini incelemişler ve toprak neminin azalması ve bitki fenolojinin uygun olmaması nedeniyle zararlının uzun mesafeli göç etmesine yol açtığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, söz konusu zararlı gibi göçmen türlerin kışlama habitat koşullarının bozulmasının zararlının göç faaliyetlerini kolaylaştıracağını bildirmişlerdir. Geçmiş yıllarda ülkemizde de bu zararlının göç yoluyla geldiğine dair kayıtlar bulunmaktadır. Trakya'da 1975 yılında *L. sticticalis*'in komşu ülkelerden göç ederek ayçiçeği alanlarında ciddi popülasyonlar oluşturduğu bildirilmiştir (Ünal, 1979). Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sebeplerden dolayı zararlının beslenme ve çoğalması için uygun alanlara göç ettiği ve böylece bu yıl zararlının yoğunluğunun ve dağılımının oldukça fazla artışına sebep olduğu düşünülmüştür.

Laboratuvar çalışmaları**Zararlının tanımı****Genus: *Loxostege* Hübner, [1825]**

Synonyms: *Loxostege* Hübner, [1825]; *Margarita* Stephens, 1827; *Boreophila* Guenee, 1845; *Limonia* Agassiz, 1847; *Cosmocreon* W. Warren, 1892; *Maroa* Barnes & McDunnough, 1914; *Polingia* Barnes & McDunnough, 1914; *Parasitochroa* Hannemann, 1964 (Koçak & Kemal, 2018).

***Loxostege sticticalis* (Linnaeus, 1761)**

Synonyms: *lupilina* Clerk, 1759 nec Linn., 1758; *sticticalis* Linnaeus, 1791; *miana* Müller, 1764; *sylvata* Panzer, 1804; *tetragonalis* Hawarth, 1811 (Koçak & Kemal, 2018).

Ergin

İncelenen Materyal: 5 erkek ve 3 dişi birey.

Erkek: Vücut uzunluğu 9 mm (8-10 mm); kanat açıklığı 19 mm (18-20 mm)

Dişi: 10 mm (9-11 mm); kanat açıklığı 24 mm (23-25 mm).

Baş üzerinde antenler ip (filiform) şeklindedir. Baş, maksillary palpler ve labial palpler açık sarımsı pullarla kaplıdır. Maksillary palpler oldukça küçüktür. Labial palpler göz orta seviyesine kadar yükselir ve son segment ileri doğru uzanmıştır. Baş üzerinde bir çift nokta göz (ocelli) vardır. Ağız hortumu iyi gelişmiştir. Koyu kahverengi olan petegözler yuvarlaktır. Antenler orta uzunluktadır, uzunluğu yaklaşık 7 mm'dir (Şekil 3).



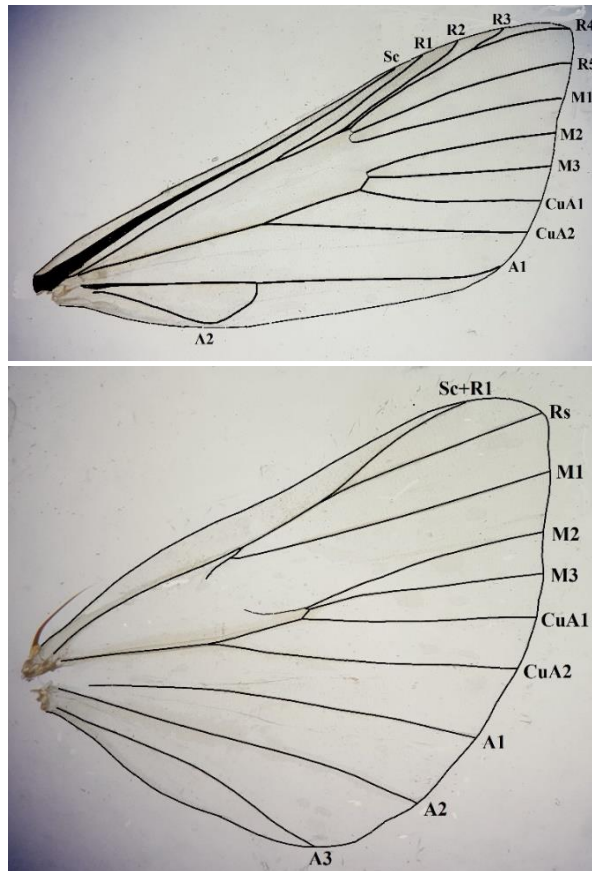
Şekil 3. *Loxostege sticticalis* başının yandan görünüşü
Figure 3. Lateral view of a head of *Loxostege sticticalis*

Ön kanat üst zemini açık kahverengi pullarla kaplıdır (Şekil 4a). Ayrıca diskal ve postdiskal bölgeler hafif beyazımsı lekeler de taşımaktadır. Kanatın kenar bölgesinde (marginal alan) kirlili sarımsı bir bant bulunur, bu bantın iki ucu ince, orta kısım ise hafif genişlemiştir. Kenar üst bölgesinde (submarginal alan) ve kostal kenar üzerinden başlayan kirlili sarımsı kısa bir bant bulunur. Bu desenler türün tanınmasında kolaylık sağlamaktadır. Arka kanat üzeri ön kanat renklemesine benzemektedir. Dişi erkeğe benzer renklemeye gösterse de ondan daha açıktır (Şekil 4b).



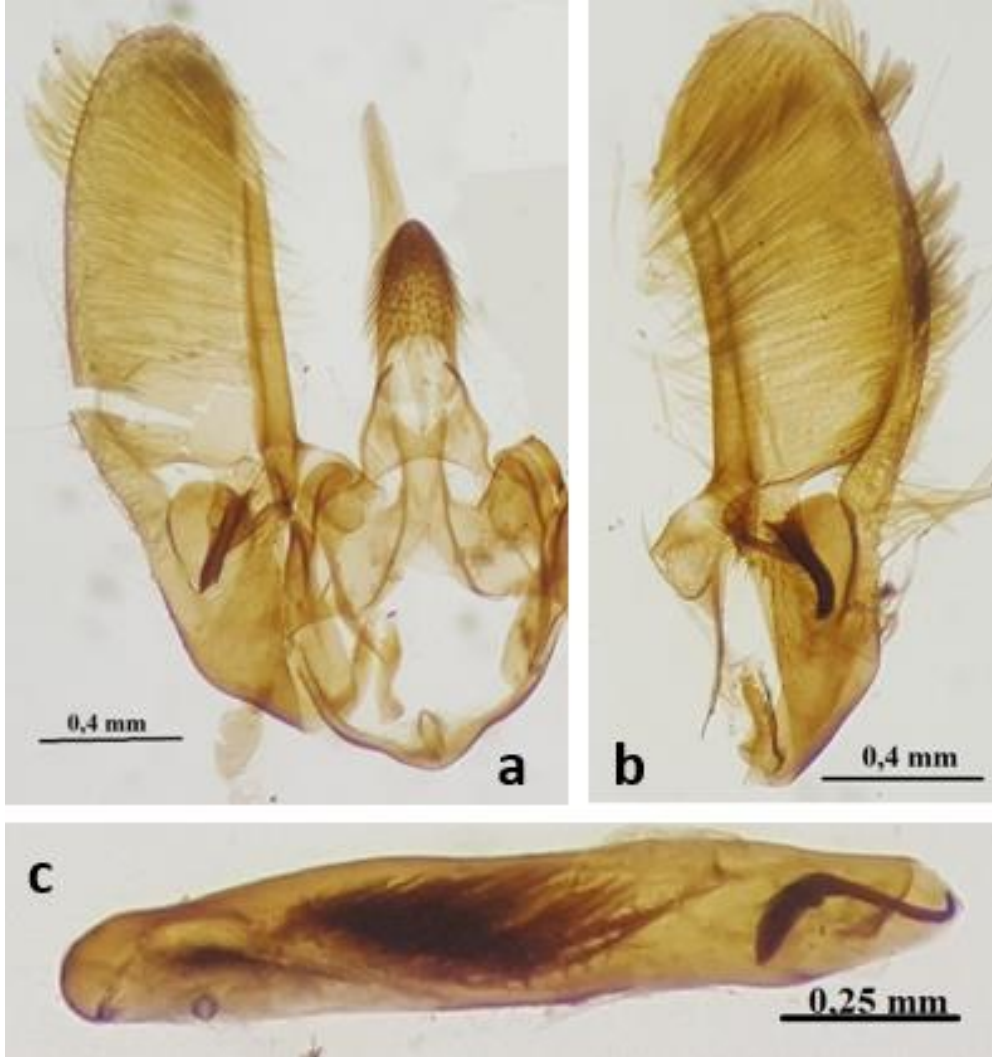
Şekil 4. *Loxostege sticticalis*'in erkek (a) ve dişi (b) bireyi
Figure 4. The male (a) and female (b) of *Loxostege sticticalis*

Ön kanatlar üçgen şeklindedir. Kanat uzunluğu genişliğinin 1.90 katıdır. Oldukça geniş olan arka kanatların uzunluğu genişliğinin 1.10 katıdır. Ön ve arka kanat damarlanmaları tamdır (Şekil 5).



Şekil 5. *Loxostege sticticalis*'in ön ve arka kanat damarlanması
Figure 5. Anterior and posterior wing venation of *Loxostege sticticalis*

Erkek genital organında (Şekil 6a, 6b) parmak şeklinde olan uncus orta uzunlukta olup uzunluğu valva uzunluğunun 0,36 katıdır. Uncusun ucu hafif sivrileşerek yuvarlaklaşmış ve üzeri ortasından başlayarak uca doğru çok kısa kıllarla kaplıdır. Valva uzun ve geniştir, uzunluğu genişliğinin yaklaşık 3 katıdır. Valvanın costal ve anal kenarları oldukça kitinleşerek kalınlaşmıştır ve az çok birbirine paraleldir. Uçta geniş yuvarlaklaşan valvanın üzeri uzun ve sık kıllarla kaplıdır. Fibula kuvvetlice kitinleşmiştir; az çok orak şeklinde olan bu yapının serbest ucu yarım itibaren testere dişlerine benzer kısa çıkıntılar taşır. Sacculus oldukça geniştir. Saccus küçüktür. Aedeagus uzun çomak şeklinde şeklindedir, uzunluğu genişliğinin 5.5 katıdır (Şekil 6c). Aedeagusun orta bölgesinde çok sayıda ve oldukça ince kitinleşmiş yapılar bulunmaktadır. Aedeagusun serbest ucunda ise kitinleşmiş ve çengel şekline benzer bir tane cornitu yer almaktadır.



Şekil 6. *Loxostege sticticalis*'in erkek genital organı (a), erkek genital organında valva (b), erkek genital organında aedeagus (c)

Figure 6. Male genital organ (a), vulvae in male genital organ (b), and aedeagus in the male genital organ (c) of *Loxostege sticticalis*

Dışı genital organında kitinleşmiş antrum kısa ve geniştir (Şekil 7). Zar yapısında olan ductus bursae uzun ve dardır. Küçük bir torba şeklinde olan corpus bursae zarımsı yapıdadır ve üzerinde eşkenar dörtgen şeklinde bir signum bulunur. Kuvvetlice kitinleşmiş ve üzerinde çok sayıda kısa dişler taşıyan signumun uzunluğu genişliğinin 1.8 katıdır.

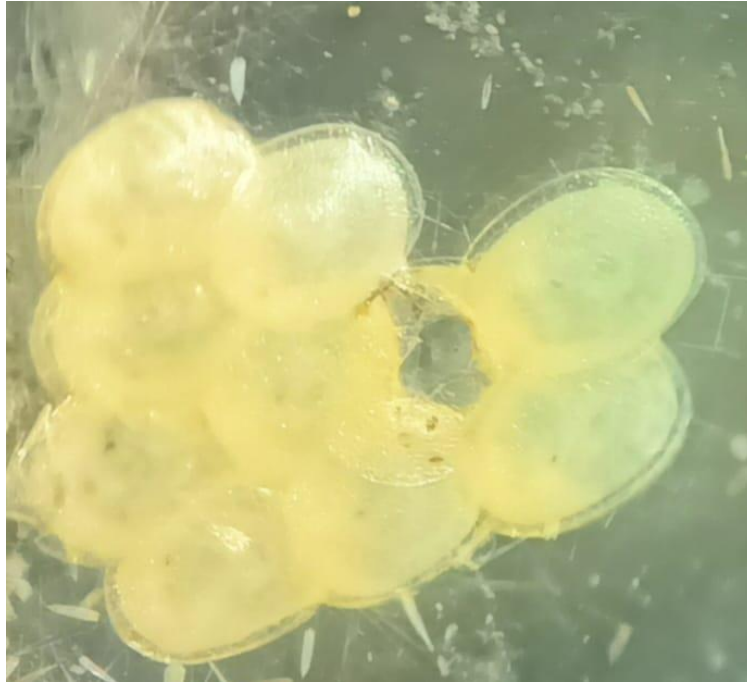


Şekil 7. *Loxostege sticticalis*'in dişi genital organı (antrum, ductus bursae, corpus bursae, signumun)
 Figure 7. Female genital organ of *Loxostege sticticalis* (antrum, ductus bursae, corpus bursae, signum)

Yumurta

Dişiler yumurtalarını yaprakların alt yüzeyine genellikle gruplar bırakırlar. Yumurtaları balık pulu şekline benzerdir (Şekil 8). Zararlının yumurtaları oval bir yapıya sahip olmakla birlikte kenarlardan hafif basıktır. İlk bırakıldıklarında şeffaf renklidir, sonrasında sarımsı-gri bir renk almakta ve açılmaya yakın ise larvaların baş kapsülü siyah nokta şeklinde belirginleşmektedir. Yumurtaların ortalama eni 0.937 ± 0.05 mm, boyu ise 1.125 ± 0.09 mm'dir.

Kuznetsova & Chumakov (2008), *L. sticticalis*'in yumurtalarını tek tek veya 2-3 ila 20 arasında değişen sayılarda yumurta paketleri şeklinde yaprağın alt kısmına, filizlere ve toprağa bıraktığını ve yumurtaların 2-15 günde açıldığını bildirmişlerdir. *Loxostege sticticalis*'in dişilerinin ömrü boyunca 60 ile 600 adet arasında yumurta bıraktığını tespit etmişlerdir (Frolov ve ark., 2008; Kuznetsova & Chumakov, 2008). Dişilerin preovipozisyon süresi 3 gün olup, 20 gün boyunca yumurta koyabildikleri tespit edilmiştir (Shirai, 2006).



Şekil 8. *Loxostege sticticalis*'in yumurta paketi
 Figure 8. Eggs of *Loxostege sticticalis*

Larva

Larvaların her segmentinde üstten bakıldığında önde dört adet arkada ise iki adet siyah nokta bulunmaktadır. Larva vücudunun lateral kısımlarında ise birer adet siyah noktalar vardır. İlk dönem larvalar sarımsı-krem renkte olup, larvalar olgunlaştıkça koyu bir renk almaya başlar. Larvanın dorsal kısmında boydan boya uzanan bir adet koyu renkli şerit ve her iki yanında birer adet açık renkli şerit bulunmaktadır. Dorso-lateral kısımlarda da birer adet koyu şerit ve lateral kısımlarında bacaklara yakın kısımda yine boydan boya uzanan birer adet açık renkli şerit uzanır. Larvanın başı ise siyah renklidir. Larvanın renkleri yeşilimsi, yeşilimsi-siyah, grimsi-siyah ya da siyah renktedir (Şekil 9).

Loxostege sticticalis larvaları beş dönem geçirir (Frolov ve ark., 2006; Kuznetsova & Chumakov, 2008). Zararlıının larvaları sıcaklığa bağlı olarak 10-30 gün arasında gelişim gösterir (Kuznetsova & Chumakov, 2008). Birinci dönem larvaların boylarının 1.5-2.5 mm, son dönem larvaların ise 18-25 mm arasında olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2008). Kuznetsova & Chumakov (2008) ise son dönem larvaların vücut uzunluğunun 35 mm'ye kadar ulaştığını tespit etmişlerdir. Son dönem larvalar ise beslenmelerini tamamladıktan sonra toprakta oluşturdukları kokon içerisinde diyapoz halinde kışı geçirirler (Pepper, 1938; Knor ve ark., 1993; Luo, 2004). Akhaneaev ve ark. (2013) ise larvaların %75'inin 14 saate yakın gün uzunluğunda diyapoz girdiğini tespit etmişlerdir. Diğer bazı çalışmalarda ise olgun larvanın gelişimi için 16: 8 (L: D) gün uzunluğuna ihtiyaç olduğu, 16 saatten düşük aydınlatmada larvaların diyapoz girdiği ve ayrıca sıcaklık, besin ve larva yoğunluğunun da diyapozu etkilediği bildirilmiştir (Khomyakova ve ark., 1986; Tian & Gao, 1986, Knor ve ark., 1993).



Şekil 9. *Loxostege sticticalis*'in larva dönemi

Figure 9. Larvae of *Loxostege sticticalis*

Pupa

Pupalar sarımsı ile koyu kahverengi arasında değişken renklindedir ve vücut ağırlığı 12-60 mg arasında değişmektedir (Falkovich & Martin, 1999). Silindirik yapıda olan pupaları toprakta ve ağ ile örülü bir kokon içinde bulunmaktadır (Anonim, 2008). Pupa gelişimi süresinin ise 7-38 gün arasında değişmekte olduğu bildirilmiştir (Kuznetsova & Chumakov, 2008).

Sonuç olarak, *Loxostege sticticalis*'in ülkemizde farklı illerde epidemi yaptığı bilinmektedir. Ancak zararlı erginleri Bolu, Kocaeli ve Sakarya illerinde ilk kez tespit edilmiştir. *Loxostege sticticalis*'e ait ilk döl erginleri bölge illerinde yoğun bir şekilde görülmesine karşın, ikinci dölde yoğunluğun oldukça azaldığı belirlenmiştir. Sürveylerde birinci ve ikinci dölde birkaç lokasyon Düzce (Merkez)'de bir adet yonca ve Sakarya (Taraklı)'da bir ayçiçeği tarlası hariç zarar oluşturmadığı belirlenmiştir. Zararlı erginlerinin yayılışında göç ana faktör olmakla birlikte, bulunduğu alanda yerleşmesi ve epidemi oluşturmasında diğer iklim faktörlerinin (sıcaklık, nem ve yağış) etkili olabileceği kanaatine varılmıştır. Bu faktörlerin uzun süreli olarak incelenmesi ile zararlının göç ettiği yerlerde yerleşmesine ve epidemilerine neden olan faktörlerin ortaya çıkarılması mümkün olacaktır. Ayrıca, zararlının doğal düşmanlarının ve etkinliklerinin belirlenmesiyle, kontrolü konusunda yeni adımlar atılabilecektir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- Alekhin, V.T., & Kuznetsova, T.L. (2003). *The Beet Webworm and Control Measures Against It (Recommendations)*. FGNU Rosinformagrotek, Moscow. 76 pp.
- Akhanaev, Y.B., Berim, M.N., Jiang, X., Kutcherov, D.A., Luo, L., Malysh, Y.M., & Zhang, L. (2013). Photoperiodic reaction in the beet webworm *Loxostege sticticalis* L. (Pyraloidea, Crambidae) from eastern and western parts of its Eurasian range. *Entomological Review*, 93 (7), <https://doi.org/10.1134/S0013873813070026>
- Anonim (2008). Endüstri ve Süs Bitkileri Hastalıkları Zirai Mücadele Teknik Talimatları, 1. Baskı, Ankara, Türkiye: Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 270 s.
- Atay, E. (2006). The Identity of *Parapoynx affinalis* (Guenee, 1854) (Lepidoptera, Crambidae, Nymphulinae) in Turkey. *Journal of Entomology*, 3 (1), 76-81. <https://doi.org/10.3923/je.2006.76.81>
- Chen, R.L., Bao, X.Z., Wang, S.Y., Sun, Y.J., Li, L.Q., & Liu, J.R. (1992). An observation on the migration of meadow moth by radar. *Acta Phytophylacica Sinica*, 19 (2), 171-174.
- Chen, X., Jiang, Y., Kang, A., & Zhai, B. (2016). Drying soil in North China drove the outbreak range expansion of meadow moth by facilitating long-distance migration. *Scientific Reports*, 6 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/srep30370>
- Falkovich, M.I., & Martin, M.O. (1999). Family Pyraustidae, In: *Insect and Acarine Crop Pests*, Vol. 3, Part 2: Lepidoptera, Nauka, St. Petersburg, pp. 167-170.
- Frolov, A.N., Kuznetsova, T.L., Chumakov, M.A., & Smirnova, M.P. (2000). The large-scale spread of beet webworm and corn borer. *Zashchita i Karantin Rastenii*, 10, 12-16.
- Frolov, A.N., Malysh, Y.M., & Tokarev, Y.S. (2008). Biological features and population density forecasts of the beet webworm *Pyrausta sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyraustidae) in the period of low population density of the pest in Krasnodar Territory. *Entomological Review*, 88 (6), 666-675. <https://doi.org/10.1134/S0013873808060055>
- Frolov, A.N., Saulich, M.I., Malysh, Y., & Tokarev, Y. (2010). The beet webworm: Cyclicity in multi-year dynamics of its population size. *Zashchita i Karantin Rastenii*, 2, 49-53.

- Feng, H., Wu, K., Cheng, D., & Guo, Y. (2004). Spring migration and summer dispersal of *Loxostege sticticalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and other insects observed with radar in northern China. *Environmental Entomology*, 33 (5), 1253-1265. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.5.1253>
- Hampson, G.F. (1899). A revision of the moths of the subfamily Pyraustinae and family Pyralidae. *Part II. Proceedings of the Zoological Society of London*, 2, 172-291.
- Hornovska, S., Fedoruk, Y., Priszajhnjuk, N., Pravdyva, L., Lozinska, T., & Masalskyi, V. (2019). Dispersal and development of beet webworm *Loxostege sticticalis* (L.) in Ukraine. *Eurasian Journal of Biosciences*, 13, 1-7.
- Huang, S., Jiang, X., & Luo, L. (2009). Effects of photoperiod and temperature on diapause induction in the beet webworm *Loxostege sticticalis* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae). *Acta Entomologica Sinica*, 52 (3), 274-280.
- Khomyakova, V.O., Bykova, E.P., & Uzikhina, V.S. (1986). Effect of food and photoperiodic conditions on development of beet webworm *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyralidae). *Entomological Review*, 65 (4), 90-96.
- Knor, I.B., Bashev, A.N., Alekseev, A.A., & Kirov, Y.E.I. (1993). Effects of population density on the population dynamics of *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomological Review*, 72, 117-124.
- Koçak, A.Ö., & Kemal, M. (2009). Revised checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 17, 1-150.
- Koçak, A.Ö., & Kemal, M. (2018). A synonymous and distributional list of the species of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 8, 1-489.
- Kozhanchikov, I.V. (1941). Distribution and annual changes in the abundance of the turnip moth and the beet webworm as related to heat and humidity. *Zoologicheskii Zhurnal*, 20 (1), 30-45.
- Kuznetsova, T.L., & Chumakov, M.A. (2008). *Loxostege sticticalis* L.-the beet webworm, In: *Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries*. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds (Ed. Afonin AN, Greene SL, Dzyubenko NI, Frolov AN) form <http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Loxostege-sticticalis>
- Luo, L.Z. (2004). The first generation of meadow moth will be outbreak in China. *Plant Protection*, 30, 86-88.
- Luo, L.Z., & Li, G.B. (1992). Variation of the flight ability and behavior of adult meadow moth, *Loxostege sticticalis* at different ages, In: *Transaction of the Ecological Society of Chinese Youths* (Eds. Wan FH, Xia YL), Ecology Research Society of China and IPM Institute of Chinese Agricultural University, Chinese Science and Technology Press, Beijing, China.
- Luo, L.Z., & Li, G.B. (1993). The threshold temperature thermal constant and division of generation regions of meadow moth (*Loxostege sticticalis* L.) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 36, 332-339.
- Luo, L.Z., & Qu, X.F. (2005). Harmful characteristics of meadow moth in 2004 and analysis on the damage of the first generation harm to crops in 2005. *Plant Protection*, 31, 69-71.
- Luo, L.Z., Huang, S.Z., Jiang, X.F., & Zhang, L. (2009). Characteristics and causes for the outbreaks of beet webworm, *Loxostege sticticalis* in northern China during 2008. *Plant Protection*, 35, 27-33.
- Öztemiz, S., & Ciner, İ. (2022). İklim değişikliği, Düzce’de Çayır tırtılı *Loxostege sticticalis* L.’nin birinci nesil kelebeklerinin salgınına neden oldu. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10, 1398-1407. <https://doi.org/10.29130/dubited.1140835>
- Pepper, J.H. (1938). The effect of certain climatic factors on the distribution of the beet webworm (*Loxostege sticticalis* L.) in North America. *Ecology*, 19, 565-571.
- Pepper, J.H., & Hastings, E. (1941). Life history and control of the sugar-beet webworm *Loxostege sticticalis* (L.). *Montana State College Agricultural Experiment Station*, 389, 1-32.
- Shirai, Y. (2006). Flight activity, reproduction, and adult nutrition of the beet webworm, *Spoladea recurvalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Applied Entomology and Zoology*, 41 (3), 405-414.

- Shurovenkov, Y.B., & Alekhin, V.T. (1984). The meadow moth in eastern Siberia and in the Far East. *Zashchita Rastenii*, 19 (2), 40-41.
- Smirnova, M.P. (2000). The meadow moth: still a dangerous pest. *Zashchita i Karantin Rastenii*, 2, 10-11.
- Sun, Y.J., & Gao, Y.B. (2004). Discussion on migration and population of meadow moth in spring, *In: Current Entomological Research (Ed. Li DM)*, China Agricultural Sciencetech Press, Beijing, China. pp 230-232.
- Tian, S.Y., & Gao, S.J. (1986). Studies on diapause of beet webworm. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 1, 105-110.
- Ünal, E. (1979). Marmara Bölgesinde Ayçiçeklerinde Zarar Yapan Çayır Tırtılı [*Loxostege (Margaritita) sticticalis* L.]'nin Tanınması, Biyoekolojisi ve Savaşım Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. A 107.017 nolu Proje Çalışma Raporu. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, İstanbul.
- Xiao, C., Jiguang, C., Yu, X., Liping, H., You, Z., & Kuijun, Z. (2004). Immigration of the 1999 outbreak populations of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L.(Lepidoptera: Pyralidae) into the northeastern part of China. *Acta Entomologica Sinica*, 47 (5), 599-606.
- Xiao, C., Baoping, Z., Ruijie, G., Minghao, Y., You, Z., & Kuijun, Z. (2008). Source area of spring population of meadow moth, *Loxostege sticticalis* L.(Lepidoptera: Pyralidae), in Northeast China. *Acta Ecologica Sinica*, 28 (4), 1521-1535. [https://doi.org/10.1016/S1872-2032\(08\)60054-2](https://doi.org/10.1016/S1872-2032(08)60054-2)
- Znamenskii, A.V. (1932). Weather and the beet webworm. *Sborn Vizr*, 2, 30-33.

Determination of some quality and production characteristics of peanut with different market types (*Arachis hypogaea* L.) in second crop culture in the eastern Mediterranean passage zone

Doğu Akdeniz geçit kuşağında farklı pazar tipi yerbıstıklarının (*Arachis hypogaea* L.) ikinci ürün yetitiriciliğinde bazı kalite ve özelliklerinin belirlenmesi

Mustafa YILMAZ¹ 

¹Oil Seed Research Institute, Osmaniye, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|---|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 09.09.2022 Accepted / Kabul: 27.12.2022</p> <p>Keywords: <i>Arachis hypogaea</i> L. Peanut Pod yield Oil content Düziçi 1</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Arachis hypogaea</i> L. Yerbıstığı Meyve verimi Yağ oranı Düziçi 1</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Mustafa YILMAZ mustafayilmaz80@hotmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>This study was carried out in Osmaniye location of Oil Seed Research Institute in 2020-2021 in order to determine some yield and quality characteristics in second crop cultivation of peanuts with different market types in the Eastern Mediterranean transition zone. Eleven different genotypes of Runner (Georgia Green) Virginia (NC 7, Masal, Halisbey, Wilson, Çom, Brantley, Sultan, Düziçi 1) Spanish (Florispán, Nigeria 1) types of peanut were used in the study. In the study, number of pods per plant, 1st quality pod ratio, pod weight per plant, 100 pod and seed weight, shelling percentage, pod yield, oil content and, protein content parameters were investigated. The number of pods per plant is between 20.8 (Nigeria 1) and 51.4 (Düziçi 1); pod weight per plant varied between between 12.3 g (Nigeria-1) and 64.9 g (Halisbey). It was determined that 100 pod weight and 100 seed weights varied between 66.8-289.0 g and 29.6-106.5 g, respectively. Pod yield varied between 1963 kg ha⁻¹ (Nigeria 1) and 4846 kg ha⁻¹ (Düziçi 1). As a result, it was determined that Düziçi 1 genotype, Brantley and Halisbey cultivars came to the fore in terms of the investigated characteristics in the Eastern Mediterranean Passage zone. In the study, while the second crop peanut variety suitable for the Eastern Mediterranean Transition zone was determined, the varieties to be used as breeding material were also determined.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu araştırma, Doğu Akdeniz geçit kuşağında farklı pazar tiplerine sahip yerbıstığı hat ve çeşitlerin ikinci ürün yetiştiriciliğinde bazı verim ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla 2020-2021 yıllarında Yağlı Tohumlar Araştırma Enstitüsü lokasyonunda yürütülmüştür. Çalışmada; Runner (Georgia Green) Virginia (NC 7, Masal, Halisbey, Wilson, Çom, Brantley, Sultan, Düziçi 1) Spanish (Florispán, Nijerya 1) pazar tipine sahip 11 farklı genotipi kullanılmıştır. Çalışmada bitki başına meyve sayısı, 1. kalite meyve sayısı oranı, bitki başına meyve ağırlığı, 100 meyve ve tohum ağırlığı, iç oranı, meyve verimi, yağ oranı ve protein oranı parametreleri incelenmiştir. Bitki başına meyve sayısı 20.8 (Nijerya 1) ile 51.4 (Düziçi 1) arasında; bitki başına meyve ağırlığı ise 12.3 g (Nijerya-1) ile 64.9 g (Halisbey) arasında değişmiştir. 100 meyve ağırlığının 66.8-289.0 g ve 100 tohum ağırlığının 29.6-106.5 g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Meyve verimi 1963 kg ha⁻¹ (Nijerya 1) ile 4846 kg ha⁻¹ (Düziçi 1) arasında değişmiştir. Sonuç olarak Doğu Akdeniz Geçit kuşağında incelenen özellikler açısından Düziçi 1 genotipi, Brantley ve Halisbey çeşitlerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Çalışmada Doğu Akdeniz Geçit kuşağına uygun ikinci ürün yerbıstığı çeşidi belirlenirken, ıslah materyali olarak kullanılacak çeşitler de belirlenmiştir.</p> |
| <p>Cite/Atf</p> | <p>Yılmaz, M. (2023). Determination of some quality and production characteristics of peanut with different market types (<i>Arachis hypogaea</i> L.) in second crop culture in the eastern Mediterranean passage zone. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 166-173. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1173143</p> |

INTRODUCTION

Peanut (*Arachis hypogaea* L.), is a significant oil plant for humans and animals owing to its oil, protein, carbohydrate, and mineral content (Arioğlu, 2014). Depending on the cultivar, peanut seeds contain 44-56% oil (Arioğlu, 2014; Aşık et al., 2018). Peanut oil outperforms many vegetable oils in terms of flavor and survivability (Yaşlı et al., 2022; Yılmaz, 2022).

After the oil is removed, the extract includes roughly 45% crude protein, 24% nitrogen-free basic substances, and 5.5% mineral substances (Arioğlu, 2014). As a result, peanut meal is used to make compound feeds in developed countries (Arioğlu, 2014). It contains approximately 18% carbohydrates in its seeds (Arioğlu, 2014; Onat et al., 2017). K, Ca, Mg, P, and S are examples of nutrients. Furthermore, peanuts are high in vitamins A, B, and E (Arioğlu, 2014; Şahin et al., 2022).

Peanut, like other legumes, fixes free nitrogen from the air to the soil, leaving a rich soil rich in nitrogen and organic matter for the plant that follows it (Aşık et al., 2018). According to research, the peanut plant releases free air during its growing period, thanks to the Rhizobium bacteria that exists in its roots (Arioğlu, 2014; Aşık et al., 2018). It was determined that accumulated 45-150 ha of nitrogen (Aşık et al., 2018; Yılmaz & Jordan, 2022).

Peanut is an anchor plant (Arioğlu, 2014). During the growing season, the soil is hoed. Weeds are cleaned and the soil is aerated because the soil is hoed during the growing season. As a result, it is an excellent crop rotation plant. Peanut is the most produced oilseed crop in the world between; comes in fourth place after soybean, cottonseed, and rapeseed (Arioğlu, 2014; Yılmaz et al., 2022).

In 2020, 31.6 million hectares around the world produced 53.7 million tons of peanuts with shells. About 90% of the overall production came from Asia and Africa, with the remaining 10% generated in the Americas. China and India were the two major producing nations, together accounting for more than half of the overall output (18 million tonnes and 10 million tonnes, respectively). In the same year, Türkiye contributed 215 927 tonnes or around 54 775 hectares to the overall production. Even though Türkiye contributed little to output, it doubled the global average yield (FAO, 2022; TUIK, 2022).

Peanut is widely cultivated in Türkiye, especially in the Mediterranean Region and Southeastern Anatolia Region. The scarcity of new peanut varieties does not fully meet the Türkiye market. Therefore, it is important to introduce new peanut varieties to the market and to make adaptation trials.

The aim of this study was to determine some quality and production characteristics of peanuts in different market types (*Arachis hypogaea* L.) in second crop cultivation in the Eastern Mediterranean Transition Region.

MATERIAL and METHODS

Materials

Used in the experiment were peanuts market kinds included Runner (Georgia Green), Virginia (NC 7, Masal, Halisbey, Wilson, Çom, Brantley, Sultan, and Düziçi 1), and Spanish (Florispán, Nigeria 1).

Climatic conditions

The Osmaniye State Farm's agro-meteorological station provided the daily climate data. Table 1 shows the site's air temperature, humidity, and precipitation data.

Methods

The trial was set up in the second crop period in 2020 (37°07'28" N, 36°11'38" E; 50 m) and 2021 (37°07'89" N, 36°11'33" E; 50 m) in Cevdetiye locations controlled by Oil Seed Research Institute. The three replications of each trial were set up in accordance with the randomized blocks trial design. Between rows, there were 70 x 15 cm of

sowing space. Each row in each plot was 5 m in length and included a total of 4 rows. Every plot was calculated to be 14 cm². Before planting, 25 kg da⁻¹ of DAP (Diammonium Phosphate) was applied. 15 kg da⁻¹ of urea was applied before to the first irrigation, and 10 kg da⁻¹ of urea was applied prior to the second irrigation. It was done manually on June 20, 2020, for the first year of the trial and on June 15, 2021, for the second year. The sprinkler system was used to water five times during both seasons.

Table 1. Weather patterns factors in the research region (2020, 2021, and long-year average)

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü lokasyonun iklim verileri (2020, 2021 ve uzun yıllar ortalaması)

| Months | Precipitation (mm) | | | Temperature (°C) | | | Relative Humidity (%) | | |
|------------------|--------------------|-------|------|------------------|------|------|-----------------------|------|------|
| | LY | 2020 | 2021 | LY | 2020 | 2021 | LY | 2020 | 2021 |
| April | 86.5 | 123.9 | 32.3 | 17.0 | 17.1 | 17.7 | 64.2 | 69.4 | 64.8 |
| May | 72.6 | 83.5 | 4.6 | 21.3 | 22.1 | 22.9 | 63.2 | 62.4 | 59.8 |
| June | 42.4 | 5.5 | 1.8 | 25.2 | 24.0 | 25.0 | 60.6 | 68.7 | 65.9 |
| July | 19.8 | 2.0 | 15.7 | 27.9 | 28.4 | 28.9 | 66.4 | 71.7 | 64.6 |
| August | 10.7 | 21.5 | 19.7 | 28.6 | 28.6 | 29.3 | 64.9 | 64.0 | 62.8 |
| September | 34.5 | 0.9 | 14.0 | 25.7 | 28.6 | 25.9 | 60.7 | 61.8 | 60.8 |
| Total/Av. | 266.5 | 237.3 | 88.1 | 24.3 | 24.8 | 25.0 | 63.3 | 66.3 | 63.1 |

Av.: Average; LY: Long Year.

On ten randomly chosen plants in the two mid-rows of plots, harvest parameters were assessed, side effects were discarded, and hand harvesting was used. In yield pod, the whole parcel was harvested. The harvest was done by hand. The first year's harvest was finished on September 15, 2020, while the second year's harvest was finished on September 25, 2021. The experiment employed a clay soil typical to the area (10% sand, 20% silt, 70% clay) with a pH of 8.2 and 2.0% organic content.

Table 2. Results of the analysis of variance for the experiment's parameters

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları

| SV | DF | NP | FQP | PW | HPW | HSW | SP | PY | OC | PC |
|------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Block | 4 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Year | 1 | ** | ** | ns | ns | ns | ns | ** | ** | ns |
| Cultivars | 10 | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Y x C | 10 | ** | ns | ** | ns | ns | ns | ns | ** | ns |
| CV (%) | | 7.2 | 7.8 | 6.5 | 8.6 | 6.2 | 2.9 | 7.1 | 3.0 | 2.3 |

SV: Source of variation, DF: Degree of freedom, CV: Coefficient of variation, ** p < 0.01, NP: Number of pods per plant FQP: 1st Quality pod ratio, PW: Pod weight per plant, HPW: 100-pod weight, HSW: 100-seed weight, SP: Shelling percentage, PY: Pod yield OC: Oil content, PC: Protein content

Statistical analysis

With the use of MSTAT-C and SPSS v22, experimental data were subjected to analysis of variance in line with the Randomized Complete Block Design (RCBD) joined years. With the help of the Duncan's multiple range test, means were compared (Steel & Torrie, 1980).

RESULTS and DISCUSSIONS

Number of pods per plant

Number of pods per plant was statistically significant ($p < 0.01$) between years, cultivars and years x cultivars (Table 2). According to the two-year data, the highest number of pods per plant was found in the Düziçi 1 cultivar with 51.4 while the Nijerya 1 cultivar was found the least with 20.8 (Table 3). Çalışkan et al. (2008) found that the number of pods per plant cultivars between 43-65; Onat et al (2017) found that the number of pods per plant cultivars between 26.7 and 95; Yol & Uzun (2018) determined that the number of pods per plant cultivars between 33.9-77.6; Yaşlı et al. (2020) found that number of pods per plant cultivars between 32.95-48.68. In the study, the number of pods per plant Çalışkan et al. (2008) and Yaşlı et al. (2020), it was found to be lower than the results of Onat et al. (2017) and, Yol & Uzun (2018). It is thought that the difference between the numbers of pods per plant is caused by ecological and genotypic conditions.

1st quality pod ratio

1st quality pod ratio was statistically significant ($p < 0.01$) between years and cultivars (Table 2). According to the two-year data, the highest 1st quality pod ratio was found in the Masal cultivar with 77.7%. While Nigeria 1, Wilson and Çom cultivars was found the least with 51.4%, 51.3%, 47.4% respectively (Table 3). Arıoğlu et al. (2016) found that the 1st quality pod ratio cultivars between 70.84-86.80%; Yaşlı et al. (2020) found that the 1st quality pod ratio cultivars between 27.33% and 30.33%; Karabulut & Tunçtürk (2019) determined that 1st quality pod ratio cultivars between 49.6% - 72%. While 1st quality pod ratio obtained in this study was similar to the studies done by Arıoğlu et al. (2016); Karabulut & Tunçtürk (2019), Yaşlı et al. (2020) have varied. The difference in the 1st quality pod ratio may be due to the different cultivars used in the experiments and the different ecological conditions.

Pod weight

Pod weight per plant was statistically significant ($p < 0.01$) interactions between years, year x cultivars (Table 2). It was determined that the average pod weight per plant in the second crop peanuts cultivars between 12.3-64.9 g (Table 3). Canavar & Kaynak (2013) pod weight per plant 35.90-120.43 g; Kurt et al. (2016) found pod weight per plant cultivars between 41.40-77.51 g; Yousif & Hussain (2019) reported pod weight per plant values 12.1-17.8. Onat et al. (2017) reported that pod weight per plant is directly proportional to pod yield. In this study in the experiment were similar to the literature studies.

100-pod weight

It was determined that 100-pod weight was statistically significant ($p < 0.01$) among cultivars (Table 2). It was determined that the average 100-pod weight in the second crop peanuts cultivar between 66.8-289.0 g (Table 3). Aşık et al. (2018) discovered 100-pod weight ratio 113.05-312.67 g; Karabulut & Tunçtürk (2019) found that 100-pod weight ratio varied between 18.2-247.2 g; Yaşlı et al. (2020) reported 100-pod weight values 248.83-363.00 g. While the 100-pod weight in this study findings was similar to Karabulut & Tunçtürk (2019), it was found to be lower than Aşık et al. (2018) and Yaşlı et al. (2020). The 100-pod seed differences in the experimental findings may be due to the different cultivars used and ecological conditions.

100-seed weight

100-seed weight was statistically significant ($p < 0.01$) cultivars (Table 2). According to the two-year average values, the lowest 100-seed weight was determined as Nigeria 1 (29.6 g), and the highest was determined as NC 7 (106.5 g) (Table 4). In this study 100-seed weight findings in the experiment were found to be similar to the

studies done by Çalışkan et al. (2008), Canavar & Kaynak (2016), Aytekin & Çalışkan (2016), and Gabisa et al. (2017).

Table 3. Averages and groups of number of pods per plant, 1st quality pod ratio, pod weight per plant, 100-pod weight of peanut varieties

Çizelge 3. Bazı yerfıstığı çeşitlerinde belirlenen bitki başına meyve sayısı, I. kalite meyve sayısı oranı, bitki başına meyve ağırlığı ve 100 meyve ağırlığı özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

| Cultivars | Number of pods per plant | 1 st quality pod ratio (%) | Pod weight per plant (g) | 100-pod weight (g) |
|----------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Brantley | 44.4 b | 66.3 bc | 45.6 c | 203.6 cd |
| Çom | 31.7 d | 47.4 e | 46.2 c | 205.4 cd |
| Düziçi 1 | 51.4 a | 66.8 bc | 47.7 c | 218.0 c |
| Florispan | 25.7 e | 71.5 ab | 25.3 f | 80.4 ef |
| Georgia | | | | |
| Green | 40.9 c | 67.3 bc | 35.6 e | 94.3 e |
| Halisbey | 44.6 b | 58.6 d | 64.9 a | 255.7 ab |
| Masal | 33.8 d | 77.7 a | 41.5 d | 194.0 d |
| NC 7 | 24.3 ef | 65.8 c | 32.4 e | 289.0 a |
| Nigeria 1 | 20.8 f | 51.4 e | 12.3 g | 66.8 f |
| Sultan | 33.6 d | 54.3 de | 60.5 b | 241.8 b |
| Wilson | 38.4 c | 51.3 e | 58.6 b | 219.7 c |
| Years | | | | |
| 2020 | 34.2±1.65 B | 60.1±1.91 B | 42.9±2.74 | 185.1±11.34 |
| 2021 | 36.5±1.53 A | 63.3±1.58 A | 42.7±2.53 | 191.1±12.31 |
| Mean | 35.4±1.13 | 61.7±1.24 | 42.8±1.85 | 188.1±8.63 |

Letters show different groups; a, b, c, d... for varieties in each column.

Shelling percentage

Shelling percentage was statistically significant ($p < 0.01$) cultivars (Table 2). Shelling percentage ratio averages were found between 60.6% (Halisbey) and 72.2% (Georgia Green) (Table 4). Kurt et al. (2016) reported that the shelling percentage rate is one of the most important parameters affecting pod yield. Kurt et al. (2016) reported that the shelling percentage varies between 59-91-76.58%. Gabisa et al. (2017) observed that the shelling percentage varied between 51-78.4%. Onat et al. (2017) mentioned that the shelling percentage varies between 64.2-65.8%. Yol & Uzun (2018) revealed that the shelling percentage varied between 55.1-71.2%. The current study is similar to other studies.

Pod yield

Pod yield was statistically significant ($p < 0.01$) years, cultivars (Table 2). Nigeria 1 cultivar was the lowest with a two-year pod yield of 1963 kg ha⁻¹ and Düziçi 1 was the highest with 4846 kg ha⁻¹ (Table 4). Arıoğlu et al. (2018) mentioned that it is one of the most important parameters in pod yield and quality in peanut cultivation. Canavar & Kaynak (2013) the pod yield varied between 3300-5210 kg ha⁻¹; Arıoğlu et al. (2018), reported that pod yield 3060-7615 kg ha⁻¹; Aşık et al. (2018), noted that pod yield 2345-6554 kg ha⁻¹; Yaşlı et al. (2020) determined that pod yield varied between 3654-6018 kg ha⁻¹. Baran & Andırman (2022) reported that pod yield 4189.8-6668.2 kg ha⁻¹. This difference may be due to the fact that the peanut market types used in the trials were different and the environmental conditions were different.

Oil content

Oil content was statistically significant ($p < 0.01$) between years, cultivars and years x cultivars (Table 2). According to the two-year data, the highest oil content was found in the Brantley cultivar with 51.01% while the, Çom cultivar was found the least with 47.55% (Table 4). Peanut seed oil content is an essential quality characteristic. The oil content of peanut seed is impacted by genetic variability, growing conditions, and maturity. In this study was similarity Kurt et al. (2016); Onat et al. (2017); Yol et al. (2017); Yaşlı et al (2020).

Protein content

It was determined that protein content was statistically significant ($p < 0.01$) among cultivars (Table 2). It was determined that the protein content in the second crop peanuts cultivar between 23.15-26.68% (Table 4). Aytekin & Çalışkan (2016) discovered protein content 17.3-22.5%; Arıoğlu et al. (2018) found that protein content ratio varied between 23.17-25.84%; Kaya & Kılınc (2020) reported protein content values 22.98-30.59%. The protein content in our experimental findings was similar to Aytekin & Çalışkan (2016) and Arıoğlu et al. (2018). The findings in this study were found to be lower than the protein content found by Kaya & Kılınc (2020). Changes in protein ratio may be caused by changes in cultivars and environmental conditions.

Table 4. Averages and groups of 100-seed weight, shelling percentage, pod yield, oil content, protein content of peanut varieties

Çizelge 4. Bazı yarfıstığı çeşitlerinde belirlenen 100 tohum ağırlığı, iç oranı, meyve verimi, yağ oranı ve protein oranı özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

| Cultivars | 100-seed weight (g) | Shelling percentage (%) | Pod yield (kg ha ⁻¹) | Oil content (%) | Protein content (%) |
|---------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| Brantley | 98.0 bc | 69.6 ab | 4684 b | 51.01 a | 25.26 bc |
| Çom | 80.4 d | 63.7 e | 2985 d | 47.55 e | 23.41 ef |
| Düziçi-1 | 98.9 ab | 68.0 bc | 4846 a | 50.75 ab | 25.88 b |
| Florispan | 44.9 e | 64.5 de | 2423 e | 49.15 bcde | 24.18 d |
| Georgia Green | 43.8 e | 72.2 a | 2286 ef | 50.24 abc | 25.03 c |
| Halisbey | 100.6 ab | 60.6 e | 4679 b | 48.49 cde | 24.07 de |
| Masal | 92.5 c | 70.2 ab | 3190 d | 48.46 de | 25.22 bc |
| NC 7 | 106.5 a | 72.0 a | 3856 c | 48.85 cde | 24.32 d |
| Nigeria 1 | 29.6 f | 69.8 ab | 1963 f | 48.03 e | 26.68 a |
| Sultan | 98.2 bc | 63.5 e | 3169 d | 50.65 ab | 23.98 de |
| Wilson | 97.1 bc | 66.4 cd | 3618 c | 49.92 abcd | 23.15 e |
| Years | | | | | |
| 2020 | 80.9±4.88 | 67.2±0.72 | 3308±15.59 B | 49.94±0.47 A | 24.67±0.19 |
| 2021 | 81.9±4.53 | 67.4±0.58 | 3538±14.39 A | 48.81±0.20 B | 24.63±0.21 |
| Mean | 81.4±3.31 | 67.3±0.46 | 3423±10.62 | 49.38±0.26 | 24.65±1.41 |

Letters show different groups; a, b, c, d... for varieties in each column.

As a result of the 2-year field trial, it was determined that there are environmental conditions and genotypic differences in terms of some quality and yield characteristics in the second peanut cultivation. One of the most important criteria in the breeding of peanut is the pod yield. It was determined that Düziçi 1 genotype, which is the village population used in the experiment, gave the highest yield in both years. According to the data obtained, it was decided to include the Düziçi 1 genotype into the breeding program. However, it was determined that Halisbey, Brantley and NC 7 cultivars were in the foreground compared to other cultivars in the second yield crop in the Eastern Mediterranean transition zone.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to appreciate Dr. Cenk Burak ŞAHİN who is member of Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University, for analyzing data, and the directors and staff of the Oil Seed Research Institute for contributing to the study.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article. At ISPEC 1st International Agricultural Research Congress, a part of this study was orally presented, and it was published as an abstract.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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









REFERENCES

- Aşık, F.F., Yıldız, R., & Arioğlu H.H. (2018). The determination of new peanut varieties for Osmaniye region and their important agronomic and quality characteristics. *Journal of Agriculture and Nature*, 21, 825-836. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogava.vi.452842>
- Arioğlu, H.H. (2014). *The oil seed crops growing and breeding*. The Publication of University of Cukurova, Faculty of Agriculture, Adana. 204 p.
- Arioğlu, H.H., Bakal, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C., & Onat, B. (2016). The determination of some important agronomical and q properties of peanut varieties in main crop conditions. *Biotech Studies*, 25, 24-29. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.281656>
- Arioğlu, H.H., Bakal, H., Güllüoğlu, L., Onat, B., & Kurt, C. (2018). The effect of harvesting dates on some agronomic and quality characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties grown as a main crop in mediterranean region (Turkey). *Turkish Journal of Field Crops*, 23, 27-37. <https://doi.org/10.17557/tjfc.414856>
- Aytekin, R.İ., & Çalışkan, S. (2016). Determination of growing possibilities of some groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars in Niğde conditions. *Biotech Studies*, 25, 13-17. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.281598>
- Baran, N., & Andırman, M. (2022). Determination of yield and yield characteristics of some peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties under Batman conditions. *ISPEC Journal of Agriculture Sciences*, 6, 58-63. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol6iss1pp58-63>
- Çalışkan, S., Çalışkan, M.E., & Arslan, M. (2008). Genotypic differences forr growth, yield, and yield components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32, 415-424.
- Canavar, Ö., & Kaynak, M.A. (2013). Determination of yield and yield components and seed quality of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) at different harvest times. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4, 3791-3803.
- FAO (2022). The Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Date of access: 07.09.2022).
- Gabisa, M., Tana, T., & Urage, E. (2017). Effect of planting density on yield components and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties at Abeya, Borena Zone Southern Ethiopia. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science*, 3, 23-34.
- Karabulut, B., & Tunçtürk, R. (2019). Investigation of agricultural and quality characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars growing as main crop in the Diyarbakır-Bismil ecological conditions. *Yuzuncu Yil University Journal of the Institute of Natural and Applied Sciences*, 24, 97-104.

- Kaya, A.R., & Kılınç, A. (2020). Determination of yield and yield components of some peanut varieties (*Arachis hypogaea* L.) in Kahramanmaraş conditions. *Yuzuncu Yil University Journal of the Institute of Natural and Applied Sciences*, 25, 21-31.
- Kurt, C., Bakal, H., Güllüoğlu, L., Onat, B., & Arioğlu, H.H. (2016). Determination of agronomic and quality characteristic of some cultivars in the second crop conditions of the Cukurova region. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11, 112-119.
- Onat, B., Bakal, H., Güllüoğlu, L., & Arioğlu, H.H. (2017). The effects of row spacing and plant density on yield and yield components of peanut grown as a double crop in Mediterranean environment in Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 22, 71-80. <https://doi.org/10.17557/TJFC.303885>
- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1980). *Principles and procedures of statistics*. A biometrical approach, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Şahin, C.B., Yılmaz, M., & İşler, N. (2022). Determination of oil quality and fatty acid compositions of some peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes grown in Mediterranean Region. *Turkish Journal of Field Crops*, 27, 142-148. <https://doi.org/10.17557/tjfc.1095649>
- TUIK (2022). Crop production statistics. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr> (Date of access: 07.09.2022).
- Yaşlı, S., İşler, N., & Şahin, C.B. (2020). The effect of single and twin planting patterns on yield and important agricultural characteristics of main cropped peanut under Diyarbakir conditions. *Journal of Agriculture and Nature*, 23, 91-98. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.552168>
- Yılmaz, M. (2022). Determination of saturated and unsaturated fatty acids in late peanut cultivation in the eastern Mediterranean. *Black Sea Journal of Agriculture*, 5, 189-194. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1071618>
- Yılmaz, M., Şahin, C.B., & 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, 8-17.
- Yılmaz, M., & Jordan, D.L. (2022). Effect of plant density on yield and quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 27, 217-223. <https://doi.org/10.17557/tjfc.1148572>
- Yol, E., Üstün, R., Gölükçü, M., & Uzun, B. (2017). Oil content, oil yield and fatty acid profile of groundnut germplasm in mediterranean climates. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94, 787-804. <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2981-3>
- Yol, E., & Uzun, B. (2018). Influences of genotype and location interactions on oil, fatty acids and agronomical properties of groundnuts. *Grasas y Aceites*, 69, 276. <https://doi.org/10.1007/s11746-017-2981-3>
- Yousif, D.P., & Hussain, A. (2019). Effect of genotype and plant density on growth characteristics and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in central region of Iraq. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 19, 101-106. <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2019.19.556092>

Dondurarak depolamaya karşılık geleneksel depolama yönteminde nar ve portakal sularının toplam antioksidan kapasitelerindeki değişimler

The changes in total antioxidant capacities of pomegranate and orange juice in frozen storage versus traditional storage methods

Ceylan FİDAN BABAT¹, Rümeyza GÖK¹, Kübra KADIOĞLU¹, Hatice TATLI¹, Esra YILMAZ¹,
Doğan ÇETİN¹, Metin KONUŞ², Can YILMAZ¹

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van, Türkiye.

²Hitit Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Çorum, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|---|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 17.06.2022 Accepted / Kabul: 28.12.2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite Meyve suları Geleneksel depolama Dondurucuda depolama DPPH metodu</p> <p>Keywords: Antioxidant activity Fruit juices Traditional storage Frozen storage DPPH assay</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Ceylan FİDAN BABAT ceylanfidan@yyu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Bu çalışmanın amacı, hasat sonrası ürün kaybının önlenmesi için Akdeniz bölgesindeki evlerde halen kullanılan çam iğneleri ve pamuk tohumları kombinasyonundan oluşan geleneksel depolama ve dondurucuda (-20°C) depolama yöntemlerini nar ve portakal meyvelerinin antioksidan kapasitesini korunma yetenekleri açısından karşılaştırmaktır. Meyveler geleneksel depolama ve dondurucuda depolama grupları olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Geleneksel depolama grubunda; meyveler bir bütün olarak, tasarlanan kasalarda depolanmıştır. Dondurucuda depolama grubunda ise meyveler sıkılmış ve meyve suları -20°C'de depolanmıştır. İlk antioksidan kapasite ölçümleri meyve örnekleri laboratuvara gelir gelmez 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil yöntemi kullanılarak yapılmış, ikinci ve üçüncü ölçümler ise sırasıyla 3. ve 6. aylarda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar her iki depolama yönteminin 3 aylık depolama süresince toplam antioksidan kapasiteyi koruma yetenekleri açısından benzer olduklarını, geleneksel depolama yönteminin en az üç aylık depolama için güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Altı ay sonunda ise geleneksel depolama ile depolanan nar ve portakalların antioksidan aktivitelerinde %20 ve %33 oranında kayıp gerçekleşirken dondurucuda depolanan meyve sularının antioksidan aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The aim of this study was to compare the efficiency of traditional storage, in which a combination of pine needles and cotton seeds are used, and frozen storage (at -20°C) for pomegranates and oranges in terms of the changes in total antioxidant capacities. Both methods are used, especially in the Mediterranean region, in order to prevent post-harvest loss of agricultural products. The fruits were divided into two groups: traditional storage group which contained the fruits stored as a whole and the frozen storage group, which included fruit juices stored at -20°C. All the antioxidant capacities were detected by using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil method. The first tests were conducted as soon as the fruit samples arrived at the laboratory and the following measurements were performed at the end of the 3rd and 6th months. The results revealed that both storage methods were comparable in their ability to preserve the total antioxidant capacity for 3 months of storage and the traditional storage method can be used reliably for at least three months of storage of fruits. However, the antioxidant activities of pomegranate and orange juices stored for 6 months of conventional method were decreased by 20% and 33%, respectively. During the 6-month period, no statistically significant differences in antioxidant activities were observed between frozen fruit juice samples.</p> |
| Cite/Atıf | Fidan Babat, C., Gök, R., Kadioğlu, K., Tatlı, H., Yılmaz, E., Çetin, D., Konuş, M., & Yılmaz, C. (2023). Dondurarak depolamaya karşılık geleneksel depolama yönteminde nar ve portakal sularının toplam antioksidan kapasitelerindeki değişimler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 174-184. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1131086 |

GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L.) ve portakal (*Citrus sinensis*) meyveleri, flavanoller, antosiyaninler ve fenolik bileşikler gibi antioksidanlar açısından çok zengin kaynaklardır; ayrıca nar meyvesi ellagik asit türevleri, punikalagin izomerleri ve diğer hidrolize olabilen tanenleri içermektedir (Gil ve ark., 2000; García-Alonso ve ark., 2004; Klimczak ve ark., 2007). Yapılan çalışmalar meyvelerin antioksidan özelliklerinin özellikle bazı kanser türlerinin, kardiyovasküler bozuklukların, diyabetin, erkek kısırlığının ve Alzheimer Hastalığı'nın önlenmesinde terapötik etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Mena ve ark., 2011; Favela-Hernández, 2016; Ramezani & Erkan, 2017). Epidemiyolojik çalışmalar ile nar ve portakalın tüketiminin sağlık üzerine olumlu etkilerinin ortaya çıkarılması, bu meyveleri değeri yüksek ürünler haline getirmiş ve dünya çapında üretimi, tüketimi ve pazarlamasında oldukça büyük bir artış meydana gelmiştir (Sun-Waterhouse, 2011; Lagha-Benamrouche & Madani, 2013; Selçuk & Erkan 2015).

TÜİK'in 2020 verilerine göre Türkiye, dünyada en çok nar üretimi ve ihracatı yapan ülkeler arasında Hindistan, İran ve Çin'den sonra 4. sırada yer almaktadır ve 2019 yılında 559.171 ton üretimi ve 155.189 ton ihracatı yapılmıştır (Anonim, 2020). Portakal için ise, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünyada en önemli üretici ülkeler Brezilya, Çin, ABD ve Hindistan'dır ve Türkiye toplam üretim bakımından dünyada 7. sıradadır (Sanofe, 2014; FAO, 2019). FAO'nun 2020 verilerine göre Türkiye'de kış meyvelerinden portakalın 2019'da 1.7 milyon ton üretimi ve 238.7 bin ton ihracatı yapılmıştır.

Tüketici tarafından meyvelerin kalitesi büyüklük, şekil, renk ve sertlik gibi fiziksel özellikleri değerlendirilerek belirleniyor olsa da son yıllarda, tüketicilerin sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen mineraller, vitaminler, diyet lifleri gibi fitokimyasallar ile sağlanan bitkisel besin içeriği ile ilgili fizikokimyasal özelliklerin önemine dair farkındalık artmıştır. Bu fizikokimyasal özellikler, genotipik ve tarımsal-çevresel faktörler tarafından belirlenir, ancak ürün tarladan alındıktan sonra dinamik olarak değişir ve hasat sonrası işleme büyük ölçüde bağlıdır (Kyriacou ve Rouphael, 2018). Meyvelerin hem iç hem de dış pazarlara sevkiyatı sırasında depolama koşullarından kaynaklanan kayıpların en aza indirilmesi ve mevcut kalitenin korunması yüksek kaliteli meyve tedarikini sürdürmek için çok önemlidir (Sidhu ve ark., 2019; Elik ve ark., 2019). Nar ve portakal meyveleri için sırasıyla en uygun depolama sıcaklığı aralığı 0-5°C ve 0-9°C'dir, ayrıca %85-90 bağıl nem oranı sağlanmalıdır (Tan & Considine, 2016; Özdemir & Atabey, 2022). Son yıllarda, meyvelerin depolanması için yapılan araştırma ve geliştirme faaliyetleri, taze hasat edilen meyvelerin orijinal kalitesini koruyarak, depolama ömürlerini uzatmak amacıyla yeni hasat sonrası depolama teknolojilerinin uygulanmasını hedeflemiştir (Çeler ve ark., 2019). Bu amaçla geliştirilen teknolojiler arasında nar meyvesi için kontrollü atmosferlerin uygulanması, polimerik filmlerde modifiye atmosfer paketlemenin kullanımı, soğuk depolama sırasında ısı işlemlerin uygulanması işlemleri uzun zamandır kullanılmaktadır ve nanoteknolojik uygulamalar da son yıllarda yaygınlaşmıştır (Artes & Tomas-Barberan, 2000; Liu ve ark., 2020). Ayrıca klorlu su + askorbik asit/sitrik asit içeriğinden oluşan dezenfektan çözeltileri ile nar meyvelerinin yıkandığı kimyasal uygulamalar da mevcuttur (Çil ve ark., 2020). Portakal için ise meyvenin difenil emdirilmiş kâğıda sarılması yaygın bir uygulamadır (Erkan & Pekmezci, 2000). Bu uygulama ile portakalın depolanması sırasında kabukta küf gelişimi önlenmektedir. Ayrıca soğuk hava depolarında depolanmaları diğer bir yöntemdir. Bu yöntemler, meyveleri istenen kalitede ve minimum kayıpla koruma yeteneklerinde farklılık gösterse de, ürünleri 4-6 aya kadar koruyabilir (Tan & Considine, 2016). Öte yandan, özellikle soğuk şok, modifiye torba kullanımı, difenil emdirilmiş kâğıtların kullanılması ve soğuk hava depoları maliyeti arttırmakta ve çevresel bir tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca kimyasal uygulamalarda uygulanan kimyasalların ürün üzerinde ne kadar kalıntı bıraktığının ve bunun insan sağlığı üzerine etkisinin tespiti gerekmektedir.

Hasat sonrası kayıplar, hasat anından tüketime kadar ürünün miktarında ve kalitesinde meydana gelen hasarı içerir ve modern tarım için büyük bir sorun olmaya devam etmektedir. Taze ürünlerde hasat sonrası kayıp miktarının gelişmiş ülkelerde %5 ila %25 ve gelişmekte olan ülkelerde %25 ila %50 oranında olduğu tahmin edilmektedir. Bu muazzam gıda israfı, insanlık üzerinde mevcut uygulamaları iyileştirme ve israfı azaltmak için yeni depolama

teknolojileri geliştirme konusunda önemli bir ekonomik, sosyal ve ekolojik yük oluşturmaktadır (Gustavsson ve ark., 2011; Buzby ve ark., 2014).

Bu çalışmanın amacı, yalnızca nar ve portakal meyveleri için değil, özellikle narenciye ürünleri olmak üzere diğer bazı meyveler için de uygun olacak, günümüz depolama teknolojilerine alternatif ucuz, çevresel ve evsel bir depolama yöntemi olan geleneksel depolamanın etkinliğini test etmektir. Günümüzde Akdeniz kıyılarında yüksek nem nedeniyle ürün kayıplarının çok muhtemel olduğu bölgelerdeki evlerde, çam iğneleri ve pamuk tohumları kombinasyonundan oluşan geleneksel depolama yöntemi halen kullanımdadır. Bu kombinasyon uygulanarak tasarlanan çevre dostu ve ekonomik meyve kasalarının kullanıldığı mevcut çalışmanın amacı nar meyvelerinin depolama ömrünü 3-4 aya kadar uzatmak ve meyve suyunun besleyici değeri açısından önemli parametrelerden biri olan antioksidan kapasitesinin korunmasına etkisini incelemektir. Çalışmada, dondurucuda (-20°C) tutulan meyve suları ve tasarlanan meyve kasalarında depolanan nar ve portakaldan elde edilen meyve suları, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metodu kullanılarak toplam antioksidan kapasiteleri açısından karşılaştırılmıştır.

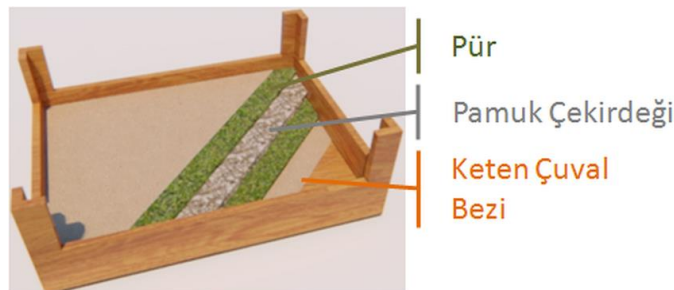
MATERYAL ve YÖNTEM

Kimyasallar ve standartlar

Askorbik asit standardı VWR firmasından (Radnor, Pennsylvania, United States), DPPH ve saf etanol Sigma-Aldrich firmasından (St. Louis, Missouri, USA) temin edilmiştir. Tüm kimyasallar moleküler biyoloji kalitesinde ve mevcut en yüksek saflık derecesinde kullanılmıştır.

Meyve örnekleri ve meyve sularının hazırlanması

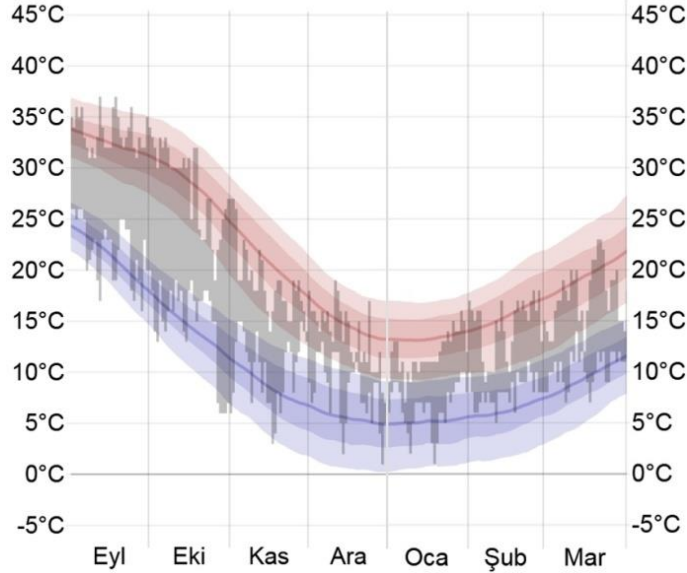
Hicaz narı ve Washington Navel portakal meyveleri Hatay'daki yerel üreticilerden temin edilmiştir. Portakal ve nar meyveleri dallarından makaslarla kesilerek toplandıktan sonra iki gruba ayrılmıştır. Çalışmanın deneysel aşamaları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Meyveler ve ağaçlar arasındaki farklılıkları ortadan kaldırmak için istatistiksel olarak yeterli sayıda örnek kullanılmıştır (n=10); her ölçüm grubunda 10 meyve bulunmaktadır. Meyvelerin ortalama ağırlıkları nar için 320±25 g ve portakal için 110±9 g olarak belirlenmiştir. İlk gruptaki meyvelerin suyu taze olarak sıkıldıktan sonra ortak bir havuzda toplanmış, 15 mL steril falkon tüpler içerisine bölünen meyve suları, hava ile teması en az olacak şekilde hızla -20°C derin dondurucuya kaldırılmıştır. Geri kalan portakal ve nar sularının toplam antioksidan kapasitesi DPPH yöntemiyle tayin edilerek ilk ölçümler tamamlanmıştır. Sonraki aylarda kullanılan meyveler ise birbirlerine temas etmeyecek şekilde, soğutma ve havalandırma sistemi bulunmayan, pencerelerden gün ışığı almasına izin verilmekte olan boş bir odada geri dönüşümlü malzemelerden üretilmiş ahşap kasalarda depolanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan kasaların tasarımı
Figure 1. The design of the crates used in the study

Tasarlanan kasaların tabanları kaba keten çuval bezi üzerine bir kat pür tabakası (Halep çamı (*Pinus halepensis*) yaprakları), pür tabakası arasına ise pamuk çekirdekleri (*Goyspium spp.*) döşenerek sabitlenmiştir. Pamuk

çekirdekleri yerel çırçır fabrikalarından, pür bölgesel Halep çamı ağaçlarından temin edilmiştir. Geleneksel depolama için ortam sıcaklığı, ölçümlerin gerçekleştirildiği dönem boyunca 5-25°C arasında değişmiştir (Şekil 2). Şekilde depolama periyodu boyunca ortam sıcaklığının ortalaması üzerindeki değerler kırmızı çizgi ve altındaki değerler mavi çizgi ile belirtilmiştir.



Şekil 2. Depolama periyodu boyunca ortam sıcaklığındaki değişim (kaynak: <https://tr.weatherspark.com>)

Meyveler için hasat zamanı Eylül sonu, depolama periyodunun tamamlanması ise Mart sonudur

Figure 2. The changes in ambient temperature during storage period (source: <https://www.weatherspark.com>)
Harvest time for fruits is the end of September and the completion of the storage period is the end of March

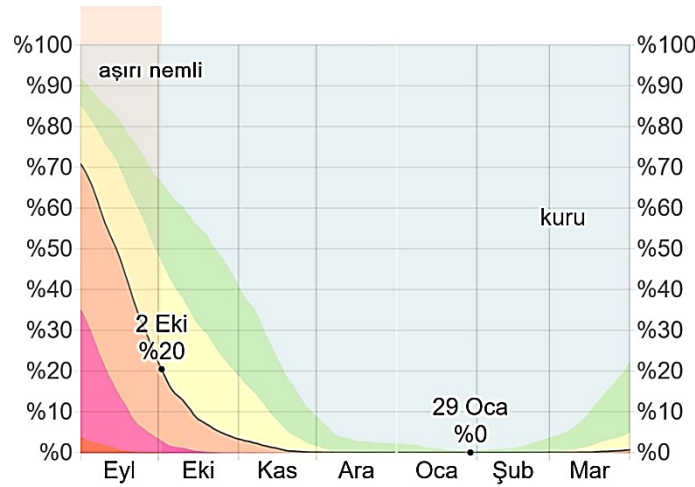
Şekil 3'te bu sıcaklık aralığında muhafaza edilen nar örneklerinin 6. ay sonundaki görüntüleri ve kasalara ilk yerleştirilen portakal örneklerine ait görüntüler mevcuttur. İkinci ve üçüncü ölçümler, sırasıyla 3 ve 6 ay sonra 10'ar adet meyve örneklerinden aynı prosedür ile elde edilen yeni sıkılan ve -20°C dondurucuya alınan meyve sularının kullanılmasıyla yapılmıştır.



Şekil 3. Kasalarda depolanan meyveler. 6 ay sonunda nar meyveleri (a), kasalara ilk yerleştirilen portakallar (b)
Figure 3. The fruits which were stored in crates., Pomegranate fruits at the end of 6 months (a), fresh oranges placed in crates (b)

Depolama ortamında ölçülen ortalama nem miktarlarındaki değişimler Şekil 4'te görülmektedir. Ortamın nem miktarı yüzde değer ile ifade edilmiş ve siyah çizgi ile gösterilmiştir. Grafikte farklı renklerle gösterilen alanlar gün içerisinde rahat (yeşil) – nemli (sarı) - aşırı nemli (turuncu) – basık (pembe) – dayanılmaz (kırmızı) ölçeğinde

değişimlerin, etkili oldukları toplam süreleri ifade etmektedir. Depolama süreci boyunca ortalama nem miktarı %3'ten daha azdır.



Şekil 4. Depolama periyodu boyunca ortamın nem miktarındaki değişim (kaynak: <https://tr.weatherspark.com>)

Meyveler için hasat zamanı Eylül sonu, depolama periyodunun tamamlanması ise Mart sonudur

Figure 4. The changes in ambient humidity during storage period (source: <https://www.weatherspark.com>)

Harvest time for fruits is the end of September and the completion of the storage period is the end of March

Meyve sularının toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi

Bu çalışmada, geleneksel depolama yöntemi ile depolanan nar ve portakal meyvelerinin taze olarak sıkılmasıyla elde edilen örneklerin ve dondurucuda depolama yöntemi ile muhafaza edilen nar ve portakal suları örneklerinin besin değerinin karşılaştırılması antioksidan kapasitelerinin ölçülmesi ile sağlanmıştır. Antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması için kullanılan parametre; ilk DPPH konsantrasyonunun %50'sinin sönmüldüğü seyreltme faktörü (SF₅₀)'dür. Yüksek SF₅₀ değeri daha düşük meyve suyu konsantrasyonunu ve dolayısıyla daha yüksek antioksidan kapasiteyi ifade etmektedir. Test edilen her örnek için elde edilen en iyi %RSA grafiğinin eğimi SF₅₀ değerini hesaplamak için kullanılmıştır.

Meyve sularının toplam antioksidan aktiviteleri, Blois'in kullandığı DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil) metodunun uyarlanmış haliyle belirlenmiştir (Blois, 1958; Konuş ve ark., 2019). DPPH yönteminin laboratuvar koşullarında çalıştığını garantilemek amacıyla bu prosedür genel standart antioksidanlardan biri olan askorbik asitin farklı konsantrasyonları için her deney öncesinde uygulanmış ve örnek ölçümleri daha sonra gerçekleştirilmiştir. Yeni sıkılmış veya dondurulmuş meyve sularının ölçümlerinde uzun süre hava ile temasları engellenmiştir. Donmuş örnekler buz üzerinde inkübe edilerek çözdürülmüş, bu sayede çözdürme sırasında meydana gelen toplam antioksidan kapasite kayıpları minimuma indirilmiştir. Ölçümden önce her numune için 3 tekrarlı 5 seri seyreltme (1X-16X) yapılmış ve absorbans değerleri spektrofotometre (PG Instruments, T80+ UV/VIS) kullanılarak 517 nm dalgaboyunda ölçülmüştür. Meyve sularının hazırlanan her bir seri dilüsyonuna karşılık gelen %RSA (Radikal Sönümleyici Aktivite) değerleri Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır.

$$\%RSA = \frac{(ABS_{Kör} - ABS_{Örnek})}{ABS_{Kör}} \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

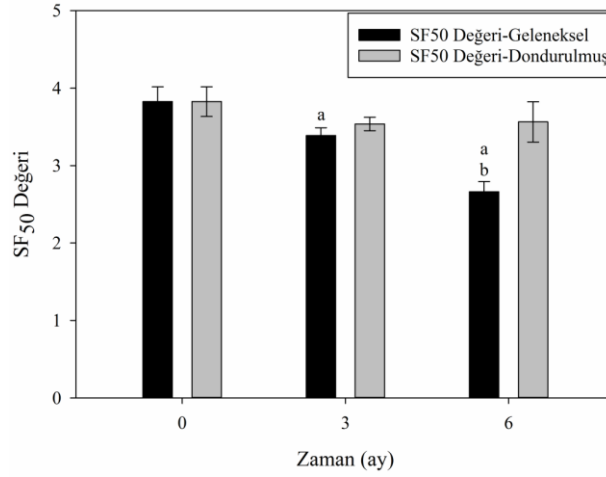
ABS_{Kör} ve ABS_{Örnek} sırasıyla körün ve test edilen örneğin absorbanslarını ifade etmektedir.

İstatistik analizler

Ölçümler her iki test grubu için üçer tekrarlı olarak yapılmıştır. İstatistiksel analizler SigmaPlot 13.0 lisanslı istatistik programında Student-t testi kullanılarak ortalamanın standart hatasının hesaplanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

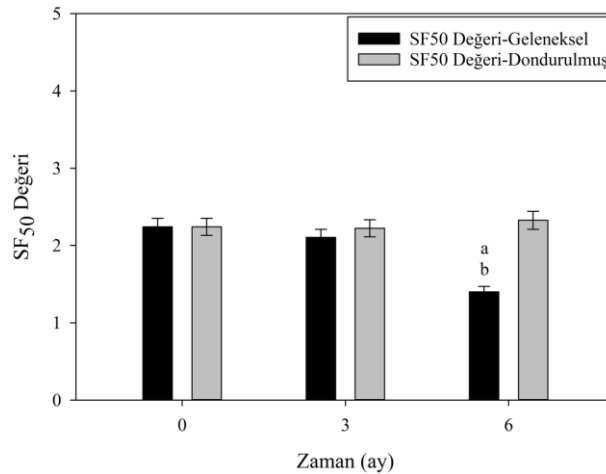
Dondurucuda (-20°C) 6 aylık süreçte depolama ile nar ve portakal sularındaki toplam antioksidan kapasite değişimleri sırasıyla Şekil 5'te ve Şekil 6'da görülmektedir. Buna göre -20°C'de depolanan nar suyunun antioksidan kapasitesinde yeni sıkılan örnekler göre ilk 3 ay içerisinde %8 oranında bir düşüş gözlenmiş ve 6 aylık depolama sonunda bu oran değişmemiştir. Portakal suyu için ise -20°C'de 3 ay depolanan meyve suyunun antioksidan kapasitesinde yeni sıkılan örnekler göre bir değişim olmadığı ancak 3. ve 6. aylar sonunda ölçülen antioksidan kapasiteleri arasında %5'lik bir fark olduğu gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçları -20°C'de depolanan nar ve portakal sularının yeni sıkılan örnekler göre toplam antioksidan kapasitelerinde 6 aylık periyotta istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığını göstermiştir. Bu anlamda elde edilen sonuçlar, 10 gün süresince -18 ve -70°C'de depolamanın portakal ve elma sularının fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitesi üzerindeki etkisini değerlendiren Polinati ve ark. (2010)'nın sonuçları ile tutarlıdır. Araştırmacılar her iki meyve suyunun polifenolik içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin -18°C'de değişmediği sonucuna varmıştır. Bir diğer çalışmada yaban mersinini 3 ay süresince -20°C'de depolamanın total antioksidan kapasite üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Lohachoompol ve ark., 2004). Meyvelerdeki biyoaktif bileşikler başlıca A ve C vitaminleri, karotenoidler ve fenoliklerdir. De Ancos ve ark. (2000) ve Gonz'alez ve ark. (2003) dondurma ve uzun süreli depolama (sırasıyla -20°C'de 1 yıl; -24°C'de 3 ay) sırasında dondurma işleminin ahududu meyvesinin toplam fenoliklerini ve antiradikal etkinliğini değiştirmedikleri sonucuna varmıştır. Mevcut çalışma sonuçları da depolama süresinin, meyve sularının antioksidan aktivitesini önemli ölçüde etkilemediğini, -20°C'lik sıcaklığın antioksidan aktivite üzerinde koruyucu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak sonuçlar, -25°C'de depolamanın narın toplam fenolik bileşenleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisini araştıran Mirsaedghazi ve ark. (2015)'nin elde ettiği sonuç ile çelişmektedir. Bu araştırmacılar 20 günlük süreç içerisinde 5 gün aralıklarla DPPH metodu ile ölçtükleri antioksidan aktivite kapasitelerinde, toplam antosiyanin ve fenolik içerik konsantrasyonunda düşüş olduğu sonucuna varmıştır. Meyvelerin antioksidan aktivitesi üzerine dondurucuda depolamanın etkisine ilişkin farklı literatür çalışmalarında bildirilen sonuçlar karşılaştırıldığında, bu sonuçlar arasında, kullanılan antioksidan aktivite tayin metodundan bağımsız olarak tutarsızlıklar olduğu görülmektedir. Bu tutarsızlıklar meyve yaralanması veya dondurulan meyve suyunu çözme yöntemi gibi süreçlerden ve/veya ham materyalin kendisinden kaynaklanabilir (Cisneros-Zevallos, 2003; Reyes ve ark., 2007; Neri ve ark., 2020). Daha açık bir ifadeyle, yetiştirme yöntemi, olgunlaşma derecesi, hasat mevsimi ve hasat öncesi veya hasat sonrası soğuk stresleri, bitki dokularının bileşimini ve dolayısıyla mekanik dayanıklılığını, donma ve çözüldükten sonra polifenollerin salınımı ve oksidasyonu üzerinde etkileri olan süreçler ile indüklenen fiziksel streslere tepkilerini önemli ölçüde etkileyebilir Bu değişkenler özellikle, fenolik bileşiklerin biyosentez yollarını değiştirerek toplam fenolik içeriği ve bileşimini, dolayısıyla antioksidan kapasiteyi ve ayrıca doğal kriyoprotektanlar olarak işlev gören proteinlerin ve şekerlerin içeriğini etkilemektedir (Neri ve ark., 2020).



Şekil 5. Nar suyunda ölçülen toplam antioksidan kapasite değerlerinde altı aylık depolama periyotunda meydana gelen değişimler. "a" kontrol grubu ölçümlerine (0 ay), "b" ise 3 ay depolama sonrası ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı değişimi işaret etmektedir ($p < 0.05$)

Figure 5. The changes in the total antioxidant capacity values measured for pomegranate juice in the six-month storage period. "a" and "b" indicate a statistically significant change compared to control group measurements (0 months) and measurements after 3 months, respectively ($p < 0.05$)

Literatürde, mevcut çalışmada kullanılan kasalarda veya benzer materyaller ile tasarlanan depolama araçlarında depolanan meyvelerin antioksidan kapasitesindeki değişimi inceleyen herhangi bir çalışma yoktur. Geleneksel depolama yöntemi ile depolanan nar (Şekil 5) ve portakal (Şekil 6) meyvelerinin sıkılmasıyla elde edilen meyve sularında toplam antioksidan kapasite değişimi incelendiğinde 3 aylık depolama sonunda örneklerin toplam antioksidan kapasitelerinde yeni sıkılan örneklerle karşılaştırıldığında nar ve portakal suyu için yalnızca %11 ve %5 oranında düşüş meydana gelmiştir. Dondurucuda depolanan örnekler için ise bu oran sırasıyla %8 ve %0'dır.



Şekil 6. Portakal suyunda ölçülen toplam antioksidan kapasite değerlerinde altı aylık depolama periyotunda meydana gelen değişimler. "a" kontrol grubu ölçümlerine (0 ay), "b" ise 3 ay depolama sonrası ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı değişimi işaret etmektedir ($p < 0.05$)

Figure 6. The changes in the total antioxidant capacity values measured for orange juice in the six-month storage period. "a" and "b" indicate a statistically significant change compared to control group measurements (0 months) and measurements after 3 months, respectively ($p < 0.05$)

Bu sonuçlar, meyve sularını 3 aylık süreç için dondurucuda depolama ile geleneksel olarak depolama arasında antioksidan kapasitelerindeki değişim açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Yani elde edilen veriler, hasat sonrası geleneksel depolama yönteminin meyveleri depolamada en az üç aylık süreç için güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Bu anlamda 3 aylık depolama için geleneksel depolama yöntemi dondurucuda depolama yöntemine göre çok daha çevre dostu bir yaklaşımdır. Geleneksel depolama yönteminde kullanılan ahşap kasalar, çam iğneleri ve pamuk tohumları kombinasyonu tamamen geri dönüştürülebilir malzemelerdir. Ayrıca enerji maliyetindeki artış göz önüne alındığında, 3 aylık depolama için geleneksel depolama yönteminin tercih edilmesi dondurucuda depolamaya göre çok daha ekonomiktir. Öte yandan, geleneksel depolama yöntemi ile depolanan örneklerde sonraki üç ay içerisinde sırasıyla nar ve portakal suyu için antioksidan aktivitelerinde %20 ve %33 oranında düşüş meydana gelmiştir. Bu sonuçlar 3 aydan daha uzun süreli depolama için dondurucuda depolamanın daha iyi bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, meyve ve sebzeler söz konusu olduğunda, ekilen ürünlerin %50'si kadarı hasat sonrası tüketiciye ulaşmaya kadar bozulmaktadır. Diğer bir deyişle, yetiştirilen tüm ürünlerin neredeyse yarısı tüketim aşamasına gelmeden kaybolmaktadır (Gustafsson ve ark., 2011). Bu nedenle ürünlerin depolama ömürlerini uzatmak amacıyla pek çok hasat sonrası depolama yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada Akdeniz bölgesindeki evlerde halen kullanılan, çam iğneleri ve pamuk tohumları kombinasyonundan oluşan geleneksel depolama yöntemi ile dondurucuda (-20°C'de) depolamanın nar ve portakal meyvelerinin toplam antioksidan kapasitelerini koruma yetenekleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları her iki depolama yönteminin de 3 aylık süreç için toplam antioksidan kapasiteyi koruma yetenekleri açısından benzer olduklarını göstermiştir. Ayrıca sonuçlar 3 aydan daha fazla depolamanın yapıldığı durumda, dondurucuda depolanan meyve sularındaki toplam antioksidan kapasite değişiminin geleneksel yöntem ile depolamaya göre daha az olduğunu göstermiştir. Bu durumda 3 aylık depolama için geleneksel depolama yöntemini tercih etmek daha ekonomik olacaktır, ancak 3 aydan daha fazla depolamanın hedeflendiği durumlarda dondurucuda depolama tercih edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 2242 Üniversite Öğrencileri Araştırma Proje Yarışmaları'nda bölge ikinciliği ödülüne layık görülmüştür. Yazarlar TÜBİTAK'a ve sağladığı laboratuvar olanakları için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne teşekkür eder.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- Anonim (2020). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 20 Şubat 2022).
- Artes, F., & Tomas-Barberan, F.A. (2000). Post-harvest technological treatments of pomegranate and preparation of derived products. *CIHEAM-Options Mediterraneennes*, 42, 199-204.

- Atlı, H.F., & Sahin, A. (2021). Hatay ili Dörttyol ilçesinde portakal üretimi ve pazarlaması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8 (3), 834-846. <https://doi.org/10.30910/turkjans.817187>
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181 (4617), 1199-1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Buzby, J.C., Farah-Wells, H., & Hyman, J. (2014). The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States. *USDA-ERS Economic Information Bulletin*, 121. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2501659>
- Çeler, A.G., Gündüz, K., & Serçe, S. (2019). Çilekte Lysophosphatidylethanolamine (LPE) uygulamalarının derim sonrası muhafazasında pomolojik ve fitokimyasal özellikler üzerindeki etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 188-197.
- Cisneros-Zevallos, L. (2003). The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 68 (5), 1560-1565. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb12291.x>
- Çil, O., Erdem, F., & Aday, M.S. (2020). Nar (*Punica granatum*): Sağlığa yararı, ekonomik değeri ve hasat sonrası muhafaza metotları. *Gıda/The Journal of Food*, 45 (5). <https://doi.org/10.15237/gida.GD20078>
- De Ancos, B., Ibanez, E., Reglero, G., & Cano, M.P. (2000). Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds of raspberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (3), 873-879. <https://doi.org/10.1021/jf990747c>
- Elik, A., Yanik, D.K., Istanbulu, Y., Guzelsoy, N.A., Yavuz, A., & Gogus, F. (2019). Strategies to reduce post-harvest losses for fruits and vegetables. *Strategies*, 5 (3), 29-39. <https://doi.org/10.7176/JSTR/5-3-04>
- Ergun, M. (2012). *Pomegranate*. In: Siddiq M (ed) *Tropical and subtropical fruits: postharvest physiology, processing and packaging*. Wiley, New York. pp. 529-548.
- Erkan, M., & Pekmezci, M. (2000). The effects of different storage temperatures and postharvest treatments on storage and chilling injury of 'Washington Navel' oranges. In: M. Herregods (Ed.); *Acta Horticulture*, 518, 93-100. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.518.11>
- FAO (2019). FAOSTAT online database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi: 01 Nisan 2022).
- FAO (2020). Citrus fruit fresh and processed-statistical bulletin 2020. <https://www.fao.org/3/cb6492en/cb6492en.pdf>
- Favela-Hernández, J.M.J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M.A., Esquivel-Ferriño, P.C., & Camacho-Corona, M.D.R. (2016). Chemistry and pharmacology of *Citrus sinensis*. *Molecules*, 21 (2), 247. <https://doi.org/10.3390/molecules21020247>
- García-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J.C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84 (1), 13-18. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00160-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00160-2)
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., & Kader, A.A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (10), 4581-4589. <https://doi.org/10.1021/jf000404a>
- Gonzalez, E.M., de Ancos, B., & Cano, M.P. (2003). Relation between bioactive compounds and free radical-scavenging capacity in berry fruits during frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (7), 722-726. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1359>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Mey-beck, A. (2011). *Global food losses and food waste*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>

- Konuş, M., Yılmaz, C., Özdoğan, N., Çetin, D., Kızılkın, N.D., & Kayhan, A. (2019). Testing of reproducibility and consistency of commonly used five different antioxidant capacity methods on turnip juice. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (12), 2233-2238. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2233-2238.3006>
- Kyriacou, M.C., & Roupael, Y. (2018). Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 234, 463-469. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.046>
- Lagha-Benamrouche, S., & Madani, K. (2013). Phenolic contents and antioxidant activity of orange varieties (*Citrus sinensis* L. and *Citrus aurantium* L.) cultivated in Algeria: Peels and leaves. *Industrial Crops and Products*, 50, 723-730. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.048>
- Liu, W., Zhang, M., & Bhandari, B. (2020). Nanotechnology-A shelf life extension strategy for fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (10), 1706-1721. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1589415>
- Lohachoopol, V., Srzednicki, G., & Craske, J. (2004). The change of total anthocyanins in blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 248. <https://doi.org/10.1155/S1110724304406123>
- Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D.A., Bartual, J., Saura, D., & Martí, N. (2011). Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (10), 1893-1906. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4411>
- Mirsaeedghazi, H., Emam-Djomeh, Z., & Ahmadvani, R. (2014). Effect of frozen storage on the anthocyanins and phenolic components of pomegranate juice. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (2), 382-386. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0504-z>
- Neri, L., Faieta, M., Di Mattia, C., Sacchetti, G., Mastrocola, D., & Pittia, P. (2020). Antioxidant activity in frozen plant foods: Effect of cryoprotectants, freezing process and frozen storage. *Foods*, 9 (12), 1886. <https://doi.org/10.3390/foods9121886>
- Özdemir, A.E., & Atabey, T. (2021). Hatay yöresinde yetiştirilen 'Hicaznar' ve 'Katırbaşı' nar çeşitlerinin soğukta ve modifiye atmosferde muhafazası. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 617-634. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.943311>
- Pienaar, L., & Barends-Jones, V. (2021). The economic contribution of South Africa's pomegranate industry. *Agriprobe*, 18 (4), 57-64. <https://doi.org/10.10520/ejc-agriprob-v18-n4-a2>
- Polinati, R.M., Faller, A.L.K., & Fialho, E. (2010). The effect of freezing at -18 C and -70 C with and without ascorbic acid on the stability of antioxidant in extracts of apple and orange fruits. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (9), 1814-1820. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02333.x>
- Ramezani, A., & Erkan, M. (2017). *Pomegranates (Punica granatum L.)*. *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, 2nd Edition*, 1179-1194. <https://doi.org/10.1002/9781119158042.ch61>
- Reyes, L.F., Villarreal, J.E., & Cisneros-Zevallos, L. (2007). The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. *Food Chemistry*, 101 (3), 1254-1262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.032>
- Sanofer, A.A. (2014). Role of citrus fruits in health. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 6 (2), 121.
- Selcuk, N., & Erkan, M. (2015). Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv. 'Hicaznar' during long-term storage under modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.018>
- Sidhu, H.S., Díaz-Pérez, J.C., & MacLean, D. (2019). Controlled atmosphere storage for pomegranates (*Punica granatum* L.): Benefits over regular air storage. *HortScience*, 54 (6), 1061-1066. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13796-19>

- Sun-Waterhouse, D. (2011). The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (5), 899-920. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02499.x>
- Tan, S.C., & Considine, M. (2006). *Storage conditions for fresh fruit and vegetables*. Farmnote Department of Agriculture and Food, WA28/88, 145.

Hatay ilinde zeytin yetiştiriciliğinin sosyo-kültürel analizi

Socio-cultural analysis of olive cultivation in Hatay Province

İpek SEZER¹ , Sefer DEVİREN¹ , İsmail YAMAN¹ , Erdal DAĞISTAN² , Celil TOPLU³ 

¹Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antakya, Hatay, Türkiye.

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

³Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya, Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|---|---|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 24.11.2022 Accepted / Kabul: 04.01.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarımsal işletme Zeytin Yayım Hatay Hasat yöntemleri</p> <p>Keywords: Agricultural enterprises Olive Extension Hatay Harvesting methods</p> <p> Corresponding author/Sorumlu yazar: İsmail YAMAN ismail.yaman@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</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Bu çalışma kapsamında; 2019 yılında Hatay'ın zeytin üretimi konusunda önemli ilçelerinde tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenen zeytincilik işletmelerinin özellikleri incelenmiştir. Hatay'da zeytin yetiştiriciliğinin mevcut durumunun analizi, üreticilerin teknik ve sosyo-kültürel yapısı ve üretimin yapısal sorunlarının tespiti ile tarımda faaliyet gösteren paydaş kuruluşların üreticiye yönelik faaliyet planlarıyla ilgili yol gösterici veriler elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Çiftçi Kayıt Sistemi verileri kullanılarak sahada uygulanan üretici anketleri yoluyla; Altınözü, Antakya, Yayladağı, Kırıkhan, Hassa, Samandağ ve Arsuz ilçelerinde belirlenen zeytin işletmelerinin, sosyo demografik özellikleri, kültürel özellikleri, hasat ve verim özellikleri ile üreticilerin yaşadığı sorunlar belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları üreticilerin belirli bir tecrübeye sahip olmasına rağmen budama ve zirai mücadele gibi bazı teknik konularda henüz yeterli düzeyde bilinçli olmadığını göstermektedir. Çalışmadan bölgede faaliyet gösteren ar-ge kuruluşları ve tarımsal yayım elemanları için önemli veriler elde edilmiştir. Bu veriler çiftçilere yönelik eğitim ve yayım çalışmalarının planlanması bakımından önemlidir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Scope of this work; In 2019, the characteristics of olive farming enterprises determined by random sampling method in the important districts of Hatay in terms of olive production were examined. It was aimed to analyze the current situation of olive cultivation in Hatay, to determine the technical and socio-cultural structure of farmers and to determine the structural problems of production, and to obtain guiding data about the activity plans of the stakeholder organizations operating in agriculture. For this purpose, through the farmer surveys applied in the field using the Farmer Registration System data of the Ministry of Agriculture and Forestry Türkiye; The socio-demographic characteristics, cultural characteristics, harvest and yield characteristics and the problems of the farmers were determined in the olive enterprises in Altınözü, Antakya, Yayladağı, Kırıkhan, Hassa, Samandağ and Arsuz districts. The results of the study show that although the producers have a certain experience, there is not enough awareness of some technical issues such as pruning and Plant Protection. In this study, important data were obtained for R&D organizations and agricultural extension staff in the region. These data are important in terms of planning training and extension studies for farmers.</p> |
| Cite/Atıf | Sezer, i., Deviren, S., Yaman, İ., Dağistan, E., & Toplu, C. (2023). Hatay ilinde zeytin yetiştiriciliğinin sosyo-kültürel analizi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 185-202. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1209535 |

GİRİŞ

Tarım, insanların temel ve zorunlu ihtiyaçlarının karşılanmasında rol oynayan ve ülkelerin ekonomisine üretim, istihdam ve dış ticaret yoluyla katkı sağlayan önemli bir sektördür. İhtiyaç duyduğu iklim özellikleri nedeniyle daha çok Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Suriye, Fas ve Portekiz) yetiştirilmekte olan zeytin ülkemiz için de önemli bir tarım ürünüdür. Zeytin ülkemizde İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi dışında hemen her bölgede yetiştiriciliğinin yapılabilirliği olmasından dolayı geniş bir üretim olanağına sahiptir.

Türkiye, dünya zeytin üretiminde İspanya, İtalya ve Yunanistan'ın ardından 4. büyük üreticidir (Anonymous, 2021). Türkiye'de zeytin üretimi tarım sektörünün en önemli faaliyetlerden biridir ve ülkemizde 400 bin çiftçi ailesinin geçim kaynağını oluşturmaktadır. Ayrıca zeytin 8-10 bin kişinin gelir elde ettiği ticari bir üründür (Aygün ve ark., 2019). 2021 yılı zeytin üretim istatistiklerine göre Hatay, Türkiye'de üretilen toplam dane zeytinde % 7'lik bir paya sahiptir (Anonim, 2022). Hatay zeytinciliği, ülkemiz zeytin üretimindeki yerinin yanı sıra zeytinin anavatanı olarak kabul edilen bölge içerisinde yer alması ve bölgedeki zeytinciliğin çok eskiye dayanmasıyla da ayrı bir önem taşımaktadır.

Ülkemizin iklim özellikleri ve coğrafi konumu nedeniyle meyveciliğimizde önemli bir yeri olan zeytin, yağlık ve sofralık olarak işlenebilen ve işleme sırasında oluşan yan ürünleri de değerlendirilebilen bir meyvedir. Sağlık açısından değeri kavrandıkça zeytin ve zeytinyağına olan talep ve buna bağlı olarak üretim giderek artmaktadır. Ülkemizde son yıllarda Tarım ve Orman Bakanlığı'nın verdiği destekler kapsamında yeni bahçelerin tesis edilmesiyle zeytin üretim alanlarımız artış göstermektedir. Üretim alanlarının artması sofralık ve yağlık zeytin ve zeytinyağında meydana gelecek ürün artışlarının pazarlanması ihtiyacını beraberinde getirecektir. Ayrıca üretim alanlarındaki bu artış üreticilerin karşılaşacakları sorunları ve çözüm bulunması gereken problemleri artıracaktır. Ülkemiz ve ilimiz açısından önemli bir üretim ve ihracat ürünü olan zeytinin üretimi, zeytinyağına işlenmesi ve pazarlanması aşamalarında yetiştiricilerimize doğru tavsiyelerde bulunabilmek ve bir yol haritası belirlemek için üreticilerin mevcut durumunun ortaya konması oldukça önemlidir.

Bu çalışmada; Hatay'da zeytin yetiştiriciliğinin mevcut durumunun analizi, üreticilerimizin teknik ve sosyo-kültürel yapısı ve üretimin yapısal sorunlarının tespiti ile tarımda faaliyet gösteren paydaş kuruluşların üreticilere yönelik faaliyet planlarına karar verme aşamasında kullanılabilecekleri veriler elde edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın materyalini, Hatay ilinde zeytin üretiminin yoğun olduğu ilçelerdeki zeytin ve zeytinyağı üreticileri ile yüz yüze görüşmelerde yapılan anketlerden elde edilen birincil veriler ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), İlçe Tarım ve Orman Müdürlükleri ve literatür taramasından elde edilen ikincil veriler oluşturmaktadır.

Anket yapılacak saha belirlenirken TÜİK verilerinden yararlanılarak zeytin üretiminin yoğun olarak yapıldığı yedi ilçe belirlenmiştir. Anket yapılacak üreticilerin belirlenmesinde; Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verileri doğrultusunda arazi büyüklükleri ve sahada aktif olarak çalışan uzman personelin de görüşü dikkate alınarak her ilçeden beşer mahalle ve her mahalleden tesadüfi olarak dörder üretici seçilmiş ve toplamda 140 anket yapılmıştır.

Anket formlarının hazırlanmasında, konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar temel alınmış, gerekli değerlendirme ve düzenlemeler yapılmıştır. Hazırlanmış anket formları ile 2019 yılında sahaya gidilerek işletmelerin rızaları çerçevesinde her bir işletme için anket formları doldurulmuştur. Doldurulan anket formları kontrol edildikten sonra elde edilen ham veriler değerlendirilmek üzere excel tabloları oluşturulmuştur. Anketlerden elde edilen verilerin analizinde değişkenler için frekans (f), yüzde (%) ve ortalama gibi istatistiklerden yararlanılmış ve yorumlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İşletmelerin sosyo-demografik özellikleri

Hatay'ın zeytin yetiştiriciliği konusunda üretim rakamları ve üretim alanları bağlamında önde gelen ilçelerinde ve bu ilçelerin mahallelerinde yapılan anket çalışmalarının verileri incelenerek işletmelerin sosyo demografik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. İncelenen işletmecilerin demografik özelliklerine bakıldığında (Çizelge 1.) büyük bir çoğunluğunun (%65.00) 50 yaşın üzerinde olduğu, buna karşın 30 yaş altı işletmecilerin (%16.43) incelenen grupta en düşük oranı oluşturduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin tamamına yakınının (%98.57) erkeklerden oluştuğu, kadın işletmecilerin (%1.43) çok az sayıda olduğu saptanmıştır. Ailedeki birey sayısı ise ortalama 4.89'dur. İşletmecilerin eğitim düzeylerine bakıldığında; yarısından fazlasının (%54.35) ilkökul mezunu, %14.49'unun ise sadece okur-yazar olduğu belirlenmiştir. Lise mezunu işletmeciler ile sadece okur-yazar olan işletmecilerin eşit oranda (%14.49) olduğu, %8.22'sinin ise lisans-lisansüstü eğitim aldığı tespit edilmiştir. İşletmecilerin zeytincilik deneyimlerine bakıldığında; %47.10'unun 30 yıldan daha fazla deneyimi olduğu, %52.90'ının 30 yılın altında zeytincilik deneyimi olduğu belirlenmiştir. Özgürsoy (2006)'un Hatay ilinde yapmış olduğu çalışmada da anket yapılan işletmecilerin tamamının erkek, ortalama yaşlarının 55.2 (yıl), ailedeki birey sayısının ortalama 5.5 (kişi) ve deneyim sürelerinin ortalama 33.2 yıl olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada eğitim durumu incelendiğinde en yüksek oranın %48.8 ile ilkökul mezunlarına ait olduğu, sadece okur-yazarların oranının %25.4 olduğu, buna karşın incelenen grup içerisinde lisans ve yüksek lisans mezunu olmadığı belirlenmiştir. Mansour ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada zeytincilik deneyimi 16 yıldan az olanların oranı %52, 16-27 yıl arasında olanları oranı %29 ve 27 yıldan daha fazla deneyimi olan üreticilerin oranı ise %19 olarak tespit edilmiştir. Kheri (2012) tarafından yapılan çalışmada zeytin üreticilerinin %91'inin erkeklerden oluştuğu, yaş ortalamasının ise 57 olduğu belirlenmiştir.

Anket kapsamında incelenen işletmecilerin faaliyetleri değerlendirildiğinde; %67.88'inin sadece tarımsal faaliyet ile uğraştığı, %32.12'sinin tarım dışı alanlarda da faaliyeti olduğu belirlenmiştir. Tarım dışı faaliyet ile uğraşanlar genelde emekli geliri, küçük esnaf ya da küçük çaplı ticaret yapanlardan oluşmaktadır. İşletmecilerin %27.74'ünün sadece zeytin yetiştiriciliği yaptığı, %72.26'sinin zeytinin yanında başka bir tarımsal üretim de yaptığı tespit edilmiştir. Zeytin yetiştiriciliği dışında da tarımsal bir faaliyetle uğraşan işletmelerin %36.54'ünün meyvecilik, %25.64'ünün tarla bitkileri yetiştiriciliği, %19.23'ünün sebzeçilik, %12.18'inin hayvancılık, %5.13'ünün bağcılık ve %1.28'inin de fidancılık yaptığı saptanmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesinde yürütülen bir çalışmada işletmecilerin %21.50'sinin tarım dışı gelire sahip olduğu ve üreticilerin %55.40'ının sadece bitkisel üretim yaptığı geri kalanının ise bitkisel üretimin yanında hayvansal üretim de yaptığı tespit edilmiştir (Seçer, 2012). TR22 bölgesinde yürütülen bir çalışmada işletmelerin %44.32'sinin sadece tarımsal geliri olduğu belirlenmiştir (Birsin, 2021).

Çizelge 1. İşletmecilerin demografik özellikleri

Table 1. Demographic characteristics of enterprises

| | | Frekans (n) | Oran (%) |
|---------------|------------|-------------|----------|
| Yaş | 30 altı | 23 | 16.43 |
| | 30-50 | 26 | 18.57 |
| | 50 üzeri | 91 | 65.00 |
| | Toplam | 140 | 100 |
| Cinsiyet | Kadın | 2 | 1,43 |
| | Erkek | 138 | 98.57 |
| | Toplam | 140 | 100 |
| Eğitim düzeyi | Okur-yazar | 20 | 14.49 |
| | İlkökul | 75 | 54.35 |

Çizelge 1 (devamı). İşletmecilerin demografik özellikleri
Table 1 (continued). Demographic characteristics of enterprises

| | | | |
|---|-----------------|-----|-------|
| Eğitim düzeyi | Ortaokul | 12 | 8.70 |
| | Lise | 20 | 14.49 |
| | Lisans | 10 | 7.25 |
| | Lisansüstü | 1 | 0.72 |
| | Toplam | 138 | 100 |
| Deneyim süresi (yıl) | <10 | 17 | 12.32 |
| | 11-20 | 34 | 24.64 |
| | 21-30 | 22 | 15.94 |
| | 31-40 | 14 | 10.14 |
| | >40 | 51 | 36.96 |
| | Toplam | 138 | 100 |
| Tarım dışı faaliyet durumu | Evet | 44 | 32.12 |
| | Hayır | 93 | 67.88 |
| | Toplam | 137 | 100 |
| Zeytincilik dışında tarımsal faaliyet durumu | Evet | 99 | 72.26 |
| | Hayır | 38 | 27.74 |
| | Toplam | 137 | 100 |
| Tarımsal faaliyetin niteliği | Meyvecilik | 57 | 36.54 |
| | Bağcılık | 8 | 5.13 |
| | Sebzecilik | 30 | 19.23 |
| | Fidancılık | 2 | 1.28 |
| | Tarla bitkileri | 40 | 25.64 |
| | Hayvancılık | 19 | 12.18 |
| | Toplam | 156 | 100 |

İşletme bilgileri

İncelenen tarımsal işletmeler (Çizelge 2.) değerlendirildiğinde; %81.41'inin kendi mülkü olan zeytinlikte üretim yaptığı, %18.59'unun kiralık veya ortakçı zeytincilik yaptığı belirlenmiştir. Özgürsoy (2006) tarafından yürütülen çalışmada zeytin dikim alanlarının neredeyse tamamının mülk arazi olduğu tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerin; %45.03'ünün zeytin bahçelerini kendilerinin tesis ettiği, %40.31'inin zeytinliği aile mirası olarak devraldığı, %14.66'sının zeytinliği kurulu halde satın aldığı veya ücret ödeyerek bahçe tesis ettirdiği belirlenmiştir. İşletmelerin zeytinlik parsel/parça sayılarına bakıldığında; %50.72'sinin 1 veya 2 parselden oluşan zeytinliğe sahip olduğu, %27.14'ünün zeytinliğinin 3 veya 4 parselden oluştuğu ve %22.14'ünün 4 parselden daha fazla sayıda zeytinlik arazisine sahip olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin sahip olduğu arazilerin eğim durumlarına bakıldığında; arazilerin %53.09'unun düz/düze yakın veya hafif eğimli (% 0-6) olduğu, buna karşın arazilerin %46.91'inin orta veya çok dik/sarp eğimli (%7-20) olduğu belirlenmiştir. Seçer (2012) çalışmasında Hatay ili ortalama zeytinlik parsel sayısının 2.47 adet olduğunu belirlemiştir. Başaran (2011) tarafından yürütülen çalışmada zeytin arazilerinin %78.9'unun 1-5 parselden, %13.7'sinin 6-10 parselden oluştuğu belirlenmiştir. Birsin (2021)'in çalışmasında arazi eğim durumları incelendiğinde %74.96'sının eğimli, %25.04'ünün düz olduğu tespit edilmiştir. Özaltaş ve ark. (2016) tarafından yayınlanan Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu'nda Türkiye'deki zeytin arazilerinin %55.12'sinin düz, %44.88'inin eğimli zeytin arazisi olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 2. Tarımsal işletme bilgileri

Table 2. Parameters of agricultural enterprises

| | | Frekans (n) | Oran (%) |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------|
| Zeytinlik tasarruf şekli | Mülk | 127 | 81.41 |
| | Kira | 21 | 13.46 |
| | Ortaklı | 8 | 5.13 |
| | Toplam | 156 | 100 |
| Bahçe Tesisi | Kendim yaptım | 86 | 45.03 |
| | Ücretli yaptırdım | 9 | 4.71 |
| | Kurulmuş hali ile satın aldım | 19 | 9.95 |
| | Miras | 77 | 40.31 |
| | Toplam | 191 | 100 |
| Zeytinlik parça/parsel sayısı | Tek | 43 | 30.71 |
| | İki | 28 | 20.01 |
| | Üç | 21 | 15.00 |
| | Dört | 17 | 12.14 |
| | Dört üzeri | 31 | 22.14 |
| | Toplam | 140 | 100 |
| | Eğim durumu | Düz/düze yakın- hafif eğimli (%0-6) | 86 |
| Orta- çok dik/sarp eğim (%7-20+) | | 76 | 46.91 |
| Toplam | | 162 | 100 |

İncelenen işletmelerin arazi büyüklüğü (dekar) ilçeler bazında değerlendirildiğinde (Çizelge 3.) Altınözü, Yayladağı, Hassa, Kırıkhan ve Arsuz ilçelerinin zeytinlik arazisinin ağırlıklı olarak 11-50 dekar arasında, Antakya ve Samandağ ilçelerinin zeytinlik arazilerinin ise ağırlıklı olarak 10 dekarın altında olduğu görülmektedir. İncelenen işletmeler genel olarak değerlendirildiğinde işletmelerin %45.59'unun 11-50 dekar arasında, %29.41'inin 10 dekar altında, %17.65'inin 51-100 dekar arasında ve %7.35'inin 101 dekar üzerinde zeytinlik arazi büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerde zeytinlik arazi büyüklüğünün 2-330 da arasında dağılım gösterdiği ve ortalama 38.14 da olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. İncelenen zeytin bahçelerinin ilçeler bazında arazi büyüklüğü

Table 3. Land size of the surveyed olive orchards on the basis of districts

| İlçeler | Zeytinlik arazi büyüklüğü (da) | | | | Toplam |
|---------------|--------------------------------|-------|--------|-----------|--------|
| | 10 altı | 11-50 | 51-100 | 101 üzeri | |
| Altınözü | 0 | 43.48 | 34.78 | 21.74 | 100 |
| Antakya | 43.75 | 37.50 | 18.75 | 0 | 100 |
| Yayladağı | 0 | 77.78 | 22.22 | 0 | 100 |
| Hassa | 25.01 | 45.83 | 20.83 | 8.33 | 100 |
| Kırıkhan | 13.33 | 60.00 | 6.67 | 20.00 | 100 |
| Samandağ | 65.21 | 26.09 | 8.70 | 0 | 100 |
| Arsuz | 38.46 | 50.00 | 11.54 | 0 | 100 |
| Toplam | 29.41 | 45.59 | 17.65 | 7.35 | 100 |

Dağıstan ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada Hatay ilinde tarımsal işletmelerin büyüklüklerine göre dağılımları incelenmiş ve incelenen işletmelerin %85.7'sinin 0-50 da arasında arazi büyüklüğü olduğu bildirilmiştir. Özgürsoy (2006) tarafından yürütülen çalışmada ortalama zeytin üretim alanı 78.4 da bulunmuştur. Özaltaş ve ark. (2016) tarafından yayınlanan Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu'nda incelenen işletmelerin arazi büyüklüğü 1.5 da ile 500 da arasında dağılım gösterdiği ve ortalama arazi büyüklüğünün 46.62 da olduğu belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerin ilçeler bazında ağaç sayısına bakıldığında (Çizelge 4.) Altınözü, Yayladağı ve Kırıkhan ilçeleri dışında kalan işletmelerin 500'den daha az sayıda zeytin ağacı olduğu görülmüştür. Genel olarak değerlendirildiğinde ise işletmelerin %52.52'sinin 500'den az, %25.9'unun 500-1500 arası, %15.11'inin 1501-3000 arası ve %6.47'sinin de 3000 adedin üzerinde zeytin ağacı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin ağaç sayısı dağılımı 20-6000 adet arasında olup işletme başına ortalama ağaç sayısı ise 905.43 adet olarak belirlenmiştir. Özgürsoy (2006)'un yapmış olduğu çalışmada; incelenen işletmelerin ortalama ağaç sayısı 726.9 adet olarak tespit edilmiştir. Seçer (2012) tarafından yapılan çalışmada; Hatay ilinde işletme başına ortalama ağaç sayısının 564 adet olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. İncelenen işletmelerin ilçeler bazında zeytin ağaç sayısı

Table 4. Number of olive trees on the basis of districts of the examined enterprises

| İlçeler | Ağaç sayısı (adet) | | | | Toplam |
|---------------|--------------------|--------------|--------------|-------------|------------|
| | Oran (%) | | | | |
| | <500 | 500-1500 | 1501-3000 | >3000 | |
| Altınözü | 13.04 | 43.49 | 30.43 | 13.04 | 100 |
| Antakya | 72.22 | 16.67 | 11.11 | 0 | 100 |
| Yayladağı | 33.34 | 44.44 | 22.22 | 0 | 100 |
| Hassa | 41.67 | 20.83 | 29.17 | 8.33 | 100 |
| Kırıkhan | 25.00 | 50.00 | 12.50 | 12.50 | 100 |
| Samandağ | 82.61 | 13.04 | 0 | 4.35 | 100 |
| Arsuz | 80.76 | 11.54 | 3.85 | 3.85 | 100 |
| Toplam | 52.52 | 25.90 | 15.11 | 6.47 | 100 |

İncelenen işletmelerin buldukları ilçelere göre ağaç yaşı özelliklerine bakıldığında (Çizelge 5.) işletmelerin %48.56'sının sahip olduğu zeytinliklerin 1-25 yaş arasında olduğu görülmektedir. Bu durumun; Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2006 yılında uygulamaya konan sertifikalı fidan desteği kapsamında dağıtılan fidanlarla Hatay'da yüksek oranda yeni bahçeler tesis edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu kapsamda Hassa ilçesi %73.33'lük payla ilk sırada yer almaktadır. İncelenen işletmeler içerisinde en yaşlı ağaç grubunun (100+) bulunduğu ilçelerin ise sırasıyla Yayladağı (%38.89), Altınözü (%36.74) ve Samandağ (%34.29) ilçeleri olduğu görülmektedir. İncelenen işletmelerde ağaç yaşı 2-1000 (yıl) arasında dağılım göstermekle birlikte ortalama ağaç yaşı 49.09 olarak belirlenmiştir. Yeni dikimlerin yapılması ve genç ağaçların artışı verim ve ekonomik performans olarak olumlu olmakla birlikte, yaşlı zeytin ağaçlarının varlığı erozyonun önlenmesi, biyoçeşitliliğin korunması ve karbon tutulumunun artırılmasında oldukça önemlidir (Rodriguez-Entrena ve ark., 2012). Bu nedenlerle mevcut yaşlı zeytin ağaçlarının da korunması gerekmektedir. Közcü (2022) tarafından yapılan çalışmada zeytinliğin yaşı sorusuna %90 oranında 10-20 yıl, %10 oranında ise 21-30 yıl cevabı verilmiştir. Özaltaş ve ark. (2016) tarafından yayınlanan Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu'nda 15 yaşın altındaki ağaç varlığının %35.3, 16-30 yaş arası ağaç varlığının %24.2 ve 31 yaş üzerindeki ağaç varlığının %40.5 ile en yüksek paya sahip olduğu bildirilmektedir.

Çizelge 5. İncelenen işletmelerin ilçeler bazında ağaç yaşı

Table 5. Tree age of the surveyed enterprises on the basis of districts

| İlçeler | Ağaç yaşı (yıl) | | | | Toplam |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| | Oran (%) | | | | |
| | 1-25 | 26-50 | 51-100 | >100 | |
| Altınözü | 32.65 | 8.16 | 22.45 | 36.74 | 100 |
| Antakya | 46.67 | 16.67 | 26.66 | 10.00 | 100 |
| Yayladağı | 38.89 | 0 | 22.22 | 38.89 | 100 |
| Hassa | 73.33 | 13.33 | 10.00 | 3.34 | 100 |
| Kırıkhan | 72.22 | 0 | 27.78 | 0 | 100 |
| Samandağ | 40.00 | 17.14 | 8.57 | 34.29 | 100 |
| Arsuz | 51.06 | 8.51 | 29.79 | 10.64 | 100 |
| Toplam | 48.46 | 10.13 | 21.15 | 20.26 | 100 |

İncelenen işletmelerde yetiştirilen çeşitler ilçeler bazında değerlendirildiğinde; Altınözü ilçesinde ağırlıklı olarak Gemlik, Halhalı ve Karamani; Antakya ilçesinde Gemlik ve Halhalı; Yayladağı ilçesinde Halhalı ve Gemlik; Hassa ve Kırıkhan ilçelerinde %50'nin üzerinde Gemlik; Samandağ ilçesinde Halhalı, Gemlik ve diğer yerel çeşitlerin yetiştirildiği görülmektedir. Arsuz ilçesinde ise As Topakaşı, Gemlik ve diğer çeşitler yetiştirildiği belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde Gemlik çeşidi %33.52 oranında en çok yetiştirilen çeşit olmakla birlikte bunu %20.92'lik oran ile Halhalı çeşidi takip etmektedir (Çizelge 6). Seçer (2012) tarafından yürütülen çalışmada Hatay ilinde %50.29 oranında en fazla Halhalı çeşidi yetiştirilirken, bunu %35.68 oranıyla Gemlik çeşidinin takip ettiği bildirilmektedir. Bu durum Gemlik çeşidinin zamanla yerel çeşitleri baskıladığını düşündürmektedir.

Çizelge 6. Bölgede yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitleri

Table 6. Widely grown olive varieties in the region

| İlçeler | Yetiştirilen Çeşitler | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------|--------------|------------|
| | Oran (%) | | | | | | | | | |
| | Halhalı | Saurani | Sarı Haşebi | Karamani | Elmacık | Sayfi | As Topakaşı | Gemlik | Diğer | Toplam |
| Altınözü | 21.28 | 17.02 | 9.57 | 20.21 | 2.13 | 2.13 | 0 | 22.34 | 5.32 | 100 |
| Antakya | 25.58 | 9.30 | 6.98 | 6.98 | 0 | 2.13 | 0 | 34.88 | 16.28 | 100 |
| Yayladağı | 37.49 | 4.17 | 8.33 | 12.5 | 4.17 | 0 | 0 | 29.17 | 4.17 | 100 |
| Hassa | 24.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69.70 | 6.06 | 100 |
| Kırıkhan | 29.17 | 0 | 4.17 | 8.33 | 0 | 0 | 0 | 58.33 | 0 | 100 |
| Samandağ | 27.27 | 10.61 | 1.52 | 10.61 | 0 | 0 | 0 | 27.27 | 22.72 | 100 |
| Arsuz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.92 | 29.23 | 33.85 | 100 |
| Toplam | 20.92 | 8.02 | 4.58 | 9.74 | 0.87 | 0.57 | 6.88 | 33.52 | 14.90 | 100 |

İncelenen işletmelerde üreticilere yetiştirilen yerel çeşitlerde karşılaşılan sorun olup olmadığı sorulmuş %69.29'u bazı sorunlarla karşılaştığını, %30.71'i ise herhangi bir sorun yaşamadığını belirtmiştir. Yerel çeşitlerde sorun yaşadığını belirten üreticilerin karşılaştıkları sorunlar değerlendirildiğinde; en fazla kuvvetli periyodisite (%35.23) sorunuyla karşılaşıldığı anlaşılmıştır. Buna ek olarak küçük meyve oluşumu (%19.89), hastalık ve zararlılara karşı

hassasiyet (%18.75), düşük tane ve/veya yağ verimi (%11.93) gibi sorunlar tespit edilmiştir. Ayrıca üreticilerin farklı (ağaçların yüksek boylu taç oluşturması nedeniyle hasadın zor oluşu, çelikle fidan üretiminin zor olması ve sofralık işleme durumu ve hasat sonrası dayanımın düşük oluşu vb.) sorunlarla karşılaştığı belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerin ziraat odası/kooperatif/birlik üyeliği durumları incelendiğinde; %61.43'ünün ziraat odası/kooperatif/birlik üyesi olduğu belirlenmiştir. Seçer (2012)'in çalışmasında üreticilerin sadece %10.76'sı kooperatif üyesi olarak belirlenmiştir. Tarımsal örgütlenmede kooperatifler, ziraat odaları ve birlikler yer almaktadır. Yıllar içerisinde zeytin ve zeytinyağına olan ilginin artması zeytin üretim alanlarını dolayısıyla zeytin yetiştiricileri sayısını da arttırmıştır. Zeytin üretimine artan taleple birlikte incelenen işletmelerin tarımsal desteklemelerden faydalanmak için ziraat odasına üye olmak zorunda kalmaları, ziraat odası/kooperatif/birlik üyelik oranını yükseltmiştir.

İncelenen işletmelerin %30.89'unun kredi kullandığı, kredi kullanan işletmelerin %43.24'ünün kredilerini düzenli ödediği tespit edilmiştir. Birsin (2021)'in TR22 bölgesinde yürüttüğü çalışma da ise kredi kullanımının %41.89 olduğu belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerin yetiştirme tekniği değerlendirildiğinde; %34.53'lük kısmı organik ve/veya iyi tarım hakkında bilgi sahibi olmakla birlikte neredeyse tamamının (%95.04) konvansiyonel zeytin yetiştiriciliği yaptığı belirlenmiştir. Bu durumun bazı bahçelerde ağaçların birçoğunun yaşlı olmasından, organik ve/veya iyi tarım uygulamaları kriterlerinin zor ve sertifikasyon sürecinin pahalı olması düşüncesinden, verimin daha az oluşuyla birlikte pazar bulmakta sorun yaşamalarından kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir.

İncelenen işletmelerin öncelikli yetiştiricilik amacı değerlendirildiğinde; %60.87'sinin hem yağlık hem de sofralık zeytin yetiştiriciliği yaptığı, %31.88'inin sadece yağlık ve %7.25'inin sadece sofralık zeytin yetiştiriciliği yaptığı belirlenmiştir. Başaran (2011) tarafından yapılan çalışmada üretilen zeytinlerin %51.9'unun yağlık, %35.6'sının sofralık, %12.5'inin ise hem sofralık hem de yağlık değerlendirildiği bildirilmiştir. Seçer (2012)'in çalışmasında değerlendirilen işletmeler elde ettikleri zeytinin %69.05'lik kısmını yağlık olarak değerlendirmekte iken %23.96'sını dane zeytin olarak sattığı tespit edilmiştir. Özaltaş ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada incelenen işletmelerin %54.5'inin öncelikli zeytin üretimi amacının yağlık, %29.2'sinin sofralık ve %16.3'ünün de hem sofralık hem yağlık olduğu belirlenmiştir.

Kültürel işlemler

İncelenen işletmelerde budama, sulama, gübreleme, toprak işleme ve zirai mücadele uygulamaları kültürel işlemler başlığı altında değerlendirilmiştir. Budama uygulaması değerlendirildiğinde; işletmelerin %56.33'ünün budamayı kendisinin yaptığı, %43.67'sinin ise ücretli yaptırdığı belirlenmiştir. İşletmelerde budama amacı incelendiğinde ise en fazla verimde artış (%30.68) amacıyla budama yapıldığı, kalite de artış (%26.7) ve ağaç şeklinin korunmasının (%26.14) da öncelikli budama amaçları arasında olduğu anlaşılmıştır. İncelenen işletmelerde; kültürel işlemlerde ve hasatta kolaylık (%7.1), ağacı gençleştirmek (%6.25) ve periyodisiteyi azaltmak (%3.13) da budamanın amaçları olarak bildirilmiştir. Therios (2009)' a göre periyodisitenin kontrolü için çeşit seçimi ile birlikte uygun çiçek tomurcuğu uyarımını sağlayacak sulama, budama, gübreleme gibi kültürel uygulamaların zamanında ve doğru bir şekilde yapılması önemlidir. Krueger ve ark. (2005); Lavee (2007); ve Therios (2009), tarafından periyodisitenin azaltılmasında önceliğin; ağacın aşırı meyve yükünün azaltılması olduğu, bunun için de seyreltme ve budamanın yapılması gerektiği belirtilmiştir. Budama ile uygun terbiye sisteminin oluşturulması ve korunmasıyla vejetatif ve generatif denge sağlanması, periyodisitenin önlenmesi ya da etkisinin azaltılması, ağaçların gençleştirilerek karbon/azot dengesinin optimum seviyeye getirilmesi ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla budama periyodisitenin azaltılmasında oldukça etkili bir kültürel uygulamadır (Barone & Di Marco, 2003).

İncelenen işletmelerin budama amaçları arasında en düşük oranın periyodisiteyi azaltma cevabında olduğu görülmüştür. Bu durum üreticilerin budamayı bilinçli bir şekilde yapmadığını düşündürmektedir. İncelenen işletmelerde budama döneminin hasattan hemen sonra ya da Şubat-Mart aylarında yapıldığı ifade edilmiştir. Seçer

(2012) yaptığı çalışmada budama işinin yöredeki budamacılar tarafından yapıldığını ancak üreticilerin bu kişilerin konu uzmanı olup-olmamaları ile ilgili endişe duyduklarını bildirmiştir. Budama işlemini üreticilerin %54.03'ü Şubat-Mart aylarında yaparken %45.97'si de Kasım-Aralık aylarında yapmaktadır.

İncelenen işletmelerde sulama durumu incelendiğinde; %36.96'sının sulama yaptığı, %63.04'ünün sulama yapmadığı belirlenmiştir. Sulama yapılmayan işletmelerin genelinde zeytinlik yakınında su kaynağı bulunmadığından dolayı sulama yapılmadığı ifade edilmiştir. Sulama yapanların sulama yöntemleri değerlendirildiğinde; %59.26'sının damlama sulama, %24.07'sinin karık sulama, %12.96'sının salma sulama ve %3.71'inin yağmurlama sulama yaptığı belirlenmiştir. Damla sulama gibi bölgesel sulama yöntemleri daha etkin olduklarından daha fazla önerilmektedir. Ancak düşük maliyetli ve yeterli miktarda su bulunması durumunda taç altı püskürtücüler de kullanılabilir. İlaveten damla sulama gibi yöntemler sadece düz arazilerde değil eğimli arazilerde de verimli kullanım imkanı sağlamaktadır (Andria & Lavini, 2007). Özgürsoy (2006) çalışmasında Hatay bölgesi genelindeki zeytin alanlarının neredeyse tamamının sulama olanağından yoksun olduğunu ancak son yıllarda kurulan zeytin bahçelerinde sulama olanağının bulunduğunu (%3) ifade etmiştir. Seçer (2012) çalışmasında Hatay ilinde düzenli sulama yapılan işletmelerin oranının %26.56 olduğunu ve en fazla kullanılan sulama yönteminin de %70.59 ile çanak sulama yöntemi olduğunu bildirmiştir. Son yıllarda yaşanan küresel iklim değişikliği nedeniyle toprakta suyun eksikliği daha çok hissedilmektedir. Üreticilerin suyu daha ekonomik kullanabilmeleri için basınçlı sulama sistemlerinin özendirilmesi ve desteklenmesi gereklidir.

İncelenen işletmelerde %87.14 oranında toprak ve/veya yaprak analizi yapılmadığı belirlenmiştir. Ancak işletmelerin %82.85'inde gübreleme yapılmakta ve %30'unda yaprak gübresi, %49.29'unda ise çiftlik gübresi kullanılmaktadır. Çoğunlukla toprak/yaprak analizi yapılmadan gübreleme yapılması bu uygulamaların bilinçsizce yapıldığını göstermektedir. Gübreleme yapılan işletmelerde kullanılan ticari gübreler incelendiğinde %39.79'unun üst gübre (üre, amonyum sülfat, potasyum sülfat) olarak nitelendirilen gübreleri, %62.21'nin ise toprağa gömülerek uygulanan (15.15.15, 18.46.0, 20.20.0 vb.) ticari gübreleri kullandığı anlaşılmaktadır. Ayanoğlu ve ark. (2000) tarafından Hatay ilinde yürütülen çalışmada budamanın %50.50, sulamanın %8.01 oranında; gübrelemenin ise %66.20 oranında yapıldığı ancak kullanılan gübre çeşidi, uygulama zamanı ve miktarı konusunda önemli hataların yapıldığı bildirilmiştir. Seçer (2012) tarafından yürütülen çalışmada toprak analizi yaptıranların oranının oldukça düşük olduğu (%11.54) ifade edilmiştir. Değerlendirilen işletmelerin %73.08'inin düzenli gübreleme yaptığı ve Hatay ilinde bu oranın %81.25 olduğu ve kullanım olarak 15-15-15 ve 20-20-0 gübre uygulamasının ön planda olduğu belirlenmiştir. Çiftlik gübresi kullanımı değerlendirildiğinde ise genel olarak işletmelerin %68.48'i, Hatay ilinin ise %59.38'inde düzenli çiftlik gübresi kullanıldığı belirlenmiştir.

İncelenen işletmelerin neredeyse tamamında (%99.28) toprak işleme uygulaması yapılmaktadır. Toprak işleme yapan işletmelerin yarısından fazlasının (%53.62) yılda en az 3 kez ve daha fazla toprak işlediği, %44.93'ünün yılda 1-2 kez toprak işlediği belirlenmiştir. Toprağını 2 yılda 1 kez işleyen işletme sayısının ise %1.45 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Toprağın tamamına yakınının (%97.85) yüzeysel sürüm yapan aletlerle (kültivatör, çapa makinası, diskaro vb.), %2.15'inin de pullukla (derin sürüm) işlendiği belirlenmiştir. Ayanoğlu ve ark. (2000) Hatay ilindeki bahçelerin %87.32'sinde toprak işlemenin yapıldığını bildirmiştir. Seçer (2012)'in yaptığı çalışmada görüşülen işletmelerin %96.15'inde her yıl düzenli toprak işleme yapıldığı ve %25.60'ının 1 kez, %46.40'ının 2 kez ve %28'inin ise 3 kez sürüm yaptığı görülmüştür. Bu işlemin %60.80'inde kazayağı veya diskaro %39.20'sinde sadece ağaç taç izdüşümleri için çapa kullanılmıştır. Közcü (2022) tarafından yapılan çalışmada %25 oranında yılda 1-2 kez, %75 oranında yılda 3-5 kez toprak işleme yapıldığı görülmüştür. Toprak işleme derinliği incelendiğinde ise %5 oranında 0-10 cm'den, %65 oranında 11-20 cm'den ve %30 oranında 21-30 cm'den toprak işleme yapıldığı tespit edilmiştir. Toprağı açıkta tutmak için yılda 4 kez gibi düzenli toprak işleme yapıldığında erozyon riski artmaktadır. Bitki örtüsü olmayan toprak yüzeyi rüzgar ve yağış gibi iklim koşullarına yüksek oranda maruz kalmakta ve toprak erozyonu riskini artırmaktadır. Zeytin yetiştiriciliğinde toprak erozyonu üzerindeki etkileri azaltmak için; %15 ve üzerinde eğimli arazilerde toprak işleme yapılmaması veya eğimi %10'dan fazla olan arazilerin kontur çizgileri boyunca

bitkisel bir örtü ile muhafazası gibi çeşitli önlemler alınmalıdır. (Areal & Riesgo, 2014). Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin % 46.91'inin eğimli arazilerden oluştuğu (Çizelge 2), eğimli arazilerde toprağın düzenli işlenmesinin su ve rüzgar erozyonuna neden olduğu bilindiğinden bu arazilerde toprak işlemenin minimum tutulması ve derin sürümden kaçınılması, ayrıca eğime dik bir şekilde toprak işlenmesi gerekmektedir.

İncelenen işletmelerin hastalık ve zararlılarla mücadele durumuna bakıldığında; %71.43'ünün her yıl düzenli olarak hastalık ve zararlılarla mücadele ettiği görülmüştür. Her yıl düzenli mücadele edilen hastalık ve/veya zararlılar değerlendirildiğinde ise ağırlıklı olarak (%45.45) zeytin sineği ile mücadele edildiği değerlendirilmiştir. Zeytin sineği dışında, sarı ağaç kurdu ve pamuklu bit (%12.88) zararlıları ile dal kanseri (%14.39) ve halkalı leke (%5.3) hastalıkları ve diğer hastalık-zararlılarla (%1.52) mücadele edildiği belirlenmiştir. Özgürsoy (2006)'un çalışmasında incelenen işletmelerde %78.6'lık oran kurtlanmayı önemli bir sorun olarak gördüğünü belirtmiştir. Çalışmada hastalık ve zararlı mücadelesi için ilaçlamanın ya hiç yapılmadığı ya da bilinçsizce yanlış zaman ve yanlış uygulama şeklinde yapıldığı tespit edilmiştir. Seçer (2012)'in yapmış olduğu çalışmada ise işletmelerin %36.92'sinin her yıl düzenli olarak ilaçlama yaptığı belirtilmiştir. Çalışma iller bazında değerlendirildiğinde ise Hatay ilinde görüşülen işletmecilerin sadece %18.75'inin ilaçlama yaptığı belirlenmiştir. Genel olarak işletmelerin %56.25'inde zeytin kurdu önemli bir sorun oluşturmakla birlikte özellikle Hatay ilinde bu zararlıya daha çok rastlanıldığı (%83.34) tespit edilmiştir. Bunun dışında pamuklu bit, zeytin sineği, zeytin güvesi, zeytin fidan tırtılı gibi zararlılar ve *Verticillium solgunluğu*, halkalı leke ve dal kanseri hastalıklarıyla da bölgede karşılaşıldığı belirtilmiştir.

İncelenen işletmelerin ilaçlamada faydalandıkları bilgi kaynağı olarak %42.98 oranında ilaç bayilerinden yararlandığı, %36.36'sının kendi deneyimine dayanarak tarımsal mücadele yaptığı, İl-İlçe Tarım Orman Müdürlükleri'nin ise bu konuda en son sırada (%20.66) olduğu belirlenmiştir. Seçer (2012) tarafından yapılan çalışmada üreticilerin hastalık ve zararlılarla mücadelede genellikle ilaç bayileri ve Tarım-Orman İl Müdürlükleri'nin desteğini aldığı tespit edilmiştir. Közcü (2022) tarafından yapılan çalışmada üreticilerin %15'inin kendi tecrübesiyle, %10'unun deneyimli çiftçilerin, %35'inin ilaç bayisi, %5'inin özel danışman, %30'unun ziraat odası ve %5'inin İl/İlçe Müdürlükleri tavsiyesiyle ilaçlama yaptığı tespit edilmiştir.

İncelenen işletmelerin hastalık ve zararlı nedeniyle yıllık ortalama ürün kayıplarına bakıldığında %12.22'lik kısmının ürün kayıplarının %50'yi geçtiği, işletmelerin yarısından fazlasının (%54.55) kayıplarının %16-50 arasında olduğu, %33.33'lük kesiminin de %15 ve altında yıllık kaybı olduğu görülmektedir (Çizelge 7). İncelenen işletmelerde hastalık ve zararlı takibinin yeterli yapılmadığı, ilaçlı mücadelede uygun ilaçların ve uygun dozun kullanılmadığı, üreticilerin çevreden duydukları bilgilerle hareket ettiği ve zirai mücadelenin hatalı yapıldığı anlaşılmıştır. Bu durumun ciddi ürün kayıplarına neden olduğunu tespit edilmiştir. İşletmelere zirai mücadelede danışmanlık yapmak konusunda konu uzmanlarının daha aktif görev alması gerekmektedir.

Çizelge 7. İncelenen işletmelerde hastalık-zararlı kaynaklı ortalama ürün kaybı

Table 7. Average product loss due to disease-pest in the examined businesses

| | | Frekans (n) | Oran (%) |
|--|--------|-------------|----------|
| Hastalık-zararlı kaynaklı ortalama ürün kaybı | %0-15 | 30 | 33.33 |
| | %16-30 | 23 | 25.56 |
| | %31-50 | 26 | 28.89 |
| | >%50 | 11 | 12.22 |
| | Toplam | 90 | 100 |

Özaltaş ve ark. (2016), dünyada olduğu gibi ülkemizde de bazı zeytin hastalık ve zararlılarının bazı dönemlerde önemli zararlar verdiğini ve bunun sonucunda oluşan kayıpların ciddi fiyat dalgalanmalarına neden olduğunu bildirmiştir. Üretim bölgelerinin incelendiği çalışmada kıyı ve Doğu Akdeniz üretim bölgelerinin hastalıklar bakımından diğer bölgelere göre daha temiz olduğu belirtilmiştir.

İşletmelerin zarar gördüğünü belirttiği doğa olayları incelendiğinde; en fazla aşırı sıcaklar (%40.53) ve kuraklığın (%39.77) etkili olduğu belirlenmiştir. Bunlar dışında ani ve şiddetli rüzgarların, aşırı güneşlenmenin, yüksek kesimlerdeki kar ve dolu yağışının, ani ve şiddetli yağmurların ve zaman zaman yüksek nemin de etkili olduğu ifade edilmiştir. Özaltaş ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada kuraklık zararının en yoğun görüldüğü bölgenin Kıyı ve Doğu Akdeniz ve zararın görülme oranının %31.8 olduğu belirtilmiştir.

Hasat-Verim

Verim özellikleri açısından bakıldığında (Çizelge 8.) incelenen işletmelerin ortalama zeytinlik arazi büyüklüğünün 38.14 dekar olduğu, Altınözü ilçesinin 84.33 dekar ortalama arazi büyüklüğü ile ilk sırada, Samandağ ilçesinin 14.28 dekar ile son sırada olduğu saptanmıştır. İşletmelerin ortalama ağaç sayısının 905.43 adet olduğu ve Altınözü (1680.43), Kırıkhan (1178.13) ve Hassa (1071.04) şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir. İlçeler bazında ortalama ağaç yaşının 21.92-83.37 arasında değiştiği, özellikle Kırıkhan (25.05) ve Hassa (21.92) ilçelerinde bulunan bahçelerin genç ağaçlardan oluştuğu saptanmıştır. Ağaç başına ortalama verimin 29.92 kg/ağaç olduğu ve en yüksek verimin Altınözü İlçesi'nden (47 kg/ağaç) alındığı, buna karşılık bahçelerin genç olduğu Samandağ (17.14 kg/ağaç) ve Kırıkhan (18 kg/ağaç) ilçelerinde ağaç başına verimin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Dekara verim değeri incelendiğinde ise sıralamanın Hassa (862.13 kg/da), Samandağ (821.11 kg/da) ve Kırıkhan (780 kg/da) şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ağaç başına verim ile dekara verim değerleri arasındaki bu farklılığın; Hassa, Kırıkhan ve Samandağ ilçelerinde yeni tesis edilen bahçelerde sık dikim yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özgürsoy (2006) tarafından Hatay ilinde yürütülen çalışmada, dekara zeytin verimi 411 kg, ağaç başı zeytin verimi ise 40 kg olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 8. İncelenen işletmelerde zeytin verimi

Table 8. Olive yield in the examined enterprises

| İlçeler | Ortalama Zeytinlik Arazi Büyüklüğü (da) | Ortalama Ağaç Sayısı (adet) | Ortalama Ağaç Yaşı (yıl) | Ortalama Verim (kg/ağaç) | Ortalama Verim (kg/da) |
|---------------|---|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| Altınözü | 84.33 | 1680.43 | 83.37 | 47.00 | 501.17 |
| Antakya | 22.97 | 531.67 | 38.41 | 35.00 | 764.75 |
| Yayladağı | 36.89 | 963.33 | 90.00 | 32.50 | 400.00 |
| Hassa | 35.04 | 1071.04 | 21.92 | 29.82 | 862.13 |
| Kırıkhan | 53.97 | 1178.13 | 25.05 | 18.00 | 780.00 |
| Samandağ | 14.28 | 401.26 | 49.97 | 17.14 | 821.11 |
| Arsuz | 19.48 | 512.12 | 34.88 | 30.00 | 587.11 |
| Toplam | 38.14 | 905.43 | 49.09 | 29.92 | 673.75 |

Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin büyük bir bölümünün hasadı ailece (%55.8) yaptığı veya ücretli olarak (%42.54) yaptırdığı, çok az bir kısmında ise hasat işleminin ürünü alan tüccar tarafından (%1.66) yapıldığı tespit edilmiştir. Hasat yöntemi incelendiğinde; işletmelerin büyük bir çoğunluğunun (%77.71) hasadı elle yaptığı, %15.92'sinin hasatta el/sırt tipi sarsıcı ve sıyırıcıları kullandığı, %4,46'sının sırıkla silkme şeklinde hasat yaptığı ve sadece %1.91'inin makinalı hasada geçtikleri belirlenmiştir. Sırıkla çırparak yapılan hasat zeytin ağaçlarında hastalık ve zararlıların girişi için uygun yaralar açarken aynı zamanda genç sürgünlerin kırılmasıyla gelecek yılın ürününe zarar vermekte ve hasat edilen meyvelerde yaralanmalara neden olmaktadır. İncelenen işletmelerin yarısına yakınının (%48.13) hasada 29 Ekim'den sonra, %19.37'sinin 15 Ekim-15 Kasım tarihleri arasında, %16.88'inin Kasım ayı sonunda ve %15.62'sinin 15 Eylül-15 Ekim tarihleri arasında hasada başladıkları belirlenmiştir. İşletmelerin hasat

zamanına karar verme yöntemleri incelendiğinde; %53.84'ünün meyvede renk ve iriliğe göre, %22.44'ünün yağlanma kontrolüne göre (meyveyi elle sıkarak), %23.72'sinin de geleneksel olarak 29 Ekim tarihinden sonra hasada karar verdiği anlaşılmaktadır. Hasatta kullanılan toplama kaplarına bakıldığında; üreticilerin %75.51'inin ürünü çuvala topladıkları, %24.49'unun plastik kasalara topladığı tespit edilmiştir (Çizelge 9). Hasat edilen ürünlerin çuvallarda bekletilmesi zeytinyağı kalitesini olumsuz olarak etkilemekte, çuvallar yerine plastik kasaların kullanılması ve ürünün beklemeden yağa işlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla üreticilere plastik kasa dağıtılması hasat ve nakliye esnasındaki ürün ve kalite kayıplarını giderecektir. Ayanoğlu ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada meyvelerin genellikle yeşil olum döneminde, %26.66 oranında elle toplandığını, %30.66 oranında sırıkla toplandığını ve %42.66 oranında sergi üzerine sıyırma şeklinde hasat edildiğini belirtmiştir. Özgürsoy (2006) tarafından yapılan çalışmada; incelenen araştırma bölgesinde zeytin hasadının Eylül ayında başlayıp Aralık ayı sonuna kadar sürdüğü belirlenmiştir. Zeytinin %9.4'ü Ekim, %39.3'ü Kasım ve %51.3'ünün Aralık ayında hasat yaptığı görülmüştür. Hiary ve ark. (2019) zeytin çeşidi ve hasat tarihinin yağ miktarı ve kalitesini etkilediğini, en iyi zeytinyağı kalitesi ve miktarını elde etmek için optimum hasat tarihinin belirlenmesinin gerektiğini ve lokasyona uygun çeşit seçiminin önemli olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 9. İncelenen işletmelerde hasat ile ilgili özellikler

Table 9. Harvest-related characteristics in the studied enterprises

| | | Frekans (n) | Oran (%) |
|------------------------------|---------------------------------|-------------|----------|
| Hasat | Kendi ve aile | 101 | 55.8 |
| | Ücretli | 77 | 42.54 |
| | Satın alan tüccar | 3 | 1.66 |
| | Toplam | 181 | 100 |
| Hasat Yöntemi | Elle toplama | 122 | 77.71 |
| | Sırıkla silkererek | 7 | 4.46 |
| | El-sırt sarsıcı ve sıyırıcıları | 25 | 15.92 |
| | Makinalı hasat | 3 | 1.91 |
| | Toplam | 157 | 100 |
| Hasata başlama dönemi | 15 Eylül - 15 Ekim | 25 | 15.62 |
| | 15 Ekim - 15 Kasım | 31 | 19.37 |
| | 29 Ekimden sonra | 77 | 48.13 |
| | Kasım ayı sonunda | 27 | 16.88 |
| | Toplam | 160 | 100 |
| Hasat zamanı kararı | Renk ve iriliğe göre | 84 | 53.84 |
| | Elle yağlanma kontrolü | 35 | 22.44 |
| | Geleneksel 29 Ekimden sonra | 37 | 23.72 |
| | Toplam | 156 | 100 |
| Toplama kabı | Çuval | 111 | 75.51 |
| | Plastik kasa | 36 | 24.49 |
| | Toplam | 147 | 100 |

Seçer (2012)'in çalışmasında üreticilerin hasat yöntemleri incelendiğinde; %43.09'unun elle toplama, %26.83'ünün sırıkla çırparak ve %21.14'ünün el ile sıyırma yöntemlerini kullandığı; Hatay ilinde ise en fazla sırıkla çırparak (%48.44) ve elle toplama (35.94) yöntemlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Başaran (2011) tarafından yürütülen çalışmada üreticilerin hasat şekli değerlendirildiğinde %57.9'unun elle, %26.1'inin sırıkla ve %16'sının makine ile hasat yaptığı

belirlenmiştir. Birsin (2021)'in yapmış olduğu çalışmada işletmelerdeki zeytinin taşıma materyali durumu incelendiğinde %78.11'inin çuvaları, %21.89'unun ise kasaları kullandığı belirlenmiştir. Közcü (2022) tarafından yürütülen çalışmada %50 oranında ailem ve işçilerle, %35 oranında ailece, %10 oranında diğer ve %5 oranında kendim yanıtları verilmiştir.

Pazarlama

Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin, zeytin ve zeytinyağının pazarlanması ile ilgili özelliklerine bakıldığında (Çizelge 10) %38.36'sının zeytini hasat ettikten sonra, yağa işleyene kadar 24 saatten fazla beklettiği tespit edilmiştir. İşletmelerin %12.33'ünde bu sürenin 24 saati bulunduğu, %49.31'inin ise zeytini hasat ettikten sonra 1-5 saat arasında bir süre içinde yağa işledikleri belirlenmiştir. Ürünün satış fiyatının belirlenmesinde; incelenen işletmelerin %75.00'inin satış yaparken kendi seçimini piyasa koşullarına göre yapabildiği, %25'inin ise ürüne verilen fiyatı kabul etmek zorunda olduğu tespit edilmiştir. Zeytin ve zeytinyağının satış şekline bakıldığında işletmelerin %47.37'sinin ürünü aile tüketimi şeklinde değerlendirdiği, %52.1'inin ürünü satarak (tüccara veya pazarda) değerlendirdiği, %0.53'ünün kendi markasının olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde üretilen zeytinyağının bir kısmının geleneksel olarak aile ve akrabalar arasında pazarlığa konu edilmeden paylaşıldığı (aile tüketimi) ve bir kısmının da satılarak değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Pazarlama sırasında karşılaşılan sorunlara bakıldığında; işletmecilerin %40.74'ünün sorun olarak fiyatların düşük olduğunu belirttikleri, %10.74'ünün alım garantisi olmamasını, %21.85'i depolama olanağı olmayışını, %26.67'si ise borç sonrasında ürünü hemen satmak zorunda olmasını bir sorun olarak belirtmişlerdir. Günden ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada hem yurtiçi hem yurtdışı pazarda rekabet açısından önemli faktörlerin marka, gıda kalite ve güvenliği, fiyat ve destekler olduğu bildirilmiştir. Seçer (2012) tarafından yapılan çalışmada işletmelerdeki yağın %88.24'ünün pazara sunulduğu, %10.45'inin öz tüketimde kullanıldığı ve %1.31'inin ise hediye olarak ayrıldığı belirlenmiştir. Üreticilerin Hatay (%50.08) ve Mersin (%61.76) illerinde ağırlıklı olarak tüccarlara, Osmaniye ilinde ise doğrudan tüketicilere (%79.04) satış yaptığı, Hatay ilinde fabrikalara yapılan satışın da (%30.07) ön planda olduğu belirlenmiştir. Başaran (2011)'in çalışmasında hasattan sonra fabrikaya teslim süresi değerlendirildiğinde ise işletmelerin %85.7'sinin hasattan hemen sonra yağa işlenmek üzere fabrikaya götürdüğü belirlenmiştir. Çalışmada hasat sonrasında zeytin/zeytinyağının hemen satılıp satılmadığını değerlendirildiğinde %46.2'si hemen sattıklarını, %45'i hemen satmadığını, %8.8'i ise ihtiyaca göre sattığını ifade etmiştir.

Birsin (2021) çalışmasında işletmelerin satış yerlerini değerlendirmiş ve üreticilerin hem yağlık dane zeytini hem de zeytinyağını ağırlıklı olarak tüccara sattığını belirlemiştir. Çalışmada pazarlamada karşılaşılan sorunlar incelendiğinde en önemli sorun olarak fiyatların düşüklüğü (%51.63) belirtilmiştir. Geri kalan %31.89'luk kısım borçları nedeniyle ürünü hemen satma zorunluluğunu, %11.89'u taşıma masrafları yüksekliğini ve %4.59'u da depolama yetersizliğini pazarlamada sorun olarak gördüğünü ifade etmiştir. Özgürsoy (2006) yapmış olduğu çalışmada zeytincilik faaliyetlerinde pazarlama ile ilgili sorunları değerlendirmiş ve fiyat düşüklüğü (%47.3), örgütlenme yetersizliği (%44.6), maliyetlerin yüksekliği (%7.1) ve diğer (%1) cevapları alınmıştır.

İncelenen işletmelerde üreticiler tarafından markette istenen zeytinyağı fiyatı değerlendirildiğinde; %57.89 oranında en az 25 tl/L olması gerektiği belirtilmiştir. %27.19 oranında en az 30 tl/L %7.89 oranında en az 40 tl/L ve %7.03 oranında da en az 50 tl/L olmalı cevapları alınmıştır. Özellikle en az 25 tl/L olmalı cevabını veren işletmeciler zeytinyağını herkesin tüketmesi için market fiyatının da çok yüksek olmaması gerektiğini ifade etmiştir.

Çizelge 10. İncelenen işletmelerde hasat sonrası ürün bekleme süresi ve pazarlama durumu

Table 10. Post-harvest product waiting time and marketing status in the examined enterprises

| | | Frekans (n) | Oran (%) |
|---|--|-------------|----------|
| Hasattan sonra yağa işlemeye kadar geçen süre (bekleme süresi) | 1-2 saat | 31 | 42.46 |
| | 3-5 saat | 5 | 6.85 |
| | 24 saat | 9 | 12.33 |
| | 24 saatten fazla | 28 | 38.36 |
| | Toplam | 73 | 100 |
| Satış fiyatını belirleme | Alicının teklifini kabul etmek zorundayım | 35 | 25.00 |
| | Piyasaya göre, en yüksek fiyatı veren alıcıya | 56 | 40.00 |
| | Alıcı ile pazarlık ederim | 25 | 17.86 |
| | Güven duyduğum alıcıya satarım | 24 | 17.14 |
| | Toplam | 140 | 100 |
| Zeytin ve zeytinyağının satış şekli | Aile tüketimi | 90 | 47.37 |
| | Tüccar ya da komisyoncuya satış | 56 | 29.47 |
| | Doğrudan pazarda satış | 43 | 22.63 |
| | Kendi markam var | 1 | 0.53 |
| | Toplam | 190 | 100 |
| Pazarlama sırasında karşılaşılan sorunlar | Fiyatların düşük oluşu | 110 | 40.74 |
| | Alım garantisinin olmaması | 29 | 10.74 |
| | Depolama olanağının olmayışı | 59 | 21.85 |
| | Borç nedeniyle hasat sonrası ürünü hemen satma zorunluluğu | 72 | 26.67 |
| | Toplam | 270 | 100 |

İncelenen işletmelerin sorunlarına bakıldığında (Çizelge 11) işletmelerin %34.82'si mazot, gübre, ilaç ve işçilik gibi maliyetlerin yüksek olmasını sorun olarak bildirmiştir. İşletmelerin %24.52'sinin sulama, hastalık ve zararlılarla mücadelenin güçlüğü ve hasadın güçlüğü sorun olarak gördükleri belirlenmiştir. İşletmeler genel olarak ürün fiyatlarının düşük olmasını bir sorun olarak belirtmiştir. İşletmelerin % 33.70'inin pazarlama, ürün alım fiyatı, yurtdışından (Suriye) gelen yağların fiyatı düşürmesi ve örgütlü olmama durumunu bir sorun olarak belirttikleri ve %6.96'sinin iklimsel verileri bir sorun olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Mansour ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada zeytin üretiminde en çok karşılaşılan problemlerin; yüksek gübre maliyetleri, sulama suyundaki yüksek tuzluluk, sulama maliyetlerinin yüksekliği, tarımsal mekanizasyon ve üretim süreçlerindeki bilgi eksikliği ve artan pestisit fiyatları olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada zeytin üreticilerinin karşılaştığı pazarlama sorunları arasında ise; tüccarların fırsatçılığı, pazarlama kanallarının eksikliği, hasatta yüksek maliyetli işgücü, zeytinyağı tesisleri ve uygun ambalajlama eksikliği yanıtları alınmıştır. Üretici örgütlerinin (ziraat odası/birlik/kooperatif) üreticilerin yaşadığı; pazarlama, girdi temininde güçlük, üretilen zeytinyağının depolanması gibi sorunlara çözüm bulmada daha aktif rol alması için harekete geçirilmesi gerekmektedir. Metzidakis (1999) zeytin hasadının, yetiştiriciliğin toplam maliyetinin %50-80'ini kapsadığını dolayısıyla zeytin üretiminde meyve hasadının en pahalı aşama olarak kabul edildiğini bildirmiştir. İncelenen işletmelerde zeytincilikle alakalı eğitim talebi olup olmadığı değerlendirilmiş ve işletmecilerin %51.45'i eğitim almak istediğini, %48.55'i ise eğitim almak istemediğini belirtmiştir. İşletmecilerin eğitim talebinde bulunduğu konular değerlendirildiğinde en fazla hastalık ve zararlılarla mücadele yöntemlerinin ilgi gördüğü (%22.88), budama, hasat ve hasat sonrası, genel yetiştirme teknikleri konularının da eğitim talepleri içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 11. İncelenen işletmelerde karşılaşılan en önemli sorunlar

Table 11. The most important problems encountered in the enterprises studied

| | | Frekans (n) | Oran (%) |
|------------------------------|---|-------------|----------|
| | | | |
| Karşılaşılan sorunlar | Mazot, gübre, ilaç gibi girdi maliyetlerinin yüksek oluşu | 78 | 21.73 |
| | Ürün alım fiyatlarının düşüklüğü | 52 | 14.48 |
| | İşçi bulamama ve işçilik maliyetlerinin yüksekliği | 47 | 13.09 |
| | Pazarlamada yaşanan zorluk | 37 | 10.31 |
| | Hastalık-zararlılarla mücadelede zorluk | 33 | 9.19 |
| | Sulama problemi | 31 | 8.64 |
| | Aşırı sıcaklar ve kuraklık | 25 | 6.96 |
| | Hasat işleminin güç oluşu | 24 | 6.69 |
| | Dışarıdan/ Suriyeden gelen yağların fiyatları düşürmesi | 19 | 5.29 |
| | Kooperatif/ birlik olmaması | 13 | 3.62 |
| | Toplam | 359 | 100 |

Araştırma sonuçlarına göre; incelenen işletmecilerin tamamına yakınının erkeklerden ve yaşlı nüfustan (50 yaşın üzerinde) oluştuğu, büyük oranda (%67.88) sadece tarımsal üretimle uğraştıkları ve %30'unun tek geçim kaynağının zeytincilik olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerin neredeyse tamamının (%95.04) konvansiyonel yetiştiricilik yaptığı ve büyük çoğunluğunun organik tarım veya iyi tarım konusunda yeterli bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerin yaklaşık %30'unun 10 dekarın altında küçük işletmeler olduğu yaklaşık %46'sının ise 11-50 dekar zeytinlik arazisi olduğu ve zeytin ağaçlarının neredeyse yarısının (%48.46) 1-25 yaş arasında genç ağaçlardan oluştuğu ve %33.52 oranında Gemlik çeşidinin yetiştirildiği belirlenmiştir. İşletmelerde budama amacı incelendiğinde en fazla (%30.68) verimde artış yanıtı alınmış, zeytinde önemli bir sorun olan periyodisiteyi azaltma yanıtı ise en düşük oranda kalmıştır. Çalışma kapsamında sulama durumu incelendiğinde, %63.04'ünün sulama yapmadığı ve sulama yapılmayan işletmelerin genelinde zeytinlik yakınında su kaynağı bulunmadığından dolayı sulama yapılmadığı ifade edilmiştir. Sulama yapanların sulama yöntemleri incelendiğinde ise vahşi sulama yöntemi olarak adlandırılan (karık ve salma) sulama yöntemlerinin hala yüksek oranda kullanıldığı (%37.03) belirlenmiştir. İncelenen işletmelerin neredeyse tamamında düzenli toprak işleme yapılmakta ve %53.62'si yılda en az 3 kez ve daha fazla toprak işleme yapmaktadır. Çalışma kapsamında hastalık ve zararlılarla mücadele durumu incelendiğinde %71.43'ünün her yıl düzenli olarak hastalık ve zararlılarla mücadele ettiği tespit edilmiş ve mücadelede sadece %20.66'lık kısmın İl-İlçe Tarım Orman Müdürlüklerindeki uzmanlardan yararlanmakta olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde hastalık ve zararlılardan kaynaklı ürün kaybının sadece %33.33'ünün %15 ve altında olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin hasat yöntemi değerlendirildiğinde, %82.17'sinin hasadı elle ya da sırıkla yaptığı ve yaklaşık %24'ünün geleneksel olarak 29 Ekimden sonra hasada karar verdiği belirlenmiştir. Hasatta kullanılan toplama kabının çoğunlukla (%75.51) çuval olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin %38.36'sının zeytini hasat etikten sonra yağa işleyene kadar 24 saatten fazla beklettiği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen işletmelerin sadece %0.53'ünün kendi markası olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin karşılaştığı sorunlar değerlendirildiğinde, %34.82 oranında mazot, gübre, ilaç ve işçilik gibi maliyetlerin yüksekliği, %33.70 oranında pazarlama, ürün alım fiyatı, yurtdışından gelen yağların fiyat düşürmesi ve örgütlü olamama ve %24.52 oranında sulama problemi, hastalık ve zararlılarla mücadele ve hasat güçlüğü sorun olarak belirtilmiştir.

En önemli kalite unsurlarından biri olan hammaddenin iyi bir şekilde temin edilmesi için zeytin tarımının da tüm aşamalarıyla bütün olarak değerlendirilmesi ve doğru planlanıp iyi bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bunun için zeytinliklerin planlanmasından, plantasyonların oluşturulmasına; yetiştiricilikteki kültürel bakım işlemlerinin doğru bir şekilde yapılmasından, hasat şekli ve zamanına kadar tüm aşamalar hammadde teminine etki etmektedir.

Zeytinin anavatanı içerisindeki bölgede yer alan, genetik çeşitliliği fazla, iklimsel olarak uygun konumda olan Hatay ili için zeytincilik sektörünün ciddi gelişme potansiyeli bulunmakla birlikte bu büyüme potansiyelini engelleyen birtakım zaafaları bulunmaktadır. Bu zaafalar; zeytin yetiştiriciliği ile ilgili nüfusun yaş ortalamasının yüksekliği, bölgedeki örgütlülüğün eksik oluşu ve etkili yürütüleme yetersizliği, temel kültürel uygulamalarda (sulama, gübreleme, budama, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi) bilgi eksikliği ve pratikteki yanlışlar, yine hasat ve sonrasında iş gücünün yetersiz ve yüksek maliyetli oluşuyla birlikte uygulamadaki hatalar, pazarlama, markalaşma, depolama gibi planlama ve koordinasyon eksiklikleri ile ilgilidir. İncelenen işletmelerde; üretici nüfusun yaşlı olması ve işçi bulmakta yaşanan güçlükler nedeniyle, tarımsal mekanizasyon uygulamalarına geçilmesinin üretimi daha karlı hale getirebileceği düşünülmektedir. Küresel ısınma ve su kıtlığı tehlikesine rağmen incelenen işletmelerin bir kısmında vahşi sulama yöntemi olarak adlandırılan (karık ve salma) sulama yöntemlerinin kullanılması kıt olan su kaynaklarının verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır. Basınçlı sulama sistemlerinin daha fazla teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Hastalık ve zararlılarla mücadelede yaşanan aksaklıkların temelinde bilgisizlik yatmakta ve İl/İlçe Tarım Orman Müdürlüklerinin ve konu uzmanlarının sahada üreticiye daha yakın olmaları gerekmektedir. Yetiştiricilik başta olmak üzere, hastalık ve zararlılarla mücadele, hasat, ürünü zeytinyağına işleme ve depolama, nihai ürünü pazarlama ve örgütlenme konusunda bilgi, destek ve eğitim ihtiyacı olduğu anlaşılmıştır. Bu kapsamda bölgede uygulanan tarımsal ar-ge çalışmalarının ve çiftçi eğitim ve yayım programlarının bu hususlar göz önünde bulundurularak planlanması gerekmektedir. Bölgedeki genetik çeşitlilikten faydalanılarak çeşitlerin özelliklerine göre üretim yapılmasına, çeşit özelliklerinin ortaya çıkarılmasına yoğunlaşmak, amaca uygun olarak hasadı gerçekleştirmek, kalite üzerine yoğunlaşarak sağlık ve besleyici değerlerin öne çıkarılabileceği bir üretim modelinin bölgeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda üreticilerin organik ve iyi tarım uygulamaları hakkında bilgilendirilmeleri ve bu uygulamaların teşviki de üretici ve tüketici açısından iyi bir alternatif olacaktır. Bölgede mutlaka markalaşma yolunda gidilmeli ve yöresel çeşitlere vurgu yapılarak daha fazla tanıtım yapılmalıdır. Üreticiler için en uygun örgütlenme modeli belirlenerek daha aktif ve etkili kooperatif bilinci oluşturulmalıdır. Bölgedeki gelişme potansiyeli yüksek zeytincilik sektörü için İl-İlçe Tarım Orman Müdürlükleri, Araştırma Enstitüleri, ve Üniversitelerdeki konu uzmanları ile daha fazla bir araya gelinerek eğitim seminerleri, kurslar, paneller gibi bilimsel ve kültürel etkinlikler düzenlenmelidir.

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 makale için etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Al Hiary, M., Dhehibi, B., & Kassam, S.,N. (2019). Market study and marketing strategy for olive and olive oil sector in the southern arid part of Jordan. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21 (5), 1065-1077.
- Andria, D.R., & Lavini, A. (2007). *Production techniques in olive growing*. M. O. Sbitri, F. Serafini (Coordinators), Irrigation (s. 169-209), International Olive Council.
- Anonymous (2021). Food and Agriculture Organization of The United Nations. (<https://www.fao.org/faostat/en/#home>) (Erişim tarihi: 10.10.2022)

- Anonim (2022). TÜİK. (<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>) (Erişim tarihi: 10.10.2022).
- Areal, J.F., & Riesgo, K. (2014). Farmers' views on the future of olive farming in Andalusia, Spain. *Land Use Policy*, 36, 543-553. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.005>
- Ayanoğlu, H., Toplu, C., & Bayazit, S. (2000). Hatay ili zeytinciliğinin teknik yapısı. *Türkiye 1. Zeytincilik Sempozyumu*, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri ve Gıda Mühendisliği Bölümleri, 6-9 Haziran 2000, s. 64-69, Bursa.
- Aygun, İ., Urkan, E., Alayunt, F.N., Yalçın, H., & Tekin, A.B. (2019). İzmir ilinde zeytin hasadında kullanılan yerli ve ithal çarpıcı tip makinelerin hasat performanslarının değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (2), 265-271.
- Barone, E., & Di Marco, L. (2003). *Morfologia e ciclo di sviluppo*, Fiorino, P. (a cura, 2003), *Olea*. Trattato di olivicoltura. Il Sole 24 Ore Edagricole, pp. 12-35.
- Başaran, B. (2011). Zeytin ve zeytinyağı üreten küçük ve orta ölçekli işletmelerin sorunları ve bu sorunların çözümüne yönelik alternatif öneriler. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ. Doktora Tezi.
- Birsin, S. (2021). TR22 Güney Marmara Bölgesi'nde zeytin ve zeytinyağı sektöründe yer alan işletmelerin sosyo-ekonomik analizi ve pazar organizasyonunun belirlenmesi. Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat. Doktora Tezi.
- Dağistan, E., Camcı, Ö., & Parlakay, O. (2004). Hatay ilinin sosyo-ekonomik ve tarımsal yapısı. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1-2), 73-84.
- Günden, C., Türkekul, B., Miran, B., & Abay, C. (2010). The Turkish olive oil sector's priorities related to the factors affecting domestic and international competition. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (10), 955-961.
- Közcü, T. (2022). Zeytin üreticisi, işleyici tesisler ve tüketici tedarik zinciri anketi: Şanlıurfa örneği. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Kheiri, S. (2012). Investigating educational needs of roodbar olive orchardist: regarding development of olive gardens. *Prodecia- Social and Behavioral Sciences*, 46, 2281-2283. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.470>
- Krueger, W.H., Maranto, J., & Sibbett, G.S. (2005). *Olive fruit thinning*. In: *Olive Production Manual*. Sibbett, G.S. and Ferguson, L. (Eds.), 101-104 pp. University of California, Agriculture and Natural Resources Publication 3353, Oakland, California, USA.
- Lavee, S. (2007). Biennial bearing in olive (*Olea europaea*). *Annales: Series Historia Naturalis*, 17, 101-112.
- Mansour, T.G.I., Abo El Azayem, M., El Agroudy, N., & El-Ghani, S.S. (2019). Production and marketing problems facing olive farmers in North Sinai Governorate, Egypt. *Bulletin of the National Research Centre*, 43, 68. <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0112-z>
- Metzidakis, I. (1999). Field studies for mechanical harvesting by using chemicals for the loosening of olive pedicel on cv. Koroneiki. *Acta Horticulturae*, 474, 112-117. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.474.39>
- Özaltaş, M., Savran, M. K., Ulaş, M., Kaptan, S., & Köktürk, H. (2016). Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova-İzmir, 119.
- Özgürsoy, S. (2006). Hatay ilinde zeytin ve zeytinyağı sektörünün ekonomik analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Adana. Doktora Tezi.
- Rodríguez-Entrena, M., Barreiro-Hurlé, J., Gómez-Limón, J.A., & Espinosa-Goded, M., (2012). Evaluating the demand for carbón sequestration in olive grove soils as a strategy toward mitigating climate change. *Journal of Environmental Management*, 112, 368-376. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.004>
- Seçer, A. (2012). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde zeytin ve zeytinyağı üretimi, pazarlaması ve bölgede zeytinciliği geliştirme olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Adana. Doktora Tezi.


Therios, I.N. (2009). *Olives (No. 18)*. CABI. p. 409.

The population fluctuation of European grapevine moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae) in a vineyard in Antalya

Antalya ilinde bağda Salkım güvesi (*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller)'nin popülasyon değişimi

Mehmet KEÇECİ¹ 

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

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|---|---|
| <p>Article history: Received / Geliş: 23.08.2022 Accepted / Kabul: 05.01.2023</p> <p>Keywords: Generation Grape Population fluctuation Larval density <i>Lobesia botrana</i></p> <p>Anahtar Kelimeler: Nesil Üzüm Popülasyon değişimi Larva yoğunluğu <i>Lobesia botrana</i></p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar: Mehmet KEÇECİ kececitr@yahoo.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>European grapevine moth, <i>Lobesia botrana</i> (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae) is the most serious pest of vineyards on a worldwide scale. The study aimed to determine the adult and larval population fluctuations and the generation number for the control of the <i>L. botrana</i>. The present study was conducted in a 1 ha vineyard in Serik district of Antalya province during 2014 and 2015. After the first adult in traps, adult and larval population of pest monitored, weekly. The study findings revealed that <i>L. botrana</i> adults were initially observed in nature in mid-March and remain active for almost eight months in both years. The second peak in the adult count was observed on June 2 and June 12, in 2014 and 2015, respectively. The highest adult density was observed on July 7, 2014 (72.5 adults trap⁻¹) and July 14, 2015 (54 adults trap⁻¹) during the third peak. The highest larval count was determined on July 14, 2014 (1.72 larva bunch⁻¹) and on July 22, 2015 (1.45 larva bunch⁻¹). The data obtained show that <i>L. botrana</i> gives four full generations in Antalya province conditions. Based on the data, it could be suggested that pest population could partially generate a fifth generation in September. It is recommended to consider the determined second and third peak dates in the pest control strategy in Antalya province.</p> <p>ÖZET</p> <p>Salkım güvesi [<i>Lobesia botrana</i> (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae)] tüm dünyada bağın en önemli zararlısıdır. Çalışmada, <i>L. botrana</i>'nın mücadelesine yönelik olarak, ergin ve larva popülasyonunun değişimi ve döl sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, 2014 ve 2015 yıllarında Antalya ili Serik ilçesinde bulunan 1 ha'lık bağda yürütülmüştür. Tuzaklarda ilk ergin yakalandıktan sonra larva ve ergin popülasyonu haftalık olarak izlenmiştir. Çalışma sonucunda, her iki yılda da <i>L. botrana</i> erginlerinin Mart ayı ortalarında ilk kez doğada görüldüğü ve doğada yaklaşık 8 ay boyunca aktif kaldığı belirlenmiştir. Ergin sayısında 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla ikinci tepe noktası sırasıyla 2 Haziran ve 12 Haziran tarihlerinde görülmüştür. En yüksek ergin yoğunluğu ise, üçüncü tepe noktasının olduğu döneme 72.5 ergin tuzak⁻¹ ile 7 Temmuz 2014 ve 54 ergin tuzak⁻¹ ile 14 Temmuz 2015 tarihlerinde görülmüştür. En yüksek larva sayısı ise 1.72 larva salkım⁻¹ ile 14 Temmuz 2014 ve 1.45 larva salkım⁻¹ ile 22 Temmuz 2015 tarihinde saptanmıştır. Elde edilen veriler, <i>L. botrana</i>'nın Antalya ili koşullarında dört tam nesil verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte zararlı popülasyonunun bir bölümünün eylül ayı içerisinde beşinci nesil oluşturabilme potansiyelinin olabileceği düşünülmektedir. Antalya'da zararlı ile mücadele stratejisinde, belirlenen ikinci ve üçüncü pik tarihlerinin dikkate alınması önerilmektedir.</p> |
| Cite/Atıf | Keçeci, M. (2023) The population fluctuation of European grapevine moth, <i>Lobesia botrana</i> (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae) in a vineyard in Antalya. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 203-210. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1165858 |

INTRODUCTION

Grape is one of the common cultivated plants in the world and in Turkey because it is not very selective in terms of climate and soil. Viticulture plays a key role in Turkish economy (Semerci et al., 2015). Turkey ranks fifth after Spain, Italy, France and China with a surface area of 472 545 ha dedicated to viticulture, and ranks sixth after China, Italy, USA, France and Spain with 4.3 million tons of grape production (FAO, 2020). Turkey ranks first in the world in raisin production (about 400 000 tons; 75% seedless, 25% seeded) and ranks second after the USA in seedless raisin production and first in exports (TMO, 2020).

Similar to many cultivated plants, there are biotic and abiotic factors that could lead to yield and quality loss in grapes. *Arboridia vitisuga* (Dlabola) and *Arboridia adanae* (Dlabola) (Hemiptera: Cicadellidae), *Empoasca vitis* (Gothe) (Hemiptera: Cicadellidae), *Daktulosphaira (Viteus) vitifoliae* (Fitch) (Hemiptera: Phylloxeridae) (Hemiptera: Phylloxercisteridae); *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera; Pseudococcidae), *Rubiothrips vitis* (Priesner), *Drepanothrips reuteri* Uzel (Thysanoptera: Thripidae), *Otiorhynchus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae), *Colomerus (Eriophyes) vitis* (Pagenstecher) (Prostigmata: Eriophyidae) are among the important pests that could limit the production and cause economic losses in grape cultivation (TAGEM, 2008; Sertkaya et al., 2008; Turanlı, 2017; Satar et al., 2020; Keçeci, 2021).

The European grapevine moth [*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Tortricidae)] is the most significant pest in grape cultivation (Öztürk & Aciöz, 2010; Mamay & Çakır, 2014; TAGEM, 2017; Gutierrez et al., 2018; Kaplan, 2020). The pest overwinters as pupa under the bark or in other protected places. Adults emerge when air temperatures durinh sunset exceed a threshold of 10°C (TAGEM, 2008). Females lay their eggs on flower buds and flower stems before blossom period. The first generation *L. botrana* larvae feed on the blossom and young fruit. The second-generation larvae feed inside berries. Most of the damage is caused by the third-generation larvae by webbing and feeding inside berries in the ripening stage, which lead to berries rottenness due to the saprophytic fungi that grow on the fruit fluids (Fermaud & Le Menn, 1992; TAGEM, 2008).

Environmental conditions directly affect the *L. botrana* through changes in emergence time and the number of generations per year. In a study conducted in Southeastern Anatolia, it is reported that the first generation of adults emerge in late April and the pest gives three offspring during the vegetation period (Kaplan et al., 2016). In another study carried out in Çanakkale, it was found that the first adults of *L. botrana* emerge at the end of April and the first half of May, and three peaks were reported during the vegetation period, in mid-May, late June, and mid-August. This study also reported three generations per year, but in some years the 4th generation may occur after the harvest season (Özpinar et al., 2004). Similar results were reported in studies conducted in İzmir and Manisa, and it was stated that *L. botrana* adults begin to emerge in nature in the second half of March, and the pest can give four generations (Altındaşlı et al., 2002, 2005). Similar results were obtained in the study conducted in Iznik (Bursa) (Kovancı et al., 2005).

For effective pest control, biological criteria such as the first adult emergence in nature, population peaks and generation number should be determined. There was no study conducted on the *L. botrana* population dynamics in Antalya. The current study aimed to determine the changes in the adult and larval population of *L. botrana* in a vineyard in Serik district located in Antalya province, Turkey.

MATERIALS AND METHODS

The changes in European grapevine moth adult and larval populations were observed in an about 1 ha vineyard, where mostly Trakya İlkeren variety grape are cultivated, and which is located in Antalya province, Serik district, Kocayatak neighborhood between 2014 and 2015.

Delta type traps and pheromones (E-7, Z-9- Dodecadien-1-yl-acetate) were employed to monitor *L. botrana* adult population. Two traps were hung on the vine at a height of 1.5–2 m from the ground on March 1. Traps were checked once a week and caught moth count was recorded separately. The pheromone capsules in the traps were changed after 4-5 weeks based on the manufacturer instructions. The adhesive card was replaced when it was dirty. To monitor the larval stage of *L. botrana* population, 50 grape clusters, 2 of which were collected from each plant, were examined by a hand-held magnifier after the pest adult were seen in traps. In both years, the counts were conducted on 20 small late-period clusters after the end of July, after the harvest. Counts were conducted once a week and the larval count was recorded.

During the study, the air temperature and air relative humidity were recorded in the vineyard with a data logger (Extech). These figures are presented in Figure 1 for first year (2014) and Figure 2 for second year (2015).

RESULTS and DISCUSSIONS

The trapped moth count in the pheromone traps was used to monitor the change in *L. botrana* adult population in 2014 and 2015.

During the first year of the study, the first adults were observed on March 10. The second peak was observed on June 2 (31.5 adults trap⁻¹). The adult population of the pest reached the highest density (72.5 adults trap⁻¹) during the third peak on July 7. The pest count peaked again on August 4 and 26 (45-56 adults trap⁻¹). Although the adult count decreased after August 26, it increased again on September 23 and then rapidly declined. The larval pest population was initially quite low. The larval population then tended to increase on June 9, and reached the highest density (1.72 larvae cluster⁻¹) on July 14, during the grape harvest. Then, it started to decline (Figure 3).

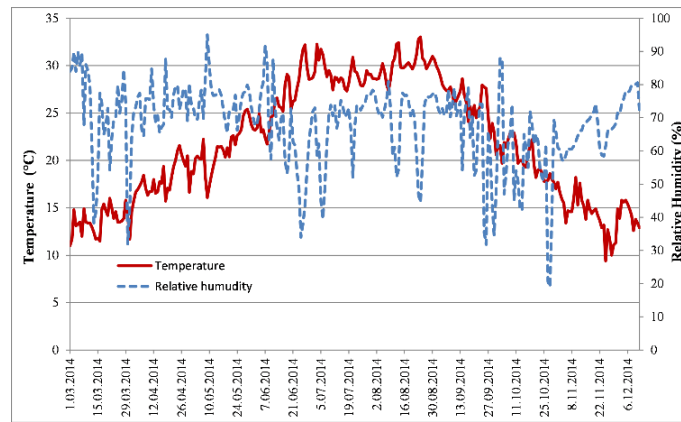


Figure 1. Mean air temperature (°C) and air relative humidity (%) recorded in first year

Şekil 1. İlk yılda kaydedilen ortalama hava sıcaklığı (°C) ve hava nispi nemi (%)

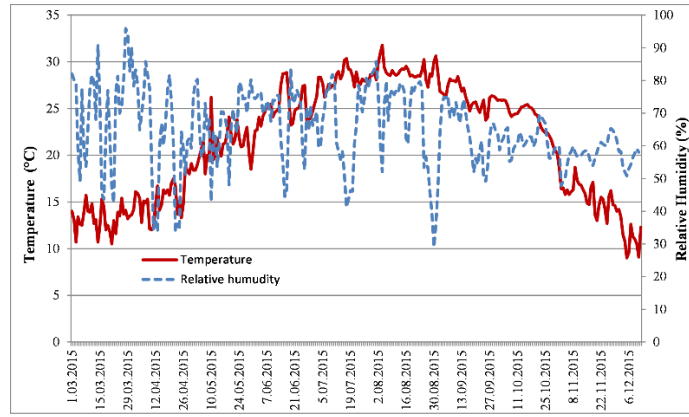


Figure 2. Mean air temperature (°C) and air relative humidity (%) recorded in second year
Şelil 2. İkinci yılda kaydedilen ortalama hava sıcaklığı (°C) ve hava nispi nemi (%)

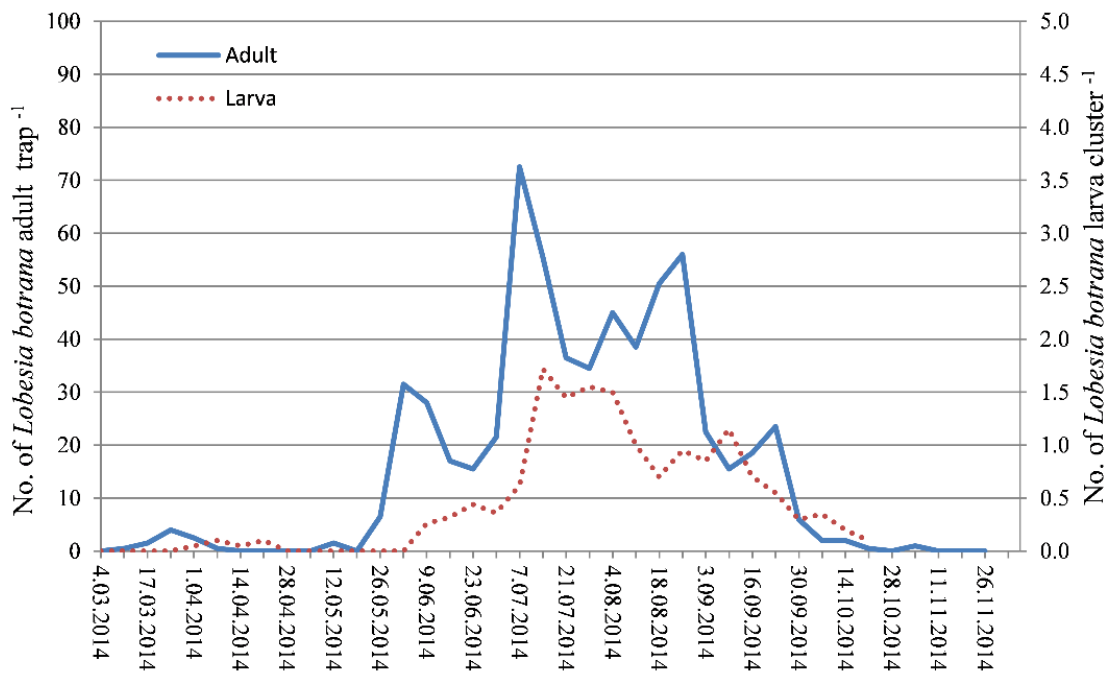


Figure 3. Population fluctuations of larval and adult *Lobesia botrana* in the vineyard in 2014
Şekil 3. 2014 yılında bağda *Lobesia botrana* larva ve ergininin popülasyon değişimi

In the second year, 2015, the pest was observed for the first time on March 18. The second peak was observed on June 12 (7 adults trap⁻¹), the pest population peaked for the third time during the vegetation period (54 adults trap⁻¹). The pest population increased again in August and it was 45.5-51 adults trap⁻¹ on August 5-20. Similar to the first-year findings, the pest population increased again in late September and then started to decline. The larval population was quite low in April but started to increase on June 19. Larval population was 0.68-1.45 larva cluster⁻¹ between July 8 and 22 when the grape was ready for harvest.

In the study, generation number was calculated based on the climatic data and the development threshold of *L. botrana*, and the findings were compared with the adults count in the traps in the field. The minimum growth threshold for *L. botrana* was reported as 12°C (TAGEM, 2017). Based on the March 10 - November 4, 2014 and March 18 - November 10, 2015 temperature data, the period when the pest was observed in nature, the total effective temperatures were determined as 2722.0 and 2671.2 day-degrees, respectively. It was reported that one *L. botrana* generation could be generated between 482 day-degrees and 577 day-degrees (Zalom et al., 2009).

These data demonstrated that the pest could produce 4 full generations per year (4.7 generations in 2014 and 4.6 in 2015) under the study conditions, and a part of the population could produce a fifth generation. Calculated generation number and adult population peak counts were consistent for two years.

The study area is located on the Mediterranean coast. It has a warmer climate when compared to other grape cultivation regions in Turkey. In both years of the study, the pest was observed in March and during the flowering period. The pest population generated 3 clear peaks. The second-generation adults reached the highest population on June 2 in 2014 and June 12 in 2015. The third-generation adults reached the highest population on July 7 (72.5 adults trap⁻¹) and July 14 (54 adults trap⁻¹) in 2014 and 2015, respectively. The pest population then peaked in August. However, the adult population did not decrease continuously in September, and increased once more. This suggested that a part of the pest population could have produced a fifth generation. Larval pest density peak was 1.72 larva cluster⁻¹ during the study. There are no studies in the literature that reported larval count. However, it was observed that a single larva in a cluster could lead to significant damages in that cluster (Figure 4).

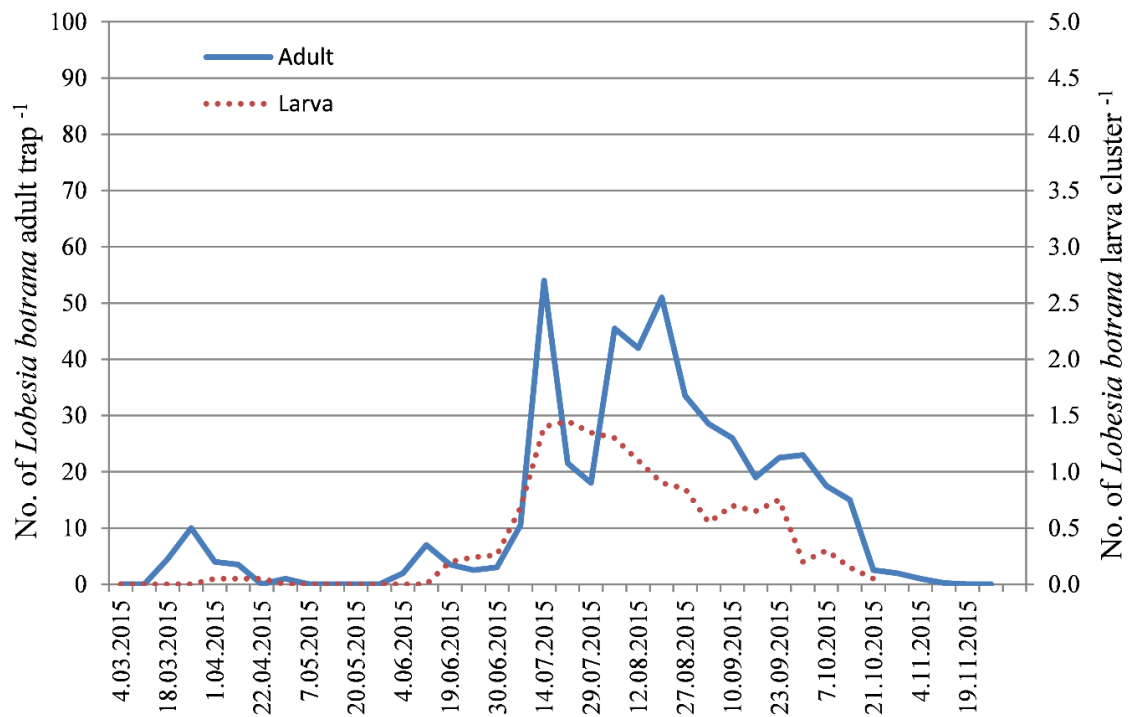


Figure 4. Population fluctuations of larval and adult *Lobesia botrana* in the vineyard in 2015

Şekil 4. 2015 yılında bağda *Lobesia botrana* larva ve ergininin popülasyon değişimi

It is known that the first *L. botrana* adults emerge at different times in grape cultivation regions with different climatic conditions. Furthermore, the offspring number is a biological parameter affected by the climate. *Lobesia botrana* generates two generations and the second generation leads to economic damages in Northern Europe. It was also reported that the pest could produce four generations in warm geographies such as Spain, Greece, Jordan, Egypt and Iran (Zalom et al., 2009; Gallardo et al., 2009; Saeidi & Kavosi, 2011). Similar results were reported in studies conducted in Turkey. Kaplan et al. (2016) reported that the pest produced three generations in a study conducted in Mazıdağı district in Mardin Province. In a study conducted in the Çermik district in Diyarbakır province, it was reported that the pest produced three generations (Kaplan, 2020). In Hatay province vineyards, it was determined that *L. botrana* produced three generations every year, in April, June and July (Şekerden Çağlar, 2009). However, it was also reported that the pest could produce four generations in warmer climates. In a study conducted in Tarsus in Mersin province, it was reported that although the last two peaks that were observed after

the harvest were not prominent, the pest population peaked four times (Öztürk & Acıöz, 2010). Similar results were reported in a study conducted in Çanakkale vineyards. It was determined that the pest population peaked three times, but in certain years, fourth generation was observed after the harvest (Özpinar et al., 2004). A similar finding was reported in studies conducted in Manisa, Gaziantep and Şanlıurfa vineyards that the fourth generation was observed (Altındışli et al., 2005; Öztürk & Şahin, 2013; Mamay & Çakır, 2014; Güleç & Ünlü, 2018).

In conclusion, it was observed that there was a correlation between the pheromone traps that were employed to monitor the adult and the larval populations determined in the vineyard. In regions without early warning for pest control, pheromone traps could be employed to decide the application time. Control was not recommended due to low population density during the first generation, which does not lead to economic damages. However, since the second and especially the third generations feed directly on the grape and lead to economic damages, the populations should be monitored and densities can be assessed to determine proper application time. During the harvest, leaving the clusters of no economic significance in the vineyard would lead to infestation in the next year, which would generate a higher population; thus, these clusters should be removed and discarded during the harvest.

Especially during the construction of new vineyards in coastal areas, the presence of various plants such as blackberry, blackcurrant, cherry, plum, persimmon, kiwi, pomegranate and clove, which are pest hosts, and the pest density on these hosts should be considered.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author has declared no conflict of interest. This study presented in Vth International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress (October 23, 2021) and published as summary in the proceedings book.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The planning, field observations, evaluation of study and writing of the manuscript was done by author.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Altındışli, F.Ö., Koçlu, T., Hepdurgun, B., & Charmillot, P.J. (2002) Early studies on the effectiveness of mating disruption technique against *Lobesia botrana* Den. & Schiff. in the Seedless Sultana Vineyards of the Aegean Region in Turkey. *Proceeding of IOBC Meeting on Pheromones and Other Semiochemicals in Integrated Production, 22- 27 September Erice, Italy.*
- Altındışli, F.Ö., Koclu, T., Hepdurgun, B., & Özsemerci, F. (2005) Salkım güvesi (*Lobesia botrana* Den.- Schiff.) ile mücadelede çiftleşmeyi engelleme tekniğinin kullanımında 6 yıllık deneyim. *6. Bağcılık Sempozyumu Bildiri Kitabı, 19-23 Eylül 2005, Tekirdağ, Cilt 1, 297-304.*
- FAO (2020) FAO statistics (FAOSTAT) (Web page: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).
- Fermaud, M.; & Le Menn, R. (1992) Transmission of *Botrytis cinerea* to grapes by grape berry moth larvae. *Phytopathology, 82, 1393-1398.* <https://doi.org/10.1094/phyto-82-1393>
- Gallardo A., Ocete, R., Lopez, M.A., Maistrello, L., Ortega, F., Semedo, A., & Soria, F.J. (2009) Forecasting the flight activity of *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera, Tortricidae) in southwestern Spain. *Journal of Applied Entomology, 133 (8), 626-632.* <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01417.x>

- Gutierrez, A.P., Ponti, L., Gilioli, G., & Baumgärtner, J. (2018) Climate warming effects on grape and grapevine moth (*Lobesia botrana*) in the Palearctic region. *Agricultural and Forest Entomology*, 20, 255-271. <https://doi.org/10.1111/afe.12256>
- Güleç, F., & Ünlü, L. (2018) Ahmetli ve Turgutlu (Manisa) ilçelerindeki bağlarda Salkım güvesi [*Lobesia botrana* Den. & Schiff.(Lep.: Tortricidae)]'nin popülasyon değişimi ve bulaşıklık oranının saptanması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33 (3), 191-201. <https://doi.org/10.7161/omuanajias.391372>
- Kaplan, M., Özgenç, İ., & Kılıç, M. (2016) Mazıdağı İlçesi (Mardin) bağlarında Salkım güvesi [*Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller)(Lepidoptera: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon değişimi ve salkım bulaşıklığının belirlenmesi. *Meyve Bilimi*, 3 (1), 10-16.
- Kaplan, M. (2020) Determining the adult population fluctuation and infestation rate of European grapevine moth (*Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae)) in the vineyards in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 62, 69-73. <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00498-7>
- Keçeci, M. (2021) The population dynamic of honeydew moth [*Cryptoblabes gnidiella* Mill. (Lepidoptera: Pyralidae)] in vineyard in Antalya. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34 (2), 169-173. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.821101>
- Kovancı, B., Türkmen, C., & Kumral, N.A. (2005) İznik (Bursa) ilçesindeki bağlarda zararlı Salkım güvesi, *Lobesia botrana* (Den.-Schiff.) (Lep.: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon dalgalanması üzerinde araştırmalar. 6. *Türkiye Bağcılık Sempozyumu*, 19-23 Eylül 2005, Tekirdağ, Cilt: 1, 289-296.
- Mamay, M., & Çakır, A. (2014) Şanlıurfa Merkez ilçe bağlarında Salkım güvesi [*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Tortricidae)]'nin ergin popülasyon değişimi ve bulaşma oranının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 54 (2), 103-114,
- Özpinar, A., Albayrak, A., & Görür, S.E. (2004) Çanakkale İli bağ alanlarında Salkım güvesi [*Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae)]'nin popülasyon gelişmesi ve döl sayısının belirlenmesi, *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi Bildiri Özetleri*, 8-10 Eylül 2004, Samsun, 101 s.
- Öztürk, N., & Acıöz, S. (2010) Tarsus (Mersin) bağlarında zararlı Salkım güvesi'nin ergin popülasyon değişimi. *Bitki Koruma Bülteni*, 50 (3): 111-120.
- Öztürk, N., & Şahin, Y. (2013) İslâhiye (Gaziantep) bağlarında Salkım güvesi, *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.)'nin ergin popülasyon değişimi. *Alatarım*, 12 (1), 49-55.
- Satar, G., Aslan, M.M., Kozanoğlu, A., & Usanmaz, H. (2020) Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde bağ alanlarında zararlı olan Lepidoptera türleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 898-903. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.672020>
- Saeidi, K., & Kavoosi, B. (2011) Seasonal flight activity of the grape berry moth, *Lobesia botrana* Den. and Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) in Sisakht region, Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (15), 3568-3573.
- Semerci, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A., & Kiracı, M. (2015) Türkiye bağcılığının genel durumu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 42-51.
- Sertkaya, G., Yiğit, A., & Çağlayan, K. (2008) Experimental transmission of Grapevine Leafroll Virus 1-3 (GLRaV1-3) by citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera, Pseudococcidae) and grape leafhopper, *Arboridia adanae* Dlab (Hemiptera, Cicadellidae). *Journal of Turkish Phytopathology*, 37, 39-54.
- Şekerden Çağlar, Y. (2009) Hatay İli bağ alanlarındaki zararlılar, yayılışları, parazitoit ve predatörler ile *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae)'nin popülasyon gelişmesinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 126 s.
- TAGEM (2008) *Zirai Mücadele Teknik Talimatı* (Meyve ve bağ zararlıları, Cilt: 4), T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (Tagem), Ankara, 388 s.
- TAGEM (2017) *Bağ Entegre Mücadele Teknik Talimatı*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 120 s.

- TMO (2020) 2019 Yılı Kuru Üzüm Sektör Raporu. Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/kuruuzum2019.pdf>.
- Turanlı, F. (2017) Bağ zararlıları ve mücadeleleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (Bağcılık Özel Sayı), 112-121. <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.298860>
- Zalom, F.G., Varela, L.G., & Cooper, M. (2009) *European grapevine moth*. <https://www2.ipm.ucanr.edu/Invasive-and-Exotic-Pests/European-grapevine-moth/>

Kilis ilindeki zeytinlik alanları için toprak kalitesinin değerlendirilmesi

Evaluation of soil quality for olive groves in Kilis Province

Tuğba ŞİMŞEK¹, Nilgün KALKANCI¹, Serkan KÖSETÜRKMEN³, Gökhan BÜYÜK², Nevzat ASLAN¹

¹Gaziantep Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep, Türkiye.

²Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Kahta-Adıyaman, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 03.11.2022 Accepted / Kabul: 11.01.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Zeytin Mikro element Makro elementler Toprak analizi</p> <p>Keywords: Olive Micro element Macro elements Soil anaysis</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Gökhan BÜYÜK gbuyuk@adiyaman.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Önemli bir potansiyele sahip olan Zeytin yetiştiriciliğinde, periyodisite ile beraber verim kaybının nedenleri bahçelerdeki bitki besleme durumu ve su yetersizliğidir. Çalışma, Kilis'te zeytin yetiştiriciliği yapılan toprakların bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ve besin elementi içeriklerinin belirlenmesi için yürütülmüştür. Analizler, Merkez, Musabeyli, Elbeyli ve Polateli ilçelerinden 40 farklı köyden toplam 49 bahçeden aynı zamanda alınan toprak (0-30 cm) örneklerinde yapılmıştır. Toprak örneklerinde; alınabilir B, Fe, Cu, Zn, Mn analizleri yapılmıştır. Toprakların bor içeriğinin %34.7'si az, %65.3'ü yeterli, Fe ve Cu içeriklerinin tamamının yeterli, Zn içeriğinin %28.6'sının çok az %65.3'ünün az %6.1'inin yeterli olduğu, Mn bakımından ise toprakların % 26.5'inin yeterli, %73.5'inin fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toprakların %58.3'ünün P, %27.1'ininde Mg bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. B, Zn, P ve Mg bakımından önemli bitki beslenme sorunlarının olduğu belirlenmiştir. Mangan yönünden toprakların büyük bölümünün sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Kilis ilinde gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında zeytin yetiştirilen alanlarda Zn ve B gübrelerinin topraktan veya yapraktan uygulanması gerekliliği ortaya çıkmıştır.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In olive cultivation, which has an important potential, the reasons for the loss of yield together with periodicity are the plant nutrition situation and water deficiency in the gardens. This study was carried out to determine some physical and chemical properties and nutrient content of olive growing soils in Kilis. Analyzes were made on soil samples (0-30 cm) taken simultaneously from a total of 49 orchards from 40 different villages in Merkez, Musabeyli, Elbeyli and Polateli districts. Available B, Fe, Cu, Zn, Mn analyzes were made in soil samples. 34.7% of the boron content in the soil is low, 65.3% is sufficient, all of the Fe and Cu contents are sufficient, 28.6% of the Zn content is very little, 65.3% is less than 6.1% is sufficient, and in terms of Mn, 26.5% of the soils are sufficient. sufficient, 73.5% was determined to be more. In addition, it was determined that 58.3% and 27.1% of the soils measured in terms of P were insufficient in terms of Mg. It has been determined that there are important plant nutritional problems on B, Zn, P and Mg. Also, it has been determined that most of the soils in terms of manganese are above the limit values. Considering the results of this study, the necessity of applying Zn and B fertilizers from the soil or leaves has emerged in olive orchards in Kilis.</p> |
| <p>Cite/Atıf</p> | <p>Şimşek, T., Kalkancı, N., Kösetürkmen, S., Büyük, G., & Aslan, N. (2023). Kilis ilindeki zeytinlik alanları için toprak kalitesinin değerlendirilmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 28 (1), 211-221. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1198756</p> |

GİRİŞ

Dünyanın birçok yerinde zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Akdeniz Bölgesi %98'lik pay ile en büyük üretimi yapmaktadır (Vogel ve ark., 2014). Zeytin yetiştiriciliğinin en fazla yapıldığı ülkeler; Türkiye, İspanya, İtalya, Yunanistan, Fransa, Portekiz, Fas, Tunus, gibi ülkelerin yer aldığı Akdeniz bölgesinde yapılmaktadır (Başoğlu, 2010). Kaliteli ve yüksek verim elde etmek için bitkilerin gereksinimleri için besin elementlerinin toprakta optimum miktarda bulunması gerekmektedir. Özellikle mikro elementlerin toprakta noksanlığı ya da fazlalığı bitkilerin bitki besin elementlerinin alınabilirliğini ve bitkilerin bu elementlerden yararlanma miktarlarını düşürmektedir. Bundan dolayı da verim ve kalite düşüklüğüne neden olmaktadır. Alüviyal toprak gruplarında zeytin yetiştiriciliği yapılan topraklarının beslenme durumlarının belirlenmesi ve olası bitki besleme sorunlarını saptamak amacıyla yürütülen çalışmada; toprakların %43.34'ünde çinko ve %90'ında manganın sınır düzeyin altında olduğu belirlenmiştir (Turan ve ark., 2010).

Akselendi Ovası'nda yapılan çalışmada toprakların mikro elementlerden sadece Cu yeterli düzeyde iken; Fe, Mn ve Zn içeriklerinde belirtilen sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir (Çelik & Dengiz, 2018).

Zeytin yetiştiriciliği yapılan toprakların ve yaprakların bazı besin elementleri yönünden beslenme durumunun belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada topraklar bor yönünden yeterli ve fazla sınırında yer aldığı, Zn açısından yoğun şekilde noksanlık belirlenmiştir. Demir, bakır ve mangan içerikleri yönünden de beslenme sorunları yaşandığı saptanmıştır (Deliboran ve ark., 2019).

Zeytin yetiştiriciliğinde genellikle gübreleme işlemi yapılmadığından ve daha çok kireçli ve eğimli arazilerde yetiştiriciliği yapılan zeytin yetiştiriciliğinde son yıllarda yapılan araştırmalarda mikroelement ile ilgili bitki besleme sorunlarının yaygın olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde zeytin bahçelerinin bitki beslemek için yapılan sörvey çalışmalarında, toprakların en fazla B, Zn, K ve N bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir (Deliboran ve ark., 2019, 2019a, 2019b).

Nizip ilçesinde zeytin yetiştiriciliği yapılan bahçelerin topraklarının %17.5'inde P, %50'sinin Mg, %7.5'inin Fe, %97.5'inin Zn, %100'ünün B içeriği yönünden yetersiz olduğu belirlenmiştir. Topraklarda ağır metal açısından kirliliğe rastlanmazken, yaprak örneklerinin tamamının P, K ve Ca, %25'inin Mg, %95'inin Cu, %5'inin Zn, %65'inin Mn içeriği yönünden noksan olduğu belirlenmişlerdir (Keleş Uzel & Çimrin, 2020). Hatay Altınözü'nde yapılan benzer çalışmada ise toprakların besin elementleri bakımından bir örnek hariç tümünün azot (N), tamamının çinko (Zn) ve bor (B), %6.66'sının fosfor (P), %13.33'ünün potasyum (K), %10'unun demir (Fe) bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Zeytin yaprak örneklerinin ise %20'sinde N, %6.66'sında P, %36.66'sında K, %53.33'ünde kalsiyum (Ca), %73.33'ünde magnezyum (Mg), %46.66'sında hem Mangan (Mn), Zn ve B içerikleri yönünden noksan olduğu belirlenmişlerdir (Gökçeoğlu & Çimrin, 2022). Tarımsal üretimde toprak verimliliğinin iyileştirilmesi için önem taşımaktadır. Bu doğrultuda topraklar özelliklerinin belirlenmesi ve bu özellikleri iyileştirmek gerekmektedir. Zeytin yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahip olan araştırma alanında verim ve kalitede yaşanan sorunlar besleme ve kuraklığa dayanmaktadır. Bu çalışma Kilis yağlık çeşidinin yetiştirildiği zeytin bahçelerine ait toprakların bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ve besin elementi içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma alanı materyalini oluşturan topraklar Kilis ilinin Merkez, Musabeyli, Elbeyli ve Polateli ilçelerinde zeytin üretimi yapılan 40 farklı köyde bulunan bahçelerden aynı zamanda alınan toprak örneklerinin sayıları ile dağılımları Çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Seçilen havzaların akım gözlem istasyonu (AGİ) numaraları ve özellikleri

Table 1. Flow observation station (AGI) numbers and characteristics of selected basins

| Lokasyon | Örnek sayısı | Dağılım |
|-----------|--------------|---------|
| | adet | % |
| Merkez | 24 | 49 |
| Musabeyli | 20 | 40.8 |
| Elbeyli | 4 | 8.2 |
| Polateli | 1 | 2 |

Toprak örneklerinin alınması ve yerlerin seçimi

Çalışma alanından 40 farklı zeytin bahçesinden toprak örneği aynı zamanda Kasım-Aralık aylarında 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri toplanmıştır. Örnek toplama işlemi GPS ile koordinatlı olarak yapılmıştır. Toprak örneği alınan bahçeler hafif (2-10), orta (10-50) ve çok taşlı (50-90) olarak sınıflandırılmıştır.

Örnek alınan 49 bahçenin 10 tanesi orta eğimli (6-12), 2 tanesi dik eğimli (12-20), 13 tanesi hafif eğimli (2-6), 24 tanesi ise düz eğimli (0-2) bahçelerdir. Bahçelerin tamamında susuz yetiştiricilik yapılmaktadır.

Alınan örneklerin laboratuvar analizlerine hazırlanması

Hava kurumaya bırakılan topraklar 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Carter, 1993).

Toprak analiz metotları

Toprakların tuz ve pH içerikleri saturasyon çamurunda (Richards, 1954), Scheibler kalsimetresi ile kireç (Allison & Moodie, 1965), toprak bünyesi hidrometre metoduyla (Bouyoucos, 1952), alınabilir demir, çinko, mangan ve bakır Lindsay & Norvell (1978)'e göre, alınabilir B miktarı ise (Gestring & Soltanpour, 1981) göre sıcak su ekstraksiyon metodu ile belirlenmiş olup ICP-OES cihazında ölçümler yapılmıştır (Kacar, 1982). Yarayışlı P mavi renk yöntemine göre (Olsen ve ark., 1954), değişebilir potasyum (K) kalsiyum ve magnezyum (Ca ve Mg) amonyum asetat ekstraksiyonu ile (Knudsen ve ark., 1982) yapılmıştır.

İstatiksel analizler

SPSS 11.0 (Statistical Package for the Social Science, version 11.0) programı kullanılarak, verilerin en yüksek, en düşük, ortalama, standart deviasyon, basıklık, çarpıklık, ortanca, değişim katsayıları belirlenmiş olup, İstatistiksel önemlilik düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tekstür: toprakların %47.9'u tınlı bünye, %52.1'i killi tın bünyede olduğu belirlenmiştir. Topraklar farklı iki bünyede yer almıştır. Benzer bir çalışmada Çimrin ve ark. (2019) çalışma alanında yer alan zeytin bahçelerinde toprakların üç farklı bünye sınıfında yer aldığını belirlemişlerdir.

pH: toprakların pH içerikleri 7.13-7.89 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çalışma alanı toprakların pH içerikleri Hızalan & Ünal (1966)'ın verdiği sınır değerlerine göre toprakların %27.9'u nötr, %72.9'u hafif alkalin karakterde bulunmuştur (Çizelge 3). Zeytin yetiştiriciliği yapılan topraklar yarı kurak bir iklim etkisinde olması nedeniyle yüksek pH içeriklerine sahiptir. 2017-2018 yılında yapılan bir çalışmada bölgedeki zeytin bahçelerine ait toprakların pH içerikleri 7.72-7.85 arasında olduğu belirlenmiştir (Kılıç, 2019). Zeytin ağaçları geniş pH aralığında yetişebilen bitkilerdir (Ferreia Llamas, 1984). Zeytin ağaçları birkaç toprak tipinde yetişebilse, orta veya kaba dokulu topraklarda orta derecede asitten (5.6) orta derecede alkaliye (8.5) kadar geniş bir pH aralığında ve iyi drene edilmiş kireçli topraklarda yetişebilen bitkilerdir (El-Kholy, 2014; Söylemez ve ark., 2017).

EC: toprakların EC içeriği 0.007-0.06 ds m⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 2). USSS 1954'ün bildirdiği sınır değerlere göre toprakların EC değerleri 2 dS m⁻¹ 'den az olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır (Çizelge 3). Zeytin üretimi için arazi özelliklerinin en sınırlayıcı faktörlerinin topografya, kaba parça, sıg toprak derinliği, tuzluluk ve alkalilik olduğunu bildirmişlerdir (Lake ve ark., 2009).

Kireç: çalışma alanı zeytin bahçesi toprakların kireç içeriği %7.56-47.26 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Hızalan & Ünal (1966)'ın bildirdiği sınır değerlere göre toprakların %16.7'si orta kireçli, %22.9'u fazla ve %60.4'ü çok fazla kireçli olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Ferreira Llamas (1984), ideal zeytin gelişimi için topraktaki kireç içeriği aralığının %9 ile %19 arasında olması gerektiğini, ancak zeytin bahçelerinde de topraktaki kireç içeriğinin bu değerlerden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada sadece %60.4'ü büyük kireç içeriği değerlerine sahip topraklar olduğu belirlenmiştir. Topraktaki kireç içeriği ile zeytin taç gelişimi arasında negatif bir ilişki vardır, topraktaki kireç içeriği % 58-68 seviyelerine yükseldiğinde taç gelişimi kısıtlanır (Gálvez ve ark., 2004). Bu çalışmada, topraklarda zeytin gelişimini kısıtlayacak fazla kireç içeriği bulunmamaktadır.

Çizelge 2. Toprakların pH, EC, CaCO₃ ve Organik madde içerikleri

Table 2. Soil pH, EC, CaCO₃ and Organic matter contents

| Değerler | pH | EC | CaCO ₃ | OM |
|-----------|---------------------|--------------------|-------------------|--------|
| | mg kg ⁻¹ | ds m ⁻¹ | | % |
| En düşük | 7.13 | 0.007 | 7.56 | 0.30 |
| En yüksek | 7.89 | 0.06 | 47.26 | 2.58 |
| Ortalama | 7.57 | 0.02 | 27.3 | 1.31 |
| Basıklık | 2.60 | -0.456 | -0.803 | -0.301 |
| Çarpıklık | -0.65 | 0.249 | 0.047 | 0.522 |
| Ortanca | 7.57 | 0.029 | 27.64 | 1.184 |
| StdS | 0.123 | 0.0137 | 10.24 | 0.53 |
| DK | 1.63 | 47.64 | 37.47 | 40.3 |

Organik madde: toprakların organik madde içeriği %0.30-%2.58 arasında değişmiş (Çizelge 2), toprakların organik madde dağılımı ise %33.3 çok az, %56.3 az ve %10.4 orta düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Menderes havzasında yapılan bir çalışmada zeytin bahçelerinin organik madde içeriğinin %0.20 ile %2.88 arasında değiştiğini (Doğan & Gülser, 2020; Ferreira Llamas, 1984), zeytin gelişimi için toprak organik madde içeriğinin en az %1.0 olması gerektiğini bildirmiştir. İdeal zeytin gelişimi için yüzey toprağının organik madde içeriği seviyesi %3.0 civarında olması gerektiği bildirilmiştir (Leake, 2001). Araştırma alanı topraklarının organik madde düzeyi zeytin yetiştiriciliği için yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir.

Alınabilir P: toprakların P içeriği 1.8-88.7 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4). Olsen & Sommers (1982)'ın belirlediği sınır değerlere göre toprakların P dağılımı; %6.2 çok az, %52.1 az, %31.3 yeterli, %8.3 fazla ve %2.1 çok fazla olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Leake (2001), ideal zeytin gelişimi için topraktaki P içeriğinin 20-50 mg kg⁻¹ civarında olması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada, 4 toprak örneğinin mevcut P içerikleri 20-50 mg kg⁻¹ arasında, 2 toprağın ise 50 mg kg⁻¹ üzerinde olduğu ve toprakların %87.5'inin zeytin yetiştiriciliği için P bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Alınabilir K: toprakların K içeriği 108.9-1323.2 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4). Sumner & Miller (1996)'ın belirlediği sınır değerlere göre toprakların %8.3'ü az, %58.4'ü yeterli, %15'i fazla ve %2.1'i çok fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Araştırmacılar, kaliteli zeytin üretimi için toprakların K içeriğinin en az 100 mg kg⁻¹ olması gerektiğini bildirmişlerdir (Ferreira Llamas, 1984; Leake 2001). Çalışma alanı topraklarının K düzeyi zeytin yetiştiriciliği için yeterli ve yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bölge toprakları kırmızımsı akdeniz toprakları olup, bu topraklarda başat tabakalı kil minerali kaolinit, illit ve smektit minerallerince zengindirler (Özaytekin, 2009). Potasyumun en büyük toprak bileşeni, %90 ila 98'i, feldspat ve mika gibi toprak mineralleridir. Bu K kaynağının çok

azı bitki kullanımı için uygundur. Bitkiler toprak suyunda çözünen K'yı kolayca aldıkları için toprakta bulunan K'un alınabilmesi için toprak suyunun yeterli olması gerekmektedir (Prajapati & Modi, 2012). Bu nedenle toprakta potasyum düzeyinin yüksek ve/veya yeterli olması bitkinin K içeriğinin de yeterli olacağı anlamına gelmemektedir.

Çizelge 3. Çalışma alanına ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri için sınır değerler ve dağılımı

Table 3. Limit values and distribution for some physical and chemical properties of the soils of the study area

| Besin elementi | Sınır değer | Değerlendirme | Örnek sayısı adet | Dağılımı % |
|------------------------------|-------------------|---------------|----------------------|---------------|
| B (mg kg ⁻¹) | <0.5 | Az | 17 | 34.7 |
| | 0.5-2 | Yeterli | 32 | 65.3 |
| | 2-5 | Fazla | - | - |
| | >5 | Çok fazla | - | - |
| Fe (mg kg ⁻¹) | <2.5 | Noksan | 49 | 100 |
| | 2.5-4.5 | Yetersiz | - | - |
| | >4.5 | Yeterli | - | - |
| Cu (mg kg ⁻¹) | <0.2 | Yetersiz | - | - |
| | >0.2 | Yeterli | 49 | 100 |
| Zn (mg kg ⁻¹) | <0.2 | Çok az | 14 | 28.6 |
| | 0.2-0.7 | Az | 32 | 65.3 |
| | 0.7-2.4 | Yeterli | 3 | 6.1 |
| Mn (mg kg ⁻¹) | >2.4 | Fazla | - | - |
| | <0.2 | Çok az | - | - |
| | 0.2-0.7 | Az | - | - |
| pH | 0.7-5 | Yeterli | 13 | 26.5 |
| | >5 | Fazla | 36 | 73.5 |
| | 4.5-5.5 | Orta asit | - | - |
| | 5.5-6.5 | Hafif asit | - | - |
| EC (ds m ⁻¹) | 6.5-7.5 | Nötr | 13 | 27.1 |
| | 7.5-8.5 | Hafif alkali | 35 | 72.9 |
| | <2 | Tuzsuz | 48 | 100 |
| | 2-4 | Hafif tuzlu | - | - |
| Kireç | 4-8 | Orta tuzlu | - | - |
| | 8-15 | Çok tuzlu | - | - |
| | 0-1 | Az | - | - |
| | 1-5 | Kireçli | - | - |
| | 5-15 | Orta kireçli | 8 | 16.7 |
| 15-25 | Fazla kireçli | 11 | 22.9 | |
| >25 | Çok fazla kireçli | 29 | 60.4 | |

Alınabilir Ca: toprakların Ca içeriği 3793.5-7236.3 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 4). Sumner & Miller (1996)'in belirlediği sınır değerlere göre toprakların %81.2'si fazla ve %17.8'i çok fazla olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 3). Toprakların kireç içeriği de yeterli ve yüksek olarak belirlenmiş olup sonuçlar birbirileri ile uyum içerisindedir. Kalsiyum, yalnızca kireçsiz topraklara sahip bölgelerde veya Ca'nın bitkilere erişiminin sınırlı olduğu asit topraklarda bir beslenme sorunu oluşturabilir (Fernández-Escobar ve ark., 2015). Ama kurak koşullarda da Ca'nın topraktaki hareketi kitle akımı ile olduğundan bu sorun oluşabilir.

Alınabilir Mg: toprakların Mg içeriği 2.4-1313.7 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4). Sumner & Miller (1996)'in belirlediği sınır değerlere göre toprakların %16.7'si çok az, %10.4'ü az, %41.7's, yeterli ve % 31.2'sinin fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Zeytinde Ca/Mg varyasyonunun bilinmesi sağlıklı bitki gelişimi için önemlidir (Farhat ve ark., 2021). Toprakların %27.1'inde yetersiz bulunan Mg ile ilgili olarak, Mg bakımından fakir topraklarda yetişen

zeytin ağaçlarında eksiklikler gözlemlenebilir (Marcelo ve ark.,2004). Bu dengesizlik hem alkali hem de asitli topraklarda özellikle Ca H ve Al gibi iyonların yanı sıra besin emilimini zorlaştıran K ve NH₄⁺ varlığında meydana gelebilir (Mengel & Kirkby, 2001).

Çizelge 3. (devamı) Havza sediment verimi tahmin denklemleri ve verimlilik katsayıları

Table 3. (continued). Basin sediment yield estimation equations and efficiency coefficients

| Besin Elementi | Sınır değeri | Değerlendirme | Örnek sayısı | Dağılımı |
|---------------------------|--------------|---------------|--------------|----------|
| | | | adet | % |
| Organik madde (%) | <1 | Çok az | 16 | 33.3 |
| | 1-2 | Az | 27 | 56.3 |
| | 2-3 | Orta | 5 | 10.4 |
| | 3-4 | İyi | - | - |
| | >4 | Yüksek | | |
| P (mg kg ⁻¹) | <2.5 | Çok az | 3 | 6.2 |
| | 2.5-8 | Az | 25 | 52.1 |
| | 8-25 | Yeterli | 15 | 31.3 |
| | 25-80 | Fazla | 4 | 8.3 |
| | >80 | Çok fazla | 1 | 2.1 |
| K (mg kg ⁻¹) | <50 | Çok az | - | - |
| | 50-140 | Az | 4 | 8.3 |
| | 140-370 | Yeterli | 28 | 58.4 |
| | 370-1000 | Fazla | 15 | 31.2 |
| | >1000 | Çok fazla | 1 | 2.1 |
| Ca (mg kg ⁻¹) | <380 | Çok az | - | - |
| | 380-1150 | Az | - | - |
| | 1150-3500 | Yeterli | - | - |
| | 3500-10000 | Fazla | 39 | 81.2 |
| | >10000 | Çok fazla | 9 | 17.8 |
| Mg (mg kg ⁻¹) | <50 | Çok az | 8 | 16.7 |
| | 50-160 | Az | 5 | 10.4 |
| | 160-480 | Yeterli | 20 | 41.7 |
| | 480-1500 | Fazla | 15 | 31.2 |
| | >1500 | Çok fazla | - | - |

Alınabilir B: toprakların alınabilir B konsantrasyonları 0.26 ile 1.89 mg kg⁻¹ arasında ölçülmüştür (Çizelge 5). Çalışma alanındaki bahçelerin alınabilir B analizleri Wolf (1971)'in belirlediği sınır değerlere göre toprakların %34,7'si az, %65.3'ü yeterli olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Toprakta alınabilir B içeriği 0,5 mg kg⁻¹ seviyesinden düşük ise noksan, 0,5-5 mg kg⁻¹ arasında ise bitki gelişimi için optimum düzeyde olduğu belirlenmiştir (Sillanpaa, 1982; Deliboran & Savran, 2017; Deliboran ve ark., 2019). Zeytin bahçelerine ait toprakların B içeriği incelendiğinde 1/3'ünün yetersiz olduğu düşünülmektedir. Zeytin yetiştiriciliği yapılan alanlarda yapılan bazı çalışmalarda toprakların %32,84'inde B içeriklerinin düşük, (Turan ve ark., 2013); diğer çalışmada toprakların yaklaşık %27'sinde B içeriklerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir (Deliboran ve ark., 2019). Mardin İli Derik İlçesinde ve Şanlıurfa'da bulunan bahçelerin B içerikleri yönünden yetersiz olduğu (Doran ve ark., 2008; Söylemez ve ark., 2017), Nizip ilçesinde zeytin yetiştirilen toprakların B yönünden, 0-30 cm derinlikte % 95.00'inin yetersiz ve % 5.00'inin optimum seviyede, 30-60 cm derinlikte tamamının yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çimrin ve ark., 2019).

Alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn: araştırma alanında zeytin yetiştiriciliği yapılan topraklarının alınabilir Fe miktarı 0.30-1.63 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir (Çizelge 5). Toprakların tamamında Fe içeriği yeterli (Lindsay & Norwell, 1978) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Toprak örneklerinin P, K, Ca ve Mg içerikleri

Table 4. P, K, Ca and Mg contents of soil samples

| Değerler | P | K | Ca | Mg |
|-----------|-------|--------|---------------------|--------|
| | | | mg kg ⁻¹ | |
| En düşük | 1.8 | 108.9 | 3793.5 | 2.4 |
| En yüksek | 88.7 | 1323.2 | 7236.3 | 1313.7 |
| Ortalama | 12.17 | 338.3 | 8201.8 | 380.7 |
| Basıklık | 3.76 | 2.37 | -0.081 | 0.936 |
| Çarpıklık | 15.4 | 8.58 | -0.858 | 0.403 |
| Ortanca | 7.35 | 273.0 | 8661.5 | 311.67 |
| StdS | 15.7 | 213.2 | 2132.9 | 232.3 |
| DK | 1.29 | 63.0 | 26 | 84.9 |

Yarı kurak ve ılıman bitki örtüleri arasında geçit alanı durumunda olan Kilis toprakları silis asidince kısmen fakir, seski oksitler ve özellikle demir oksitçe varsıldılar (Metin ve ark., 2008). Bu nedenle topraklar Fe içeriği bakımından yeterli olabilirler. Bir diğer çalışmada ise Muğla İlinde zeytin yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarının Fe yönünden yetersiz (Deliboran ve ark., 2019), yapılan bir araştırmada Fe içerikleri yönünden toprakların % 35'inin yetersiz olduğu belirlenmiştir (Turan ve ark., 2013).

Toprakların Cu içerikleri 0.22-1.79 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 5). Toprakların tamamı Cu içeriği yeterli (Lindsay & Norwell, 1978) düzeyde bulunmuştur (Çizelge 3). 2017 yılında yürütülen bir çalışmada çalışma alanı topraklarının bakır değerleri, Lindsay & Norwell (1978)'e göre yeterli olduğu tespit edilmiştir (Kılıç, 2019). Zeytin bahçelerinde yapılan bir çalışmada Cu içerikleri sırasıyla 1,11-3,31 mg kg⁻¹ / 0,43-2,55 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiş olup, yeterli düzeyde olduğu bildirilmiştir (Aydoğdu, 2011).

Çizelge 5. Toprak örneklerinin B, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları

Table 5. B, Fe, Cu, Zn and Mn concentrations of soil samples

| Değerler | B | Fe | Cu | Zn | Mn |
|-----------|-------|-------|---------------------|--------|--------|
| | | | mg kg ⁻¹ | | |
| En düşük | 0.262 | 0.30 | 0.222 | 0.076 | 2.829 |
| En yüksek | 1.894 | 1.63 | 1.792 | 2.324 | 18.982 |
| Ortalama | 0.686 | 0.78 | 0.879 | 0.342 | 7.219 |
| Basıklık | 2.788 | 1.496 | 1.354 | 19.802 | 4.386 |
| Çarpıklık | 1.514 | 1.083 | 0.497 | 4.128 | 1.894 |
| Ortanca | 0.604 | 0.780 | 0.872 | 0.261 | 6.765 |
| StdS | 0.346 | 0.286 | 0.301 | 0.361 | 3.304 |
| DK | 0.505 | 0.365 | 0.342 | 1.057 | 0.457 |

Çalışma alanı topraklarının Zn içerikleri 0.23-2.32 mg kg⁻¹ arasında (Çizelge 5) değiştiği, toprakların %28.6'sının Zn içeriğinin çok az, %65.3'ünün az ve %6.1'inin yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Kilis İlinde yapılan bir çalışmada toprakların Zn içeriğinin yeterli olduğu (Kılıç, 2019), araştırma alanına ait toprakların alınabilir Zn içerikleri, Lindsay & Norwell (1973)'e göre toprakların %97.5'inin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Zeytin bahçelerinde toprakların hemen hemen tamamı alınabilir Zn bakımından yetersiz olarak bulunmuştur (Uzel & Çimrin, 2020). Amik ovasında zeytin yetiştiriciliği yapılan toprakların beslenme durumunu belirlemek için yürütülen araştırmada toprakların besin elementleri bakımından %13.33'ünün B, Zn içeriklerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Araştırma alanı topraklarının Mn içerikleri 2.83-18.98 mg kg⁻¹ arasında (Çizelge 5) değiştiği, toprakların %26.5'i, yeterli, %73.5'i fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Hatay bölgesinde yapılan bir araştırmada zeytin yetiştiriciliği yapılan toprakların %26.67'sinde Mn içerikleri yetersiz bulunmuştur (Özsayar & Çimrin, 2022). Kilis ilinde zeytin

bahçelerinde yapılan bir araştırmada mangan içeriklerinin Lindsay ve Norwell, (1978) sınır değerlere göre, "az" olarak belirlenmiştir (Kılıç, 1999).

Sonuç olarak, Kilis ilinde zeytin tarımı yapılan alanlarda yer alan toprakların bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ve besin elementi içerikleri incelenmiş, elde edilen bulguların zeytin yetiştiriciliğine olan olası etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre toprakların 1/3'ünde B eksikliği ve Zn bakımından %93.9'unda ciddi beslenme sorunlarının yaşandığı dikkati çekmektedir. Araştırma alanında bitki besleme sorunlarının ortaya çıkmasının önlenmesi için B, Zn gübrelenmesinin yapılması önem arz etmektedir. Bor noksanlığının olduğu alanlarda yapraktan B uygulamasının topraktan uygulamanın hassasiyetle yapılması gerektiği, çünkü yapraktan uygulamalarda uygulama doz ayarındaki minimum yanlış hesaplamada ağaçlara uygulanan B zehir etkisi yapabilmektedir. Çinko gübresi olarak topraktan Zn'li veya Zn katkılı taban gübrelenmesinin uygulanması gerekliliği bulunmaktadır. Ya da yapraktan B ile kombine sıvı gübreler verilmelidir. Aynı zamanda topraklarda önemli ölçüde P ve Mg kritik değerlerin altında olduğu alanlarda mutlaka gübreleme yapılmalıdır. Bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, her ne kadar zeytin yetiştiriciliğinde bölgede gübre kullanımının minimum düzeyde olması ve üreticilerin gübre verilmeden zeytin yetiştiriciliği yapılabileceğine olan inancına rağmen zeytin tarımında yapılacak etkili gübre kullanımları ile kaliteli ve yüksek verim alınabilmekte ve periyosidite dönemindeki verim miktarı da artabilmektedir. Doğru zamanda, doğru karar, doğru verilerle ve doğru yöntemle gübreleme programının yapılması önem arz etmektedir

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 27-30 Eylül 2022 tarihlerinde Eğirdir/İsparta'da düzenlenen Ulusal Meyvecilik Sempozyumunda sunulmuştur.

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

- Allison, L.E., & Moodie, C.D. (1965). *Carbonate*. (ed: C.A. Black), *Methods of soil analysis*. Part 2. Agronomy Series. No. 9, ASA. 1379-1396, Wisconsin.
- Aydoğdu, E. (2011). Domat ve Uslu zeytin çeşitlerinde yaprakların besin element içerikleri ve bunların mevsimsel değişimlerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 86 s.
- Baçoğlu, F. (2010). Yemelik Yağ Teknolojileri. Dora Yayın Dağıtım, Bursa.
- Bouyoucos, G.J. (1952). A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43 (9), 434-438.
- Carter, M.R. (1993). *Soil Sampling and Methods of Analysis*. CRC Press.

- Çelik, P., & Dengiz, O. (2018). Akselendi Ovası tarım topraklarının temel toprak özellikleri ve bitki besin elementi durumlarının belirlenmesi ve dağılım haritalarının oluşturulması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5 (1), 9-18. <https://doi.org/10.19159/tutad.322336>
- Çimrin, K.M., Yalçın, M., & Keleş, N. (2019). Gaziantep ili Nizip ilçesi zeytin bahçeleri topraklarının bor durumunun belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 1-6.
- Deliboran, A., & Savran, Ş. (2017). Bor, bitki fizyolojisindeki önemi ve meyve ağaçlarında kullanımı. *5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi*, Kırklareli.
- Deliboran, A., Savran, K., Dursun, O., Eralp, O., Pekcan, T., Turan, H.S., Aydoğdu, E., Çılgın, I., Ölmez, A., Savran, H., Öztürk, S., Güngör, F., Yıldırım, A., & Nacar, A.S. (2019). İzmir ve Muğla bölgelerinde yetiştirilen zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının bor beslenme durumunun ve bor gübrelemesinin zeytinde verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi. BOREN Proje Sonuç Raporu, Proje NO: 2015-30-06-20-003, Ankara.
- Deliboran, A., Savran, K., Dursun, O., Eralp, O., Pekcan, T., Turan, H.S., Aydoğdu, E., Cilgin, I., Ata Olmez, H., Savran, S., Ozturk, G.F., Yildirim, A., & Nacar, A.S. (2019a). Determination of nutritional status in terms of boron and the other elements of olives (*Olea europaea* L.) grown in Izmir Province. *International Semposium on Boron*, 17-19 April, Nevsehir, Turkey.
- Deliboran, A., Savran, K., Dursun, Ö., Eralp, Ö., Pekcan, T., Turan, H.S., & Nacar, A.S. (2019). Muğla ilinde yetiştirilen zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının bor ve mikro elementler yönünden beslenme durumunun belirlenmesi, yaprak ve toprak ilişkileri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1 (5), 126-140.
- Deliboran, A., Savran, K., Dursun, Ö., Eralp, Ö., Pekcan, T., Turan, H.S., Aydoğdu, E., Çılgın, İ., Ata, Ö.H., Savran, Ş., Öztürk, G.F., Yıldırım, A., & Nacar, A.S. (2019b). Muğla ilinde yetiştirilen zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının bor ve makro elementler yönünden beslenme durumunun belirlenmesi, toprak ve bitki ilişkileri. *6. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi*, 12-14 Kasım, İzmir.
- Doğan, B., & Gülser, C. (2020). Soil quality assessment for olive groves areas of Menderes district, Izmir-Turkey. *Eurasian Journal of Soil Science*, 9 (4), 298-305. <https://doi.org/10.18393/ejss.758380>
- El-Kholly, M.Y., Abdelzaher, H.M.A., Abdel-Moniem, A.S.H., & Ibraheem, M.M.A. (2014). Isolation of entomopathogenic nematodes from soil of olive orchards and evaluation as a biological control of the olive scale, *Parlatoria oleae* Colvée (Homoptera: Diaspididae) in Saudi Arabia. *International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences*, 2, 23-26. www.woarjournals.org/IJGAES
- Farhat, A., Irfan, M.F., Murad, M., & Afzal, M.U. (2021). Assessment of leaf secondary macronutrient variability in olive cultivars grown on shale and sand stone derived soils. *Journal of Agriculture and Food*, 2 (1), 34-44. <https://doi.org/10.52587/JAF050201>
- Fernández-Escobar, R., Sánchez-Zamora, M.A., Garcia-Novelo, J.M., & Molina-Soria, C. (2015). Nutrient removal from olive trees by fruit yield and pruning. *HortScience*, 50 (3), 474-478. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.3.474>
- Ferreira Llamas, J. (1984). Basis of fertilization in olive cultivation and the olive tree's vegetative cycle and nutritional needs. In: *International Course on the Fertilization and Intensive Cultivation of the Olive*, Cordoba (Spain), 18 Apr 1983.
- Gálvez, M., Para, M.A., & Navarro, C. (2004). Relating tree vigour to the soil and landscape characteristics of an olive orchard in a marly area of southern Spain. *Scientia Horticulturae*, 101, 291-303. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.12.001>
- Gestring, W.D., & Soltanpour, P.N. (1981). Evaluation of wet and dry digestion methods for boron determination in plant samples by ICP-AES. *Commun. Soil Science Plant Analysis*, 12, 743-753.
- Gökçeoğlu, K., & Çimrin, K.M. (2022). Hatay Altınözü ilçesi zeytin (*Olea europaea* L.) ağaçlarının yaprak ve toprak örnekleri ile beslenme durumunun belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 680-697. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7309495>

- Hızalan, E., & Ünal, H. (1966). *Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler*. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, 278, 5-7.
- Kacar, B. (1982). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları, Ankara.
- Keleş Uzel, N., & Çimrin, K.M. (2020). Gaziantep ili Nizip ilçesi zeytin bahçelerinin yaprak ve toprak örnekleri ile beslenme durumunun belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 1039-1053. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.668345>
- Kılıç, A. (2019). Kilis bölgesindeki zeytin bahçelerinin beslenme durumu ve toprak bitki ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 90 s.
- Knudsen, D., Peterson, G.A., & Pratt, P.F. (1982). *Lithium, Sodium and Potassium*. Pages 225–246 in A. L. Page et al., eds. *Methods of soil analysis*, Part 2. American Society of Agronomy, Madison. USA.
- Lake, H.R., Mehrjardi, R.T., Akbarzadeh, A., & Ramezanpour, H. (2009). Qualitative and quantitative land suitability evaluation for olive (*Olea europaea* L.) production in Roodbar region, Iran. *Agricultural Journal*, 4 (2), 52-62. <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=aj.2009.52.62>
- Leake, S. (2001). Soils for olive planting: choosing and improving. Sydney, Sydney Environ. & Soil Laboratory Pty Ltd. Available at [access date:09.11.2019]: [http://www.sesl.com.au/uploads/articles/Soils for Olive Planting.pdf](http://www.sesl.com.au/uploads/articles/Soils%20for%20Olive%20Planting.pdf)
- Lindsay, W.L., & Norwell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42, 421-428. <https://doi.org/10.2136/sssaj1978.03615995004200030009x>
- Marcelo, M.E., Jordão, P.V., Santinho, J., Duarte, L., Calouro, F., & Rocha, V. (2004). Concentrações foliares de referência para olivais das cultivares Galega e Cobrançosa. Valores Preliminares para a região da Beira Litoral. *Proc. X Simp. Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas*, Lisboa, Portugal. p. 284-290.
- Mengel, K., & Kirkby, E.A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Metin, İ., Kantar, A., Polat, Ü.Z., Bölükbaşı, İ.H., & Tezcan, H. (2008). Kilis il çevre durum raporu. Kilis Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Kilis.
- Olsen, S.R., & Sommers, L.E. (1982). *Phosphorus*. P. 403-430 In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Waterable, F.S., & Dean, L.A. (1954). *Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate*. USPA Circular No: 939, Washington D.C.
- Özaytekin, H.H., & Uzun, C. (2009). Orta Toroslarda sert kireç taşı üzerinde yer alan kireçli ve kireçsiz terra rossalarda toprak oluşumu. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 23 (47), 44-55.
- 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. <https://doi.org/10.46291/ispecjasvol6iss1pp42-57>
- Prajapati, K., & Modi, H.A. (2012). The importance of potassium in plant growth—a review. *Indian Journal of Plant Sciences*, 1 (02-03), 177-186. <http://www.cibtech.org/jps.htm>
- Richards, L. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agriculture handbook. United States Salinity Laboratory, Washington.
- Sillanpaa, M. (1982). *Micronutrients and the Nutrient Status of Soils. A Global Study*. FAO Soils Bulletin No:48, Rome.
- Söylemez, S., Öktem, G., Kara, H., Almaca, N.D., Ak, B.E., & Sakar, E. (2017). Şanlıurfa yöresi zeytinliklerinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Harran Tarım ve Çevre Bilimleri Dergisi*, 21 (1), 1-5. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.303016>
- Sumner, M.E., & Miller, W.P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. *Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods*, 5, 1201-1229.
- Turan, H.S., Aydoğdu, E., Pekcan, T., & Çolakoğlu, H. (2013). Relationships of olive groves in West Anatolia region of Turkey. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 4, 80-88, 2013 Copyright © Taylor & Francis Group, LLC ISSN: 0010-3624 print / 1532-2416 <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.734133>

- Turan, M.A., Katkat, A.V., Özsoy, G., & Taban, S. (2010). Bursa ili alüviyal tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 115-130. <http://hdl.handle.net/11452/3870>
- US Salinity Laboratory Staff (1954). Methods for soil characterization. p 83-147. In *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA-Agricultural Handbook No. 60. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Ülgen, N., & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araş. Ens. Teknik Yayınları., Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: 66
- Wolf, B. (2013). The Determination of boron in soil extracts, plant materials, komposts manures, water and nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2, 363-374. <http://dx.doi.org/10.1080/00103627109366326>

Tarımsal ürün grupları bazında konumsal erozyon uygunluk analizi: Seyhan Havzası örneği

Spatial erosion suitability analysis for various agricultural crop classes: Case study of Seyhan River Basin

Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN¹, Süha BERBEROĞLU², Mehmet Akif ERDOĞAN¹

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Hatay, Türkiye.

²Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ÖZET |
|--|--|
| <p>Article history: Received / Geliş: 16.08.2022 Accepted / Kabul: 11.01.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Erozyon Toprak koruma Uzaktan algılama Coğrafi Bilgi Sistemleri Seyhan Havzası</p> <p>Keywords: Erosion Soil protection Remote sensing Geographic Information Systems Seyhan River Basin</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN fizyon.sonmezerdogan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>ÖZET</p> <p>Çalışma ile Seyhan Havzası'nda üretilen tarımsal ürün grupları için konumsal erozyon hassasiyet analizinin gerçekleştirilmesi ile konuma özel ideal ürün tercihlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda özellikle toprak koruma ve ekolojik sürdürülebilirlik adına erozyon seviyelerine göre ideal ürün seçimi süreçlerin sağlanmasına katkı gösterilmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda uzaktan algılama ve CBS yardımıyla uygulanan Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) yöntemi ile Seyhan Havzası için erozyon; şiddet grupları olarak tahmin edilmiştir. Ürün gruplarının sahip olduğu toprak işleme ihtiyacı temel alınarak erozyon şiddet seviyeleri bazında her ürün grubu için erozyon uygunluk indeksi üretilmiştir. Üretilen uygunluk indekslerinin CBS ortamında çok kriterli değerlendirme yaklaşımı ile erozyon şiddet grupları verisine entegre edilmesiyle her ürün grubu için erozyon uygunluk haritaları ortaya koyulmuştur. RUSLE erozyon modellemesi sonucuna göre havzadaki ortalama yıllık erozyonun 14 ton/ha olduğu ve havzanın %28'inde orta, %12'sinde yüksek ve %2'sinde çok yüksek seviyede erozyon görüldüğü tespit edilmiştir. Her ürün grubu özelinde üretilen erozyon uygunluk indeksi sonuçlarına göre ise havza genelinde; mera, baklagil yem bitkileri ve turuncgil ürün gruplarının en yüksek uygulamaya ve lif, şeker ve nişasta bitkilerine ait ürün gruplarının ise en düşük uygulamaya sahip olduğu görülmüştür.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study aims to provide a spatial erosion sensitivity analysis for agricultural crop class in the Seyhan River Basin to exhibit the optimal crop selection according to the erosion sensitivity. In this manner, it is targeted to contribute to the provision of ideal product selection processes according to erosion intensity in order to support soil protection and ecological sustainability. The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) method was used for erosion estimation as the first step of the methodology. The factors that were used within the scope of RUSLE were produced as layers in the GIS environment with the help of remote sensing. The annual total erosion in the basin was estimated as the erosion intensity groups. The erosion sensitivity index was produced depending on the soil cultivation needs of the crop classes based on the produced erosion intensity groups. According to the results of the RUSLE erosion modelling carried out within the borders of the Seyhan Basin, it has been determined that the average annual erosion in the basin is 14 tons/ha, and 28% of the basin has moderate, 12% has high and 2% has very high erosion. According to the results of the erosion suitability index produced for each crop class; It has been seen in the Seyhan Basin that pasture, forage legumes, and citrus crop classes have the highest suitability and the fiber, sugar and starch crops crop classes have the lowest suitability for erosion.</p> |
| Cite/Atıf | Erdoğan, F.S., Berberoğlu, S., & Erdoğan M.A. (2023). Tarımsal ürün grupları bazında konumsal erozyon uygunluk analizi: Seyhan Havzası örneği. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 222-235. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1162941 |

GİRİŞ

İnsanlar geçmişten günümüze planlama kararına bağlı olmayan geleneksel yöntemlerle tarımsal faaliyetleri yapmaktadır. Geçmişte insan nüfusunun günümüze oranla az olması ve buna bağlı olarak besin ihtiyacının daha az olması kaynakların kullanımı sonucunda meydana gelen olumsuz etkilerin kısmen tolere edilmesini sağlamaktaydı. Fakat günümüzde hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak artan besin ihtiyacının yanı sıra sanayinin gelişmesi, artan teknolojik gelişmeler gibi süreçlere ek olarak arazi kullanımı üzerinde çok sayıda farklı paydaşın talepleri ekosistem üzerinde çok yoğun tahribata neden olmaktadır. Tüm bu etkiler sonucunda tolere edilemeyecek düzeye ulaşan baskılar kaynakların yok olmasına neden olmaktadır.

Toprak; sürdürülebilir gıda ve lif üretimi, küresel biyojeokimyasal döngü ve ekosistem işleyişinin sürdürülmesi için gerekli olan dinamik, canlı bir kaynaktır (Bridges & Van Baren, 1997). Toprağın sağladığı insan yaşamı için vazgeçilmez kaynakların başında ise tarım alanları gelmektedir. Nüfusun artmasına bağlı olarak artan yerleşim ihtiyacı tarım alanları üzerinde yoğun bir baskı oluşturmaktadır. Tarım alanları arazi kullanım kararlarında bilimsel çalışmalar sonucunda yapılacak ekosistem tabanlı planlara göre tespit edilip, bu plan kararları dahilinde yasal olarak korumaya alınması gereken alanların başında gelmektedir.

Büyümekte olan popülasyonun gıda ihtiyaçları, halen kullanılmakta olan tarım alanlardan bilinçsiz daha fazla ürün alma çabası veya yeni tarımsal kullanım için bakir alanların kullanıma açılması sonucunda doğal kaynaklar sık sık tehdit edilmektedir. Bu tehditler; erozyon ile işlenebilir alanların kaybı, tuzluluk, çölleşme, hızlı nüfus artışı, kullanılabilir suyun azalması, ormanların kaybolması, biyolojik çeşitliliğin tehdit edilmesi, iklim değişiklikleri küresel ısınmanın potansiyel etkileri ile daha da büyümektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir tarımsal gelişme sadece bir tercih olmaktan çıkıp, küresel bir dayanışma ve anlaşma için zorunlu hale gelmektedir (Fischer ve ark., 2001).

Kaynakları tehdit eden faktörlerden biri olan toprak erozyonu dünya çapında önemli bir çevresel ve tarımsal sorundur. Arazi bozulması ve toprak erozyonu, temel olarak seyrek bitki örtüsü, yetersiz yağış, aşırı otlatma ve yoğun tarım uygulamaları gibi faktörlerden kaynaklanır (García-Ruiz ve ark., 1997; Samani ve ark., 2009). Erozyon, tarım tarihi boyunca meydana gelmesine rağmen son yıllarda yoğunlaşmış bir konudur. Türkiye yüzölçümünün %60'ünde çok hafif, %19'ünde hafif, %8'inde orta, %6'sında şiddetli ve %7'sinde çok şiddetli erozyon görülmektedir. Türkiye'de her yıl 642 milyon ton toprak erozyon sonucu yer değiştirmektedir (Erpul ve ark., 2018). Toprağın tahrip olması sonucu verimlilik azalmaktadır. İnsan faaliyetleri tarafından hızlandırılan toprak erozyonu miktarına ilişkin bilgilerin geliştirilmesi, hem arazi kullanımı karar verme sürecinde yer alan politika yapımcılar hem de küresel ölçekteki erozyon tahmini yapan disiplinler için çok önemlidir (Borrelli ve ark., 2020).

Tarımsal alanlardaki mevcut erozyon durumu göz önünde bulundurulmadan yapılan tarımsal faaliyetler sonucu bu alanlar daha hızlı tahrip olmaktadır. Tarımsal alanlardaki erozyon sorunlarının çözülebilmesi için öncelikle mevcut erozyon durumunun tespit edilmesi gerekmektedir.

Toprak erozyonu, çeşitli yöntemler kullanılarak ve yönetim hedeflerine odaklanılarak değerlendirilebilir. Mevcut toprak erozyonunun miktarı, kaldırılan toprağın ölçülmesini veya toprak seviyesindeki değişimin tespit edilmesini içeren işlemlerle tarlalarda, toplama ve alt havza alanlarında belirlenebilir (Hosseinalizadeh ve ark., 2019; Pal ve Chakraborty, 2019).

Erozyonun niceliksel olarak ortaya konulabilmesi için öncelikle oluşma sürecinin ve yapısının iyi bilinmesi gerekmektedir. Su kaynaklı toprak erozyonu rölyef geometrisine ve yüzey özelliklerine bağlı olarak konumsal olarak çok dinamik bir yapı sergilemektedir (Jaroslav ve ark., 1996). Genelde erozyonu etkileyen beş temel etken vardır: yağış, toprak yapısı, bitki örtüsü, alan kullanımı ve topoğrafya (Erdoğan, 2012).

Erozyon; su ile tortulaşma, toprak parçacıklarının ayrılması, taşınması ve depolanması işlemlerini içerir (Foster ve ark., 1982). Erozyona etkisi olan en büyük güç olan yağmur damlalarının etkisi kara yüzeyinden akan sudan gelmektedir. Yağmur damlaları büyük miktarlarda tortuları çözse de maruz kalmış toprak yüzeylerinde erozyon görülmez, ancak yoğunlaşmış akışın geniş oluk sistemleri oluşturduğu yerlerde erozyon etkin olabilir.

Erozyonu etkileyen faktörler bir denklemle ifade edilebilir (Renard & Foster, 1983). RUSLE, belirtilen ürün ve yönetim sistemlerinde ve mera alanlarındaki belirli alan eğim yerlerinden akan su ile taşınan uzun süreli ortalama yıllık toprak kaybını (A) öngörmek üzere tasarlanmış bir erozyon modelidir. Yaygın kullanımı, RUSLE'nin bu amaç için kullanılabilirliğini ve geçerliliğini sağlamıştır.

RUSLE modeli, iklim, toprak özellikleri ve topoğrafyanın yanı sıra arazi kullanımı ve arazi örtüsünün yağmur damlasının etkisiyle başlayarak toprak erozyonunu nasıl etkilediğini gösterir. Model, toprak erozyonunu ve bunun mekansal dağılımını makul maliyetle ve daha geniş alanlar üzerinde doğrulukla tahmin etmek için bir coğrafi bilgi sistemine (CBS) entegre edilebilir. Uzaktan algılama, CBS ve RUSLE yönteminin birleşimi, hücre bazında toprak erozyonu kaybı tahmini yapılmasını sağlar (Milward & Mersy, 1999).

Bu çalışma ile Seyhan havzası genelinde mevcut erozyon durumu tespit edilmesi amaçlanmıştır. Sonraki aşamada havza genelinde yetiştirilen 23 ürün grubu için literatür taraması ve uzman görüşü alınarak ağırlıklandırma yöntemiyle erozyon uygunluk indeksi tespit edilmesi ve ürün grubu özelinde konumsal olarak ortaya koyulması hedeflenmektedir. Bu sonuçların yapılacak fiziksel planlara dahil edilerek bu alanlar için uygun alan kullanım önerileri geliştirileceği ve böylelikle sürdürülebilir alan kullanımı için önemli bir adım atılması hedeflenmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı

Çalışmanın ana materyalini Seyhan Havzası oluşturmaktadır. Seyhan Havzası Türkiye'deki 26 hidrolojik havzadan biridir. Havza 21000 km² alana sahip olup Türkiye'nin %2.8'sini oluşturur. Seyhan Nehri, Akdeniz'e dökülen akarsularımızın en büyüğü ve uzunudur. Uzunluğu 560 km'dir. Seyhan Havzası, Göksu ve Zamantı kollarının su toplama havzalarını da içine alır. Havza, ülkemizin % 2.7'ini kaplar ve 36° 33'-39° 12' kuzey ile 34° 24 '-36° 56' Doğu enlem ve boylamları arasındadır (Altan ve ark., 2004). Özellikle sınırları içerisinde barındırdığı bitki türlerinin çeşitliliği bakımından oldukça zengin olan Seyhan Havzası, Toros Dağları'nın yamaçlarından, Akdeniz'e kadar bulundurduğu verimli tarım toprakların ile doğuda Ceyhan Havzası, batıda Berdan Nehri, kuzeyde Kayseri sınırları içinde bulunan Develi'ye kadar uzanmaktadır (Berberoğlu ve ark., 2007).

Materyal

İklim verileri kapsamında 2010-2015 yılları için çalışma alanı ve yakın çevresinde yer alan 23 adet gözlem istasyonuna ait maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, yağış, nem, rüzgar hızı verileri Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Topografya ile ilgili yükseklik, eğim ve bakı gibi faktörlerin hesaplanması için temel girdi verisi olan DEM görüntüsü için ASTER GDEM görüntüsü kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında Seyhan Havzası eşyüksekti eğrileri kullanılarak coğrafi bilgi sistemleri araçları yardımıyla alanın 30 metre çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur.

Çalışma alanına ait bulutluluk yönünden uygun olan LANDSAT görüntüleri USGS (United States Geological Survey) kurumunun ücretsiz internet ortamından indirme seçeneği sunan GLOVIS veri tabanı üzerinden 2013-2017 tarihleri arasındaki tüm uydu görüntüleri taranmış ve uygun olanlarının indirilme işlemi gerçekleştirilmiş ve analizler için düzenlenmiştir.

Toprak aşınabilirlik faktörünün elde edilmesi yüksek maliyet ve iş gücü gerektirdiğinden K faktörü, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı Türkiye Büyük Toprak Grupları "K" Faktörleri raporundan (Doğan ve ark., 2000) faydalanılarak elde edilmiştir. Tarımsal ürün gruplarının belirlenmesinde 'Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi' adlı yayından faydalanılmıştır. Söz konusu yayında yer alan Akdeniz Bölgesi'nde yetişen ürünler uzman görüşü alınarak gruplandırılmıştır. Toplamda 23 ürün grubu belirlenmiştir (serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, serin mevsim baklagiller, sıcak mevsim baklagiller, yağ bitkileri, lif bitkileri, nişasta bitkileri, şeker bitkileri, maydonoz, baklagil yem bitkileri, yumuşak çekirdekli meyveler, kabakgil, bağcılık, sert kabuklu meyveler, sert

çekirdekli meyveler, üzümü meyveler, patlıcan, mera, soğangiller, ebegümeçigiller, turpgiller, turunçgiller, subtropik meyveler).

Metot

Veri düzenleme ve hazırlama

Çalışmanın veri düzenleme ve hazırlama aşamasında uydu görüntüleri, iklim verileri, toprak, jeoloji, meşcere verileri düzenlenmiştir. İklim verileri interpolate edilerek aylık ve günlük olarak düzenlenmiştir. Toprak, jeoloji ve meşcere verileri ise literatür taraması yapılarak kendi içinde gruplanmıştır. Bu veriler modelleme çalışmasında kullanılmak üzere standardize edilerek hazır hale getirilmiştir.

DEM verisinden eğim, bakı gibi topoğrafik değişkenler yükseklik analizleri ile elde edilmiştir.

Elde edilen iklim verileri ilk olarak düzenlenmiş ve interpolasyon için uygun formata getirilmiştir. Söz konusu iklim verileri; ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, toplam yağıştır. İklim verilerinin interpolasyon işlemi ANUSPLIN programı kullanılarak yapılmıştır.

Her il için köyler bazında alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizleri sonucunda tespit edilen K faktör değerleri çalışma alanı ve çevresindeki yerleşimler baz alınarak bir veri tabanında toplanmıştır. Google Earth ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) kaynaklarından yararlanılarak söz konusu yerleşimlerin koordinatları tespit edilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Nihai yüzeysel K faktörü verisi, yerleşimler bazında oluşturulan noktasal K faktörü değerlerinin kriging yöntemiyle interpolate edilmesiyle elde edilmiştir.

Erozyon modelleme: RUSLE

RUSLE modeli, ürün sistemleri, yönetim teknikleri ve erozyon kontrolü uygulamalarını içeren herhangi bir sayıdaki senaryo için ilgili alanın ortalama yıllık erozyon hızını tahmin etmeyi sağlar. RUSLE'in CBS ortamında uygulanması ile toprak kaybı, grid (raster) veri formatında her pikselin temsil ettiği alanda oluşan yıllık toplam miktar olarak tahmin edilebilmektedir. Raster modeller, sürekli veriler için analitik kabiliyetler sunan ve harita katmanı kaplaması işlemlerinin hızlı bir şekilde işlenmesine izin veren harita özelliklerinin hücre bazlı gösterimleridir (Fernandez ve ark., 2003).

RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) yöntemi erozyonu t/ha/yıl (ton/hektar/yıl) birimi cinsinden altı temel faktörden oluşan bir denklem (Eq. (1)) yardımıyla tahmin etmektedir (Renard ve ark., 1997).

$$A=R \times K \times L \times S \times C \times P \quad \text{Eq. (1)}$$

Burada;

A : Erozyon miktarı (t/ha/yıl),

R : Yağmur aşındırma faktörü,

K : Toprak aşınabilirlik faktörü,

L : Eğim uzunluk faktörü,

S : Eğim engebelik faktörü,

C : Arazi örtüsü ve alan kullanım faktörü,

P : Erozyon kontrol faktörüdür.

Yağmur aşındırma (R) faktörü yağmur yağışının toprağı aşındırma oranının bir ölçümünü vermektedir. RUSLE modeli kapsamında R faktörü doğrudan hesaplanması için uzun dönemli yağış miktarı ve yoğunluğu verilerine gereksinim vardır (Kalambukattu & Kumar, 2017). Fakat R faktörü ülkemizde de olduğu gibi yağmur yoğunluğunun meteoroloji istasyonlarınca ölçülmediği sahalarda deneysel eşitlikler ile hesaplanabilmektedir. R faktörü, toplam aylık ve yıllık yağış arasındaki istatistiksel ilişkileri içeren Eq. (2)'de verilen eşitlik ile hesaplanabilmektedir (Fournier, 1960; Amoldus, 1977; Renard & Freidmund, 1994).

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 \times 10^{1.5 \text{Log} p_i^2 / P - 0.8188} \quad \text{Eq. (2)}$$

Burada; p_i : Aylık toplam yağış,
P: Yıllık toplam yağıştır.

Toprak Aşınabilirlik (K) Faktörü; yağış, yüzey akışı ve infiltrasyon ile toprağın ana kütleden partiküller halinde koparak hareket etme miktarının toprak karakteristiklerine bağlı olarak hesaplanmasını içermektedir (Renard ve ark, 1997). Toprak aşınabilirlik faktörü temel olarak toprağın organik madde içeriği, tekstürü ve geçirgenliğinin bir fonksiyonudur (Wischmeier ve ark, 1971). Tekstür ve organik madde araziden elde edilen toprak örnekleri üzerinden laboratuvar ölçümleri kullanılarak belirlenebilirken, geçirgenlik ise sahada yapılan gözlem ve ölçümünden elde edilebilmektedir. Bu veriler mevcut olduğunda K faktörü Eq. (3)'deki denklem ile tespit edilebilmektedir (Renard ve ark, 1997).

$$K = 27.66 \times m^{1.14} \times 10^{-8} \times (12 - a) + 0.0043 \times (b - 2) + 0.0033 \times (c - 3) \quad \text{Eq. (3)}$$

Burada; K: Toprak aşınabilirlik faktörü

m: Tekstür katsayısı ((Silt yüzdesi + Kum yüzdesi) x (100 - Kil yüzdesi))

a: Organik madde yüzdesi

b: Partikül yapısı ((1) yüksek, (2) orta, (3) az, (4) katı)

c: Geçirgenlik ((1) çok hızlı, (2) hızlı, (3) orta, (4) yavaş, (5) çok yavaş, (6) yok)

Eğim uzunluk faktörü (L) ve eğim engebelik faktörü (S) RUSLE yönteminde topografik etkileri yansıtmaktadır. Eğim uzunluğu eğimin değişmeden sabit bir aralıkta kaldığı bölgelerin eğim yönünde sahip olduğu maksimum mesafeyi (Wishmeier & Smith, 1978), eğim engebelik faktörü ise eğimin erozyon üzerindeki etkisini vermektedir (Lu ve ark., 2004). RUSLE eğim için engebelik ve uzunluk faktörünü aşağıdaki eşitliklerle hesaplamaktadır (Erdoğan, 2012).

$$S = 10.8 \sin \theta + 0.03 \quad (\text{Eğim} < \%9) \quad \text{Eq. (4)}$$

$$S = 16.8 \sin \theta - 0.50 \quad (\text{Eğim} \geq \%9) \quad \text{Eq. (5)}$$

$$L = (\lambda / 22.12)^m \quad \text{Eq. (6)}$$

$$m = \beta / (1 + \beta) \quad \beta = (\sin \theta / 0.0896) / (3.0 (\sin \theta)^{0.8} + 0.56) \quad \text{Eq. (7)}$$

Burada; S: Eğim engebelik faktörü

L: Eğim uzunluk faktörü

λ : Eğim uzunluğu (m)

θ : Eğim (derece)

m: Eğim engebelik oranı

β : Eğim engebelik katsayısı

Seyhan Havzası genelinde mevcut erozyon durumu RUSLE erozyon modeli kullanılarak tespit edilmesinden sonra havza genelinde yetiştirilen 23 ürün grubu için (serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, serin mevsim baklagiller, sıcak mevsim baklagiller, yağ bitkileri, lif bitkileri, nişasta bitkileri, şeker bitkileri, maydonoz, baklagil yem bitkileri, yumuşak çekirdekli meyveler, kabakgiller, bağcılık, sert kabuklu meyveler, sert çekirdekli meyveler, üzüm sü meyveler, patlıcan, mera, soğangiller, ebegümecigiller, turpgiller, turunçgiller, subtropik meyveler) literatür taraması ve uzman görüşü alınarak ağırlıklandırma yöntemiyle erozyon uygunluk indeksi hesaplanmıştır. Her bir ürün grubu özelinde tespit edilen erozyon uygunluk indeksi Seyhan Havzası genelinde konumsal olarak tespit edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma bulguları

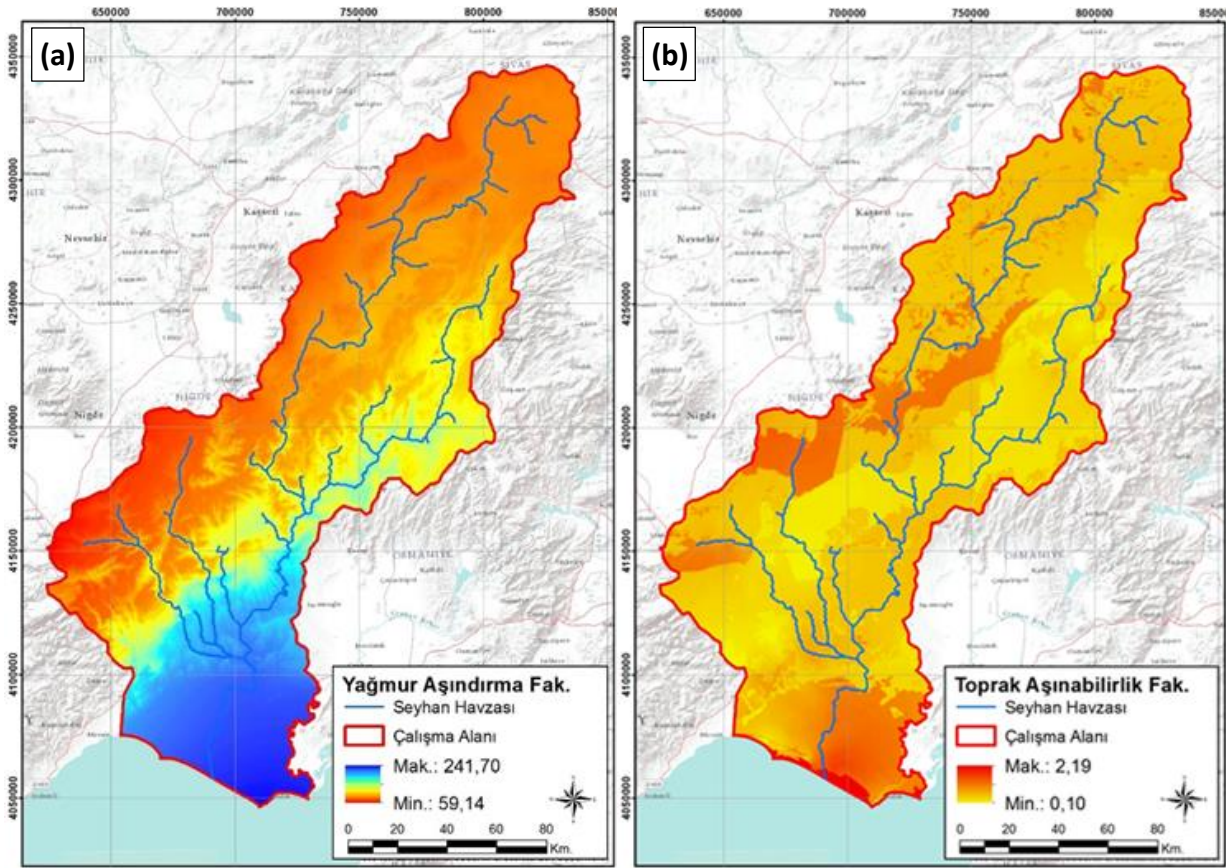
Çalışma kapsamında Seyhan Havzası için erozyon miktarı RUSLE yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. RUSLE yöntemi ile t/ha/yıl (ton/hektar/yıl) birimi cinsinden altı temel faktörün tek tek üretilerek sonuç görüntülerinin CBS ortamında birbirleriyle çarpılmasıyla erozyon miktarı tahmin edilmiştir.

Yağmur aşındırma (R) faktörü ve toprak aşınabilirlik (K) faktörü

R faktörünün hesaplanabilmesi için öncelikle 2010 – 2015 yılları için aylık yağış toplamları bulunduktan sonra bu aylık toplamların uzun yıllar aylık ortalaması alınmıştır. İlgili formül (Eq.(2)) uygulanarak Seyhan Havzası için 2010 – 2015 yılları ortalaması şeklinde yağmur aşındırma faktörü üretilmiştir. Buna göre Seyhan Havzası için maksimum yağmur aşındırma faktörü 241.7, minimum yağmur aşındırma faktörü ise 59.1 olarak tespit edilmiştir. Seyhan Havzası aşağı bölgelerinde yağmur aşındırma faktörü düşük olduğu fakat yukarı kesimlere doğru ise değerin arttığı görülmektedir (Şekil 1a). Seyhan Havzası için elde edilen bu R faktörü bulgusu benzer coğrafya ve iklim koşullarına sahip alanlarda uygulanan çalışmalarda (Danacıoğlu & Tağıl, 2017; Mohammed ve ark., 2020) üretilen R faktörü bulguları ile örtüşen değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Ülkemiz toprakları için üretilen toprak verileri dahilinde tekstür bilgisini bulunmamaktadır. Bu nedenle tekstür bilgisinden üretilen K faktörünün üretilmesinde alternatif olarak Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı "Türkiye Büyük Toprak Grupları K Faktörleri" raporundan (Doğan ve ark., 2000) faydalanılmıştır. Her il için köyler bazında alınan toprak örneklerinden laboratuvar analizleri ile tespit edilen K faktör değerleri çalışma alanı ve çevresindeki yerleşimler için bir veri tabanında toplanmıştır. Bu kapsamda ihtiyaç duyulan yerleşim merkezleri koordinat bilgileri Google Earth ve Harita Genel Komutanlığı (HGK) kaynaklarından tespit edilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Yerleşimler bazında oluşan noktasal K faktörü değerleri kriging yöntemiyle tüm alan için interpolate edilerek K faktörü katmanı elde edilmiştir (Şekil 1b).

K faktörü değerleri Seyhan Havzası genelinde en düşük 0.1, en yüksek 2.19 olmak üzere ortalama 0.25 değerini almaktadır. Seyhan Havzası'nın aşağı kesimlerinde toprak aşınabilirlik değeri yüksek olmakla birlikte yukarı kesimlere doğru azalmaktadır. Elde edilen K faktörü verisinin değerleri; Çilek ve ark. (2014) ve Mohammed ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda üretilen K faktörü verilerine göre daha yüksek değerlere sahiptir. Bu durum bu çalışmada K faktörünün Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından toplanarak "Türkiye Büyük Toprak Grupları K Faktörleri" raporunda sunulan ölçüm değerlerinden üretilmiş olmasına karşın söz konusu diğer çalışmalarda ise K faktörünün Türkiye toprak haritasından öngörüye dayalı olarak üretilen kum, silik ve kil oranlarına dayalı bir formülle üretilmiş olmasıdır.



Şekil 1. a) Yağmur aşındırma (R) faktörü, b) Toprak aşınabilirlik (K) faktörü

Figure 1. a) Rain erosion (R) factor, b) Soil erosion (K) factor

Topografik (LS) faktörler ve arazi örtüsü / alan kullanım (C) faktörü

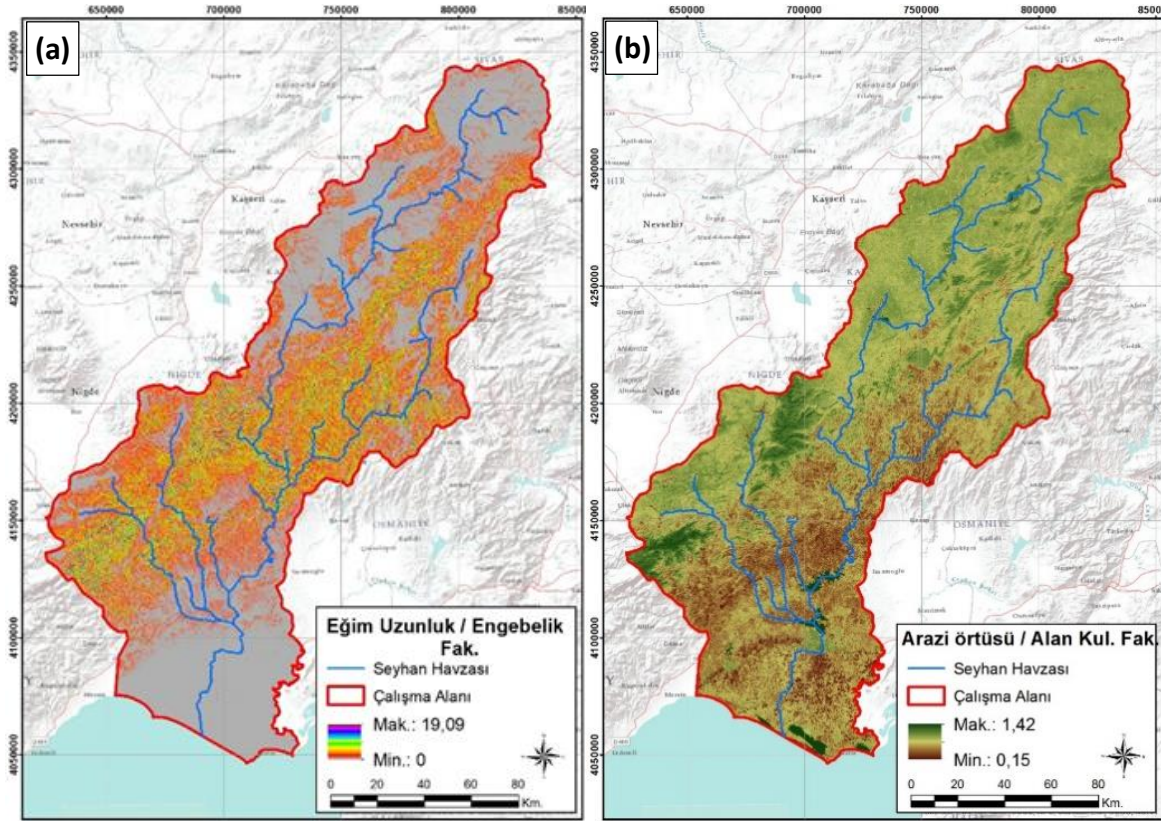
Eğim uzunluk (L) ve engebelik (S) formülleri (Eq. (4), Eq. (5), Eq. (6) ve Eq. (7)) uygulanarak L ve S faktörleri bulunmuştur. L ve S değerinin çarpımı ile de Şekil 2(a)'da verilen LS faktör görüntüsü elde edilmiştir. Bu sonuca göre eğim uzunluk ve engebelik faktörü maksimum 19.1 minimum ise 0 olarak tespit edilmiştir. Seyhan havzası aşağı ve yukarı kesimlerinde eğim uzunluk ve engebelik faktörünün düşük, orta kesimlerde ise yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2(a)).

Seyhan Havzasına ait yıllık ortalama NDVI görüntüsü kullanılarak arazi örtüsü ve alan kullanım (C) faktörü görüntüsü üretilmiştir (Şekil 2(b)). Havza dahilinde hesaplanan C faktör değerleri en düşük yaklaşık 0.15 ve en yüksek 1.42 olurken havza genelinde ortalama olarak 0.72 değer almaktadır. Alan geneline bakıldığında C faktörü değerlerinin havzanın orta kesiminden başlayarak yukarı kesimlerinde yüksek değerler aldığı görülmektedir.

Elde edilen hem topografik (LS) hem de alan kullanım (C) faktör çıktı sonuçlarının; bu faktörlere ait benzer coğrafyalarda aynı yöntemlerle üretilen çalışmalara (Çilek ve ark., 2014; Mohammed ve ark., 2020) ait bulgular ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

Erozyon kontrol faktörü

Erozyon kontrol (P) faktörü, çalışma alanı kapsamında erozyon kontrolüne ve önlenmesine yönelik herhangi bir çalışmanın olup olmadığıyla ilgilidir. Küçük ölçekli çalışmalarda bu bilgilerin tespit edilebilmesi mümkün olabilmektedir. Fakat Seyhan Havzası gibi geniş alanlarda bu tür uygulamaların nadir olmakta ve olanların da düzenli kayıt altında tutulmaması nedeniyle tespit edilmesi çok güçtür. Bu durumun gözlemlendiği benzer çalışmalarda bu faktörün etkisini ortadan kaldırmak için bu faktörün değeri tüm alanlar için 1 olarak alınmaktadır (Wachal ve ark., 2007).



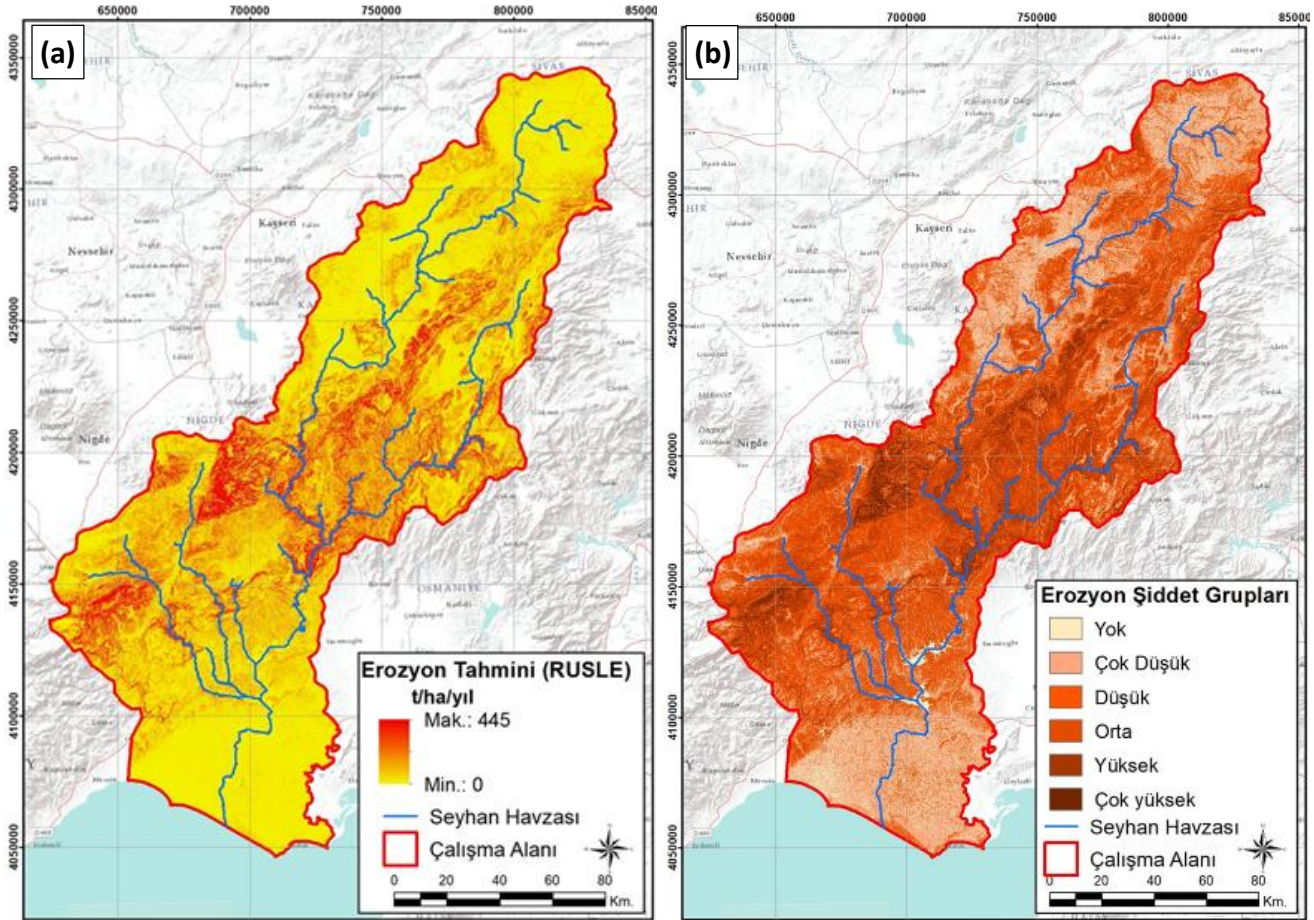
Şekil 2. a) Eğim uzunluk/engebelik (LS) faktörü, b) Arazi örtüsü ve alan kullanımı (C) faktörü
 Figure 2. a) Slope length/roughness (LS) factor, b) Land cover and land use (C) factor

RUSLE erozyon tahmini

RUSLE yöntemi dahilinde ihtiyaç duyulan tüm faktörlerin Seyhan Havzası için hazır hale getirilmesiyle CBS ortamında Rusle eşitliği uygulanarak A faktörü yani yılda hektar başına düşen tahmini erozyon miktarı ton cinsinden (ton/ha*yıl) her piksel için tahmin edilmiştir (Şekil 3 (a)). Seyhan Havzası kapsamında erozyon 0 ile 445 ton/ha*yıl arasında bulunmuştur. Bu sonuçlara göre tüm alan için ortalama erozyon 14.03 ton/ha*yıl değerine ulaşırken standart sapma ise 19.9 ton/ha*yıl olarak tespit edilmiştir. Tahmin edilen erozyon miktarı; yok, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olacak şekilde altı şiddet sınıfına ayrılmıştır (Şekil 3(b)).

Erozyonun yok, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olduğu alanlar olarak 6 gruba ayrılan Seyhan Havzası erozyon durum haritası ile tespit edilen bu grupların alansal büyüklükleri de ortaya koyulmuştur (Çizelge 1). En düşük erozyon oranına sahip alanlar 2250 km² olup tüm alanın yüzde 9'unu oluşturmaktadır. En yüksek erozyona sahip sahaları ise 408 km² alan ile tüm alanın %1.7'sini oluşturmaktadır. Tüm Seyhan Havzası değerlendirildiğinde genel olarak orta derecede erozyona sahip alanların daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Berberoğlu ve arkadaşlarının 2010 yılında yapmış olduğu 'Seyhan Havzası Çevresel Risk Analizi: Net Birincil Üretim, Erozyon ve Orman Yangınları Modellemesi' adlı çalışmada Seyhan Havzası kapsamında ortalama erozyon 49.25 olarak tahmin edilmiştir. Çilek ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı 'PESERA ve Rusle Erozyon Modellerinin Akdeniz ve Ege Havzaları Örneğinde Karşılaştırılması' adlı çalışmada ise ortalama erozyon miktarı 21.24 olarak tespit edilmiştir. Benzer coğrafi yapıya sahip ilgili çalışmalara (Çilek ve ark., 2014; Danacıoğlu & Tağıl, 2017; Mohammed ve ark., 2020) bakıldığında Seyhan Havzası genelinde tespit edilen ortalama erozyon 14.03 ton/ha*yıl mevsimsel farklılıklara bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte birbirini destekleyen yakın değerlerde olduğu görülmektedir.



Şekil 3. a) Erozyon tahmini (RUSLE), b) Erozyon şiddet grupları
Figure 3. a) Erosion estimation (RUSLE), b) Erosion severity groups

Çizelge 1. Erozyon şiddet grupları alansal dağılımı

Table 1. Areal distribution of erosion severity groups

| Erozyon Şiddet Sınıfları | Aralık (ton/ha*yıl) | Erozyon Alanları | |
|--------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| | | km ² | Yüzde (%) |
| Yok | 0 | 2250 | 9.08 |
| Çok Düşük | 0-5 | 6109 | 24.66 |
| Düşük | 5-10 | 6183 | 24.96 |
| Orta | 10-20 | 6940 | 28.01 |
| Yüksek | 20-40 | 2883 | 11.64 |
| Çok Yüksek | >40 | 408 | 1.65 |
| Toplam | | 24774 | 100.00 |

Ağırlıklandırma

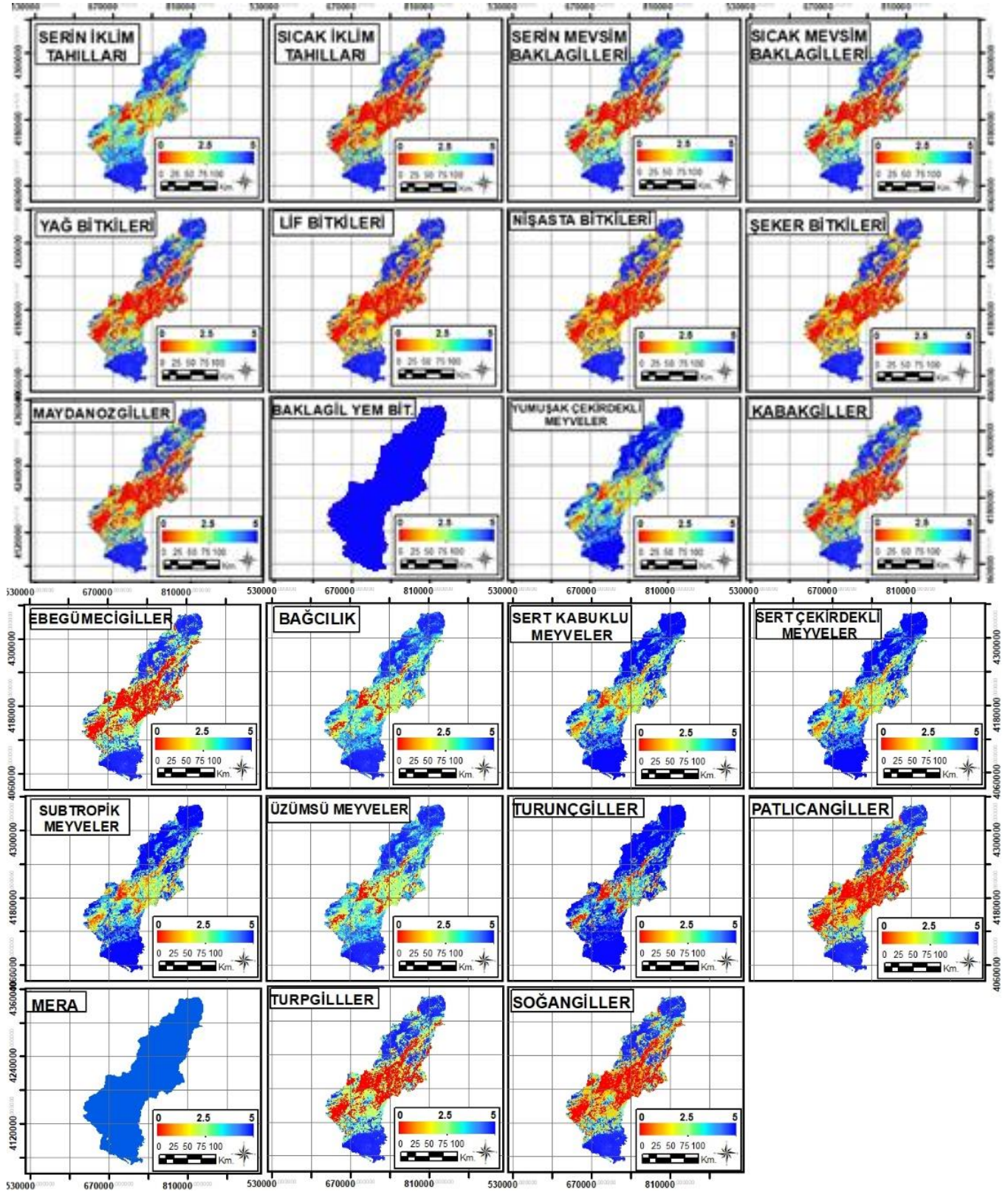
Seyhan havzası genelinde yetiştirilen 47 ürüne ait literatüre bağlı olarak belirlenen 23 ürün grubu (Vural ve ark., 2000; Elçi, 2005; Sepetoğlu, 2006; Budak, 2010; Özçağırın ve ark., 2011; Gerçekçioğlu ve ark., 2012; Anonim, 2014) dikkate alınarak üretilen erozyon şiddet grupları bazında ürün gruplarına ait erozyona uygunluk durumları literatür çalışması ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyeleri Prof. Dr. Selim KAPUR ve Prof. Dr. Zülküf KAYA'nın görüşleri alınarak puanlanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Erozyon şiddet gruplarına göre ürün grupları erozyon uygunluk indeksi puanlaması

Table 2. Erosion suitability index scores of crop groups according to erosion severity groups

| ÜRÜN GRUPLARI | TARIMSAL ÜRÜNLER | EROZYON UYGUNLUK PUANLARI | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| | | Çok Az (0-5) | Az (5-10) | Orta (10-20) | Yüksek (20-40) | Çok Yük. (>40) |
| SERİN İKLİM TAHİLLARI | Arpa, Buğday | 5 | 4 | 3 | 1 | 0 |
| SICAK İKLİM TAHİLLARI | Mısır, Çeltik, Sorgum | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER | Bakla, Mercimek, Nohut | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ | Fasulye | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| YAĞ BİTKİLERİ | Ayçiçeği, Soya, Susam, Yerfıstığı | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| LİF BİTKİLERİ | Pamuk | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| NİŞASTA BİTKİLERİ | Patates | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| ŞEKER BİTKİLERİ | Şeker Pancarı | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| MAYDANOZGİLLER | Havuç, Maydanoz | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| BAKLAGİL YEM BİTKİLER | Fiğ, Korunga, Yonca | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY. | Elma, Armut | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| KABAKGİLLER | Hıyar, Kabak, Karpuz, Kavun | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| EBEGÜMECİGİLLER | Bamya | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| BAĞCILIK | | 5 | 4 | 3 | 2 | 0 |
| SERT KABUKLU MEYVELER | Badem, Ceviz | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER | Erik, Kayısı, Kiraz, Şeftali | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| SUBTROPİK MEYVELER | Nar, Zeytin | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| ÜZÜMSÜ MEYVELER | Çilek | 5 | 4 | 3 | 2 | 0 |
| TURUNÇGİLLER | | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| PATLICANGİLLER | Biber, Domates, Patlıcan | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| MERA | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| TURPGİLLER | Lahana | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| SOĞANGİLLER | Soğan, Sarımsak | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |

Hiç uygun olmayan için 0 ve çok uygun için 5 ve değerinin verildiği 0 ile 5 arasında yer alan ürün gruplarına ait puanlara göre ağırlıklandırmalar CBS ortamında gerçekleştirilerek her ürün grubu için uygunluk indeksi hesaplanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Ürün grupları erozyona uygunluk haritaları
Figure 4. Erosion suitability maps of crop groups

Sonuç olarak, Seyhan Havzası sınırları dahilinde gerçekleştirilen RUSLE erozyon modellemesi sonucuna göre havzadaki ortalama yıllık erozyonun 14 ton/ha olduğu ve havzanın %28'inde orta, %12'sinde yüksek ve %2'sinde çok yüksek seviyede erozyon görüldüğü tespit edilmiştir.

Seyhan Havzası genelinde erozyon şiddet gruplarına göre ürün grupları erozyon uygunluk indeksi puanlaması sonucunda erozyon uygunluk durumu en yüksek olan ürün grupları mera, baklagiller yem bitkileri, turunçgiller, sert kabuklu meyveler, sert çekirdekli meyveler ve yumuşak çekirdekli meyveler olarak tespit edilmiştir.

Mera ve baklagiller için havza genelinde erozyon uygunluk indeksi olarak yüksek puan (5 puan) alarak tüm havza için uygun olarak tespit edilmiş ve CBS kullanılarak oluşturulan haritalar sayesinde konumsal olarak tespit edilmiştir. Turunçgiller Aşağı Seyhan ovasında ve üst bölgesinde ise kuzey batı kesimlerinde erozyon bakımından yüksek uygun alanlar, havzanın orta kesiminde ise görece düşük uygunluk değerine sahip alanlar olarak tespit edilmiştir. Sert kabuklu meyveler, sert çekirdekli meyveler ve yumuşak çekirdekli meyveler konumsal olarak alt havzada ve havzanın yukarı bölümünde uygun, havzanın orta bölgesinde ise orta düzeyde uygunluk değerine sahip olarak tespit edilmiştir.

En düşük uygunluk düzeyine sahip olan ürün grupları ise lif bitkileri, nişasta bitkileri, kabakgiller, soğangiller ve şeker bitkileri olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada erozyon tahmin sürecinde NDVI verisi üretilmesinde LANDSAT uydu görüntüleri kullanılmış ve başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Özellikle yıl içinde tarım ürünlerinin gelişim döngülerine bağlı olarak farklı örtülülük seviyeleri gösteren tarım alanlarının havzada geniş alanlar kaplaması nedeniyle bir vejetatif yılı temsilen beş farklı döneme ait LANDSAT verisi kullanılmıştır. Böylelikle özellikle erozyon modelinde bitki örtüsü etkisini ortaya koyan C faktörünün hesaplanmasında girdi olan ve LANDSAT verilerinden üretilerek ortalaması alınan NDVI verisinin daha doğru kapallık bilgisi vermesi ile yüksek doğrulukla erozyon tahmini yapılması sağlanmıştır.

Çalışma alanındaki mevcut erozyon durumunun tespitinde RUSLE yöntemi kullanılmıştır. CBS ortamında RUSLE eşitliği uygulanarak yılda hektar başına düşen tahmini erozyon miktarı ton cinsinden (ton/ha/yıl) tahmin edilmiştir. Erozyon şiddet grupları oluşturulmuş ve erozyonun olmadığı alanlar, çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olduğu alanlar olarak altı sınıfa ayrılmıştır. Erozyon tahmin sonuçları değerlendirildiğinde alt havzada erozyon miktarının düşük, orta ve yukarı kesimlerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Seyhan Havzası genelinde orta şiddette erozyon olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde orta ve yukarı kesimlerde erozyon kontrolüne yardımcı olacak ürünler önerilmesi gerekliliği ortaya konmuştur.

Çalışmada uzaktan algılama ile geniş tarımsal alanlara sahip olan Seyhan Havzası için güncel ve hızlı veri elde edilmiştir. Bu veriler CBS ortamında analiz edilerek uygun formatlara getirilmiş ve modeller kapsamında kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında çıktılarının görselleştirilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde de CBS'den yararlanılmış ve böylelikle model sonuçlarının daha iyi ifade edilmesi sağlanmıştır. Uzaktan algılama ve CBS'nin sayıca fazla olan ve değişik kategorideki verilerin aynı anda değerlendirilmesine imkan vermesi sayesinde çok sayıda değişkenin etkili olduğu tarımsal alanların analizinde önemli bir araç olduğu ortaya koyulmuştur.

Yasal olarak koruma altına alınan tarımsal alanların, alanın mevcut potansiyelini ve çevresel risk durumunu göz önünde bulunduran çalışmaların fiziki planlara dahil edilerek bu yasal süreci destekleyen uygulamaları geçilmesi gerekmektedir. Seyhan Havzası'ndaki tarım alanlarının potansiyel uygunluk düzeyi ve hangi ürün grubu için uygun olduğu tespit edilerek yasal süreci destekleyici nitelik bir çalışma yapılmıştır.

Sonuç olarak erozyon tarım alanlarındaki temel sorunlardan biri olarak yapılacak fiziki planlara dahil edilmesi gereken önemli bir faktördür. Planlı ve ekolojik süreçler göz önünde bulundurularak yapılacak tarımsal ürün tercihinin amaçlayan çalışmalar için altlık olabilecek nitelikteki bu örnek çalışma ile Seyhan Havzası geneli için konumsal bazda hangi alanda hangi ürünün erozyona uygunluk bakımından tercih edilebileceği ortaya koyulmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- Altan, T., Artar, M., Atik, M., & Çetinkay G. (2004). Çukurova Deltası Biyosfer Rezervi Yönetim Planı. Life Çukurova Deltası Biyosfer Rezervi Planlama Projesi Kitabı, Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana. 372 s.
- Anonim (2014). Turunçgil Yetiştiriciliği, Hastalık Ve Zararlıları. Adana İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü, Adana.
- Anonymous (1992). World Resources 1992-1993. World Resources Institute, Oxford Univ. Press, New York.
- Arnoldus, H.M.L. (1977). Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *FAO Soils Bulletin*, 34, 39-51.
- Berberoğlu, S., Dönmez, C., & Özkan, C. (2007). Seyhan havzası orman verimliliğinin ENVISAT MERIS veri seti kullanarak modellenmesi. 1. Türkiye İklim Değişikliği Sempozyumu, Nisan 11-13, İstanbul, Türkiye. 140-150 s.
- Bridges, E.M., & Van Baren, J.H.V. (1997). Soil: An overlooked, undervalued and vital part of the human environment. *The Environmentalist*, 17, 15-20.
- Budak, Y. (2010). Ceviz Yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını, Samsun.
- Borrelli, P., Robinson, D.A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J.E., Alewell, C., Wueppere, D., Montanarella, L., & Ballabio, C. (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). *The Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 117 (36), 21994-22001. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001403117>
- Buringh, P. (1989). *Availability of agricultural land for crop and livestock production*, In: *Food and Natural*. (Eds. Pimentel D., Hall CW.), Academic Press, San Diego. pp. 69-83.
- Çilek, A., Berberoğlu, S., Erdoğan, M.A., & Dönmez, C. (2014). PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin Akdeniz ve Ege havzalarındaki sonuçlarının karşılaştırılması. 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, Ekim 14-17, İstanbul, Türkiye.
- Danacıoğlu, Ş., & Tağil, Ş. (2017). Bakırçay Havzası'nda RUSLE modeli kullanarak erozyon riskinin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20 (37), 1-18. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.645168>
- Elçi, Ş. (2005). *Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, ISBN: 975-407-189-6, Ankara.
- Erdoğan, M.A. (2012). Büyük Menderes Havzası için risk analizi yöntemi geliştirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 192 s.
- Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ. & Çetin, E. (2018). Türkiye Su Erozyonu Atlası. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Fernandez, C., Wu, J.Q., McCool, D.K., & Stockle, C.O. (2003). Estimating water erosion and sediment yield with GIS, RUSLE, and SEDD. *Journal of Soil and Water Conservation*, 58, 128-136.
- Fischer, G., Shah, M., van Velthuizen, H., & Nachtergaele, F. (2001). *Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results*. IIASA Research Report, IIASA, Laxenburg, Austria.
- Foster, G.R., Johnson, C.B., & Moldenhauer, W.C. (1982). Hydraulic failure of unanchored cornstalk and wheat straw mulches for erosion control. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)*, 25, 940-947.
- Fournier, F. (1960). *Climat et Erosion*. Presses Universitaires de France, Paris. pp. 206. <https://doi.org/10.13031/2013.33644>



- García-Ruiz, J.M., Lasanta, T., & Alberto, F. (1997). Soil erosion by piping in irrigated fields. *Geomorphology*, 20 (3-4), 269-278. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00028-7)
- Gerçekcioğlu, R., Bilgener, Ş., & Soylu, A. (2012). *Genel Meyvecilik, Meyve Yetiştiriciliğinin Esasları*. Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-605-133-253-6, Ankara.
- Hosseinalizadeh, M., Kariminejad, N., Chen, W., Pourghasemi, H.R., Alinejad, M., Behbahani, A.M., & Tiefenbacher, J.P. (2019). Gully headcut susceptibility modeling using functional trees, naive Bayes tree, and random forest models. *Geoderma*, 342, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.01.050>
- Jaroslav, M.H., Marcel, R.S., Grešáka, J.B., & Geograficki, S.B. (1996). Modelling spatial and temporal changes of soil water erosion. *Geograficki Casopis*, 48, 255-269.
- Kalambukattu, J.G., & Kumar, S. (2017). Modelling soil erosion risk in a mountainous watershed of Mid-Himalaya by integrating RUSLE model with GIS. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6 (2), 92-105. <https://doi.org/10.18393/ejss.286442>
- Lu, D., Li, G., Valladares, G.S., & Batistella, M. (2004). Mapping soil erosion risk in Rondônia, Brazilian Amazonia: using RUSLE, remote sensing and GIS. *Land Degradation & Development*, 15 (5), 499-512. <https://doi.org/10.1002/ldr.634>
- Milward, A.A., & Mersy, J. (1999). Adapting RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. *Catena*, 38, 109-129. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00067-3)
- Mohammed, S., Alsafadi, K., Talukdar, S., Kiwan, S., Hennawi, S., Alshihabi, O., Sharaf, M., & Harsanyie, E. (2020). Estimation of soil erosion risk in southern part of Syria by using RUSLE integrating geo-informatics approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100375. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100375>
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyaroğlu, M. (2011). *Ilıman İklim Meyve Türleri. Sert Çekirdekli Meyveler*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 566, İzmir.
- Pal, S.C., & Chakraborty, R. (2019). Simulating the impact of climate change on soil erosion in sub-tropical monsoon dominated watershed based on RUSLE, SCS runoff and MIROC5 climatic model. *Advances in Space Research*, 64 (2), 352-377. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.04.033>
- Renard, K.G., & Foster, G.R. (1983). *Soil conservation: principles of erosion by water*, In: *Dryland Agriculture* (Eds. Dregne HE, Willis WO), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. pp. 155-176.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., & Yoder, D.C. (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Agriculture Handbook No. 703, Washington DC, pp. 384.
- Renard, K.G., & Freidmund, J.R. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the r-factor in the revised USLE. *Journal of Hydrology*, 157, 287-306. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(94\)90110-4](https://doi.org/10.1016/0022-1694(94)90110-4)
- Sepetoğlu, H. (2006). *Tarla Bitkileri 1 (Tarla Tarımı, Tahıllar, Yemelik Tane Baklagiller)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Samani, A.N., Ahmadi, H., Jafari, M., Boggs, G., Ghoddousi, J., & Malekian, A. (2009). Geomorphic threshold conditions for gully erosion in Southwestern Iran (Boushehr-Samal Watershed). *Journal of Asian Earth Sciences*, 35 (2), 180-189. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2009.02.004>
- Vural, H., Esiyok, D., & Duman, I. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Wischmeier, W.H., Johnson, C.B., & Cross, B.V. (1971). A soil erodibility nomograph for farm-land and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26, 189-193.
- Wischmeier, W.H., & Smith, D.D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. U.S. Department of Agriculture, Issue 537 of Agriculture Handbook, Washington DC, USA. p. 58.

Molecular characterization of some parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) genotypes

Bazı maydanoz (*Petroselinum crispum* Mill.) genotiplerinin moleküler karakterizasyonu

Ömer Faruk COŞKUN¹ , Yakup Fevzi GÜNDÜZ¹ , Seher TOPRAK¹ , Kazım MAVİ¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 31016, Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|---|--|
| <p>Article history: Recieved / Geliş: 09.12.2022 Accepted / Kabul: 13.01.2023</p> <p>Keywords: <i>Petroselinum crispum</i> Parsley ISSR Molecular characterization</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Petroselinum crispum</i> Maydanoz ISSR Moleküler karakterizasyon</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ömer Faruk COŞKUN omerfaruk.coskun@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.</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>Parsley (<i>Petroselinum crispum</i> Mill.), a vegetable whose leaves are consumed, has many benefits for human health. The first step of parsley breeding is the characterization of existing genotypes. In this study, genetic diversity of 12 different parsley genotypes was determined by ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) marker system. In the study, 41 of the 130 bands obtained from 16 ISSR primers were found to be polymorphic. The similarity coefficients ranged from 0.86–0.99 for ISSR. The average polymorphism was 31.5% and the number of bands varied between 4 and 14. While the genotypes that are genetically closest to each other were determined as the 5th and 6th genotypes, the most distant genotypes were the 3rd and 8th genotypes. Findings from the present study showed that there were genetic variations among the parsley genotypes examined. The obtained data will enable more effective utilization of the parsley genotypes, the genetic differences of which have been determined for the future breeding programs.</p> <p>ÖZET</p> <p>Yaprakları tüketilen bir sebze olan maydanozun (<i>Petroselinum crispum</i> Mill.) insan sağlığına birçok faydası bulunmaktadır. Maydanoz ıslahının ilk adımı mevcut genotiplerin karakterizasyonudur. Bu çalışmada 12 farklı maydanoz genotipinin genetik çeşitliliği ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) markır sistemi ile belirlenmiştir. 16 adet ISSR primerinden elde edilen 130 banttan 41'inin polimorfik olduğu tespit edilmiştir. ISSR için benzerlik katsayılarının 0.86–0.99 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ortalama polimorfizm %31.5 olup bant sayısı 4-14 arasında değişmektedir. Genetik olarak birbirine en yakın genotiplerin 5 ve 6 numaralı genotipler olduğu; en uzak genotiplerin ise 3 ve 8 numaralı genotipler olduğu belirlenmiştir. Çalışmada sonuçları, incelenen maydanoz genotipleri arasında genetik varyasyon olduğunu göstermiştir. Elde edilen veriler, gelecekteki ıslah programlarında genetik farklılıkları belirlenen maydanoz genotiplerinin daha etkin kullanılmasını sağlayacaktır.</p> |
| Cite/Atıf | Coşkun, O.F., Gündüz, Y.F., Toprak, S., & Mavi, K. (2023). Molecular characterization of some parsley (<i>Petroselinum crispum</i> Mill.) genotypes. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 28 (1), 236-244. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1216419 |

INTRODUCTION

Climate changes, increase in monoculture cultivation and unplanned agricultural practices cause a decrease in plant genetic resources and diversity. Conservation of plant genetic diversity of the cultivated species is very important for the sustainability of plant production (Tan & Inal, 2003). For this purpose, it is very important to determine the genetic resources and their characteristics in order to be evaluated.

Parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) is a biennial herb belonging to the family Aliaceae (Umbelliferae) (Slighoua et al., 2021). *Petroselinum crispum* Mill is synonymous with *Petroselinum hortense* Hoffm, *Petroselinum sativum* Hoffm, *Apium petroselinum* L and *Apium crispum* Mill (Agyare et al., 2017). Known to date back to Ancient Rome, parsley is a type of vegetable grown on a global scale today. There are three main types of parsley. These are the flat-leaved (ssp. *neapolinatum*), curly-leaved (ssp. *crispum*) and turnip rooted type (ssp. *tuberosum*). Most of the local demand for parsley is met by the flat-leaf parsley type. It is seen as a strong income source that provides continuous income to parsley producers throughout the year. In economic terms, commercial parsley production is increasing day by day. Approximately 108 604 tons of parsley is grown in Turkey on a yearly basis (TUIK, 2021). While parsley is used as an aromatic additive in vegetable and fruit salads, it is also used as a condiment in meals. Parsley is rich in essential oils and flavonoids. It is known that it has antioxidant (Farzaei et al., 2013; Abu-Serie et al., 2019), anti-inflammatory (Ezer & Arisan, 2006), antidiabetic (Farzaei et al., 2013) and diuretic (Campos et al., 2009) activities. It has been determined that parsley flavonoids can show anti-fatigue activity by regulating oxidative stress and intestinal microbiota (Wang et al., 2022). Thanks to its rich bioactive components, its rhizomes can be used as medicine (Staniszewska et al., 2021).

Determination of genetic diversity in plants is the most important part of plant genetics and product development programs. Molecular markers can be used in plant characterization, gene mapping, species identification, and selection studies with the support of markers and seed purity testing. PCR (Polymerase Chain Reaction)-based molecular marker techniques have become widespread due to the advantages of shortening the breeding period in genetic diversity and genetic structure analysis in vegetable species. Different DNA techniques are used for selection in breeding studies (Coskun et al., 2017; Karaman et al., 2018; Tecirli et al., 2018; Kirac et al., 2022). Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) is a molecular marker technique involving PCR amplifications of DNA. The ISSR technique is a fast, simple and inexpensive method that can be used to analyze the structure and genetic diversity of species and to determine genetic relationships between varieties (Ganopoulos et al., 2011). This technique has been successfully used in many genetic characterization studies in other vegetable species (Pinar et al., 2017; Aslan et al., 2021; Morilipinar et al., 2021) and including parsley (Abou El-Leel et al., 2017; Boutsika et al., 2021). In the literature review, it was determined that genetic structure studies in parsley cultivars and genotypes are very limited. In this study, it was aimed to determine the genetic diversity of different parsley genotypes to be evaluated in cultivar breeding studies.

MATERIALS and METHODS

Plant materials

The research was carried out in Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. A total of 12 parsley genotypes were used in the study. The genotypes that are the subject of the study belong to the collection compiled from Hatay province and its districts, where the most of the parsley production is carried out in Turkey (Table 1).

Table 1. Genotype codes and geographic locations (province and district)

Çizelge 1. Genotip kodları ve coğrafik konumları (il ve ilçe)

| No | Code | Location | No | Code | Location |
|----|----------|----------------|----|-----------|---------------|
| 1 | HMKU-MA1 | Hatay-Samandağ | 7 | HMKU-MA7 | Hatay-Arsuz |
| 2 | HMKU-MA2 | Hatay-Samandağ | 8 | HMKU-MA8 | Hatay-Arsuz |
| 3 | HMKU-MA3 | Hatay-Samandağ | 9 | HMKU-MA9 | Hatay-Arsuz |
| 4 | HMKU-MA4 | Hatay-Samandağ | 10 | HMKU-MA10 | Hatay-Arsuz |
| 5 | HMKU-MA5 | Hatay-Arsuz | 11 | HMKU-MA11 | Hatay-Antakya |
| 6 | HMKU-MA6 | Hatay-Arsuz | 12 | HMKU-MA12 | Hatay-Antakya |

Molecular study

DNA isolation was carried out by the method given in Doyle & Doyle (1990). The total volume for the PCR reaction was prepared as 15 µl: 9.0 µl distilled water, 1.5 µl 10 x DNA polymerase buffer, 1.2 µl dNTPs (2.5 mM), 1.1 µl primer (5 mM), 0.20 µl Taq Polymerase (1 U) and 2.0 µl of 20 ng DNA. The samples were analyzed using PCR mix and 16 ISSR primers. PCR cycling consisted of initial denaturation at 94 °C for 2 min, 35 cycles of 45 s denaturation at 94 °C, 1 min for annealing at the primer-specific melting temperature and 2 min of extension at 72 °C with a final extension at 72 °C for 7 min. PCR products were separated on 1.5% agarose gel at 110 V for 5 to 6 h and visualized under UV light. Polymorphic bands shown by ISSR marker primers were detected in the analyses. Genetic similarity values between the 12 parsley genotypes were determined using NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System) package program. The genetic similarity coefficient was calculated according to Dice (1945) method and the dendrogram showing the similarities between the individuals was obtained by the UPGMA method. Principle Component Analysis (PCA) was also conducted with the use of this matrix in NTSYS software. Population structure was analyzed in STRUCTURE V2.3 program for K values ranging from 1 to 10 (Pritchard et al., 2000; Falush et al., 2003). Each running was repeated 5 times with 50 000 burn-in length. The most likely population ancestor was determined by Evanno's correction method (Evanno et al., 2005).

RESULTS and DISCUSSION

A total of 16 primers were used in the ISSR studies. The lowest number of bands (4) (GT6GG) and the highest number of bands (14) (GAA6) were obtained from the primers. The total number of bands obtained was 130 and the number of bands per primer was 8.12 (Table 2). No polymorphism was observed in primary GACA4. The highest rate of polymorphism (83.3%) was obtained from primer DBDACA7. 41 of the 130 bands obtained were polymorphic and the polymorphism rate was determined as 31.5% (Table 2). Band sizes varied between 115-1700 bp.

The similarity coefficients depending on the DICE index were determined with the NTSYS package program using ISSR primers in 12 parsley genotypes. The similarity coefficient range of genotypes varied between 0.86 and 0.99 (Table 3). The most distant genotypes were determined as the 3rd and 8th genotypes with a similarity coefficient of 0.86. The genetically closest genotypes were the 5th and 6th with a similarity coefficient of 0.99. At the same time, there was a high similarity coefficient between 10 and 11 genotypes (Table 3).

Table 2. Band profiles obtained using ISSR primers

Çizelge 2. ISSR primerleri kullanılarak elde edilen bant profilleri

| Primer Number | Primer Name | Total Number of Bands | Number of Polymorphic Bands | Polymorphism Rate (%) |
|---------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | CT8TG | 5 | 3 | 60.0 |
| 2 | DBDACA7 | 6 | 5 | 83.3 |
| 3 | BDBCA7C | 9 | 3 | 33.3 |
| 4 | HVHCA7T | 5 | 1 | 20.0 |
| 5 | AG7YC | 7 | 1 | 14.3 |
| 6 | GT8YA | 9 | 1 | 11.1 |
| 7 | AG8T | 8 | 5 | 62.5 |
| 8 | GACA4 | 8 | 0 | 0 |
| 9 | VHVG7G7 | 10 | 2 | 20.0 |
| 10 | CAC3GC | 8 | 1 | 12.5 |
| 11 | CAC6 | 12 | 6 | 50.0 |
| 12 | AGC6G | 5 | 4 | 80.0 |
| 13 | CA6AC | 11 | 1 | 9.1 |
| 14 | GAA6 | 14 | 3 | 21.4 |
| 15 | GT6GG | 4 | 1 | 25.0 |
| 16 | GA8YG | 9 | 4 | 44.4 |
| Total | | 130 | 41 | |
| Mean | | 8.12 | 2.56 | 31.5 |

Table 3. Genetic similarity matrix based on DICE coefficient

Çizelge 3. DICE katsayısına dayalı genetik benzerlik matrisi

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0.98 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.94 | 0.95 | 1.00 | | | | | | | | | |
| 4 | 0.94 | 0.95 | 0.94 | 1.00 | | | | | | | | |
| 5 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.96 | 1.00 | | | | | | | |
| 6 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.95 | 0.99 | 1.00 | | | | | | |
| 7 | 0.98 | 0.97 | 0.94 | 0.94 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | | | | | |
| 8 | 0.92 | 0.91 | 0.86 | 0.90 | 0.92 | 0.92 | 0.94 | 1.00 | | | | |
| 9 | 0.94 | 0.94 | 0.91 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.95 | 0.94 | 1.00 | | | |
| 10 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.97 | 0.96 | 0.96 | 0.95 | 0.89 | 0.93 | 1.00 | | |
| 11 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.96 | 0.95 | 0.88 | 0.93 | 0.99 | 1.00 | |
| 12 | 0.93 | 0.94 | 0.93 | 0.95 | 0.93 | 0.95 | 0.93 | 0.87 | 0.91 | 0.98 | 0.98 | 1.00 |

The similarity coefficients in the UPGMA dendrogram were determined as between 0.92 and 0.99 (Figure 1). In the cluster analyses, it was observed that the genotypes 8 and 9 were separated from the others. Among the other genotypes, three of them were clustered separately from the others. In the UPGMA dendrogram, four clusters were formed. Genotypes 1, 2, 5, 6, 7 were in the first cluster; genotypes 4, 10, 11, 12 were in the second cluster; genotype 3 was in the third cluster and the genotypes 8 and 9 were in the fourth cluster. The closest genotypes in the UPGMA dendrogram were determined as the 5th to 6th genotypes (Figure 1).

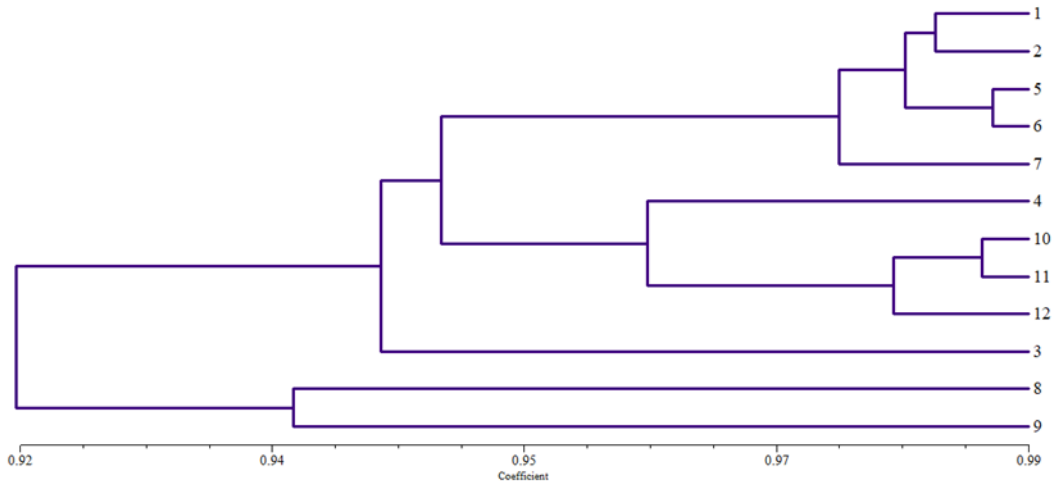


Figure 1. Dendrogram of the studied parsley genotypes based on the Dice similarity index
 Şekil 1. İncelenen maydanoz genotiplerinin Dice benzerlik indeksine bağlı dendrogram

In the three-dimensional PCA graph, 5 (1, 2, 5, 6, 7) genotypes took place together and formed the first cluster (Figure 2). Genotypes 3, 4, 10, 11 and 12 formed the second closest cluster to these genotypes. Genotypes 8 and 9 separated from other genotypes and formed the other (third) cluster (Figure 2).

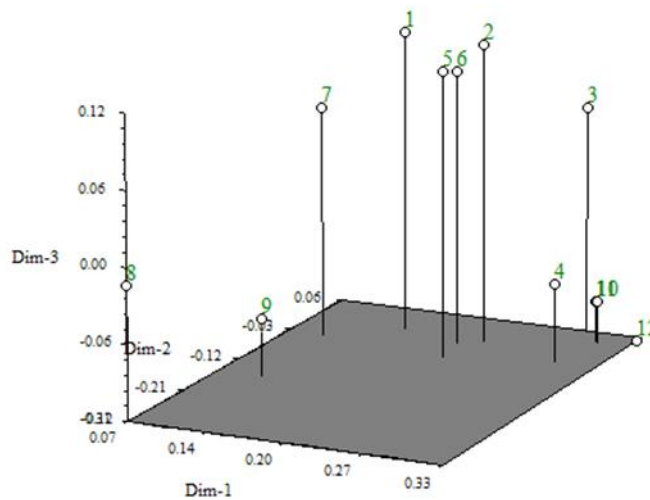


Figure 2. Three-dimensional graph obtained as a result of principal component analysis with ISSR
 Şekil 2. ISSR ile temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen üç boyutlu grafik

Considering the K values obtained with the ISSR data using the Structure Harvester program, it was determined that 12 parsley genotypes composed six subpopulations. The belonging rate of the four genotypes in the fifth subpopulation and three genotypes in the sixth population was found to be 80% and above. The belonging coefficient of the one genotype (7) to the fifth subpopulation was 0.78 (Table 4). It can be said that the other four genotypes have mixed genetic structures (Figure 3).

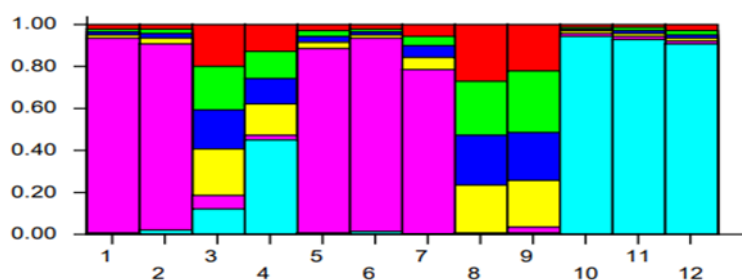


Figure 3. Graphical representation of the ISSR data and the membership coefficients obtained from the Structure program

Şekil 3. Structure programından elde edilen ISSR verilerinin ve üyelik katsayılarının grafiksel gösterimi

Table 4. Subpopulation membership coefficient values of the parsley genotypes

Çizelge 4. Maydanoz genotiplerinin alt popülasyon üyelik katsayı değerleri

| Genotype | 1st Sub-population | 2nd Sub-population | 3rd Sub-population | 4th Sub-population | 5th Sub-population | 6th Sub-population |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 0.018 | 0.014 | 0.014 | 0.016 | 0.930 | 0.008 |
| 2 | 0.021 | 0.020 | 0.021 | 0.026 | 0.888 | 0.024 |
| 3 | 0.200 | 0.207 | 0.182 | 0.224 | 0.064 | 0.123 |
| 4 | 0.127 | 0.124 | 0.123 | 0.153 | 0.022 | 0.450 |
| 5 | 0.026 | 0.026 | 0.028 | 0.029 | 0.880 | 0.011 |
| 6 | 0.017 | 0.015 | 0.017 | 0.013 | 0.921 | 0.017 |
| 7 | 0.053 | 0.043 | 0.054 | 0.064 | 0.780 | 0.008 |
| 8 | 0.267 | 0.258 | 0.236 | 0.226 | 0.009 | 0.004 |
| 9 | 0.219 | 0.292 | 0.228 | 0.223 | 0.026 | 0.011 |
| 10 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.009 | 0.016 | 0.947 |
| 11 | 0.013 | 0.015 | 0.012 | 0.011 | 0.016 | 0.934 |
| 12 | 0.027 | 0.016 | 0.017 | 0.018 | 0.008 | 0.914 |

In some previous studies, genetic characterization studies were carried out on various parsley genotypes. In a study in Egypt, flat-leafed and curly-leafed two genotypes were examined (Ibrahim et al., 2017) while in a study in Iran, 15 different parsley genotypes were examined (Nasiri et al., 2015). In a study conducted in Greece, 24 parsley genotypes were examined (Boutsika et al., 2021) while genetic diversity analysis was performed on 32 parsley genotypes originating from different countries in a study conducted in Russia (Domblides et al., 2010). No genetic studies have been performed on parsley genotypes originating in Turkey. In this study, 12 parsley genotypes from the Hatay province of Turkey were analyzed.

Different marker techniques have been used in previous genetic characterization studies on parsley. In a study, the SRAP technique, which is a semi-codominant marker system was used (Nasiri et al., 2015) while another study employed ISSR and RAPD techniques (Ibrahim et al., 2017). In another study, ISSR and RAPD techniques (Domblides et al., 2010) were used while ISSR and AFLP marker techniques (Boutsika et al., 2021) were used in another study. Researchers have revealed genetic variation by using different number of primers. ISSR has been the most studied marker technique in parsley. In our study, genetic characterization study was carried out using ISSR marker technique. Higher number of primers (16) was used than the number of primers used in other studies (Ibrahim et al., 2017; Boutsika et al., 2021).

The number of bands per primer obtained in this study was 8.12 and the number of polymorphic bands per primer was 2.56. Domblides et al. (2010) calculated the number of bands per ISSR primer as 11 and Boutsika et al. (2021)

calculated the number of bands per ISSR primer as 7.83. Similarly, in our study, the number of bands per primer was determined as 8.12. This shows that a high number of bands can be obtained with the ISSR technique. However, unlike the literature, the number of polymorphic bands per primer obtained from this study was lower than the values obtained in some previous studies. The number of polymorphic bands per primer was determined as 8.25 (Nasiri et al., 2015) and 9.8 (Ibrahim et al., 2017) and a higher number of polymorphic bands could be obtained from this study. The reason for the low mean number of polymorphic bands in this study may be related to the genetic structure of the examined genotypes. In addition, the increase in the number of primers used may have caused the average number of polymorphic bands to be lower.

In this study, the greatest distance was calculated as 0.08 according to the UPGMA dendrogram. Nasiri et al. (2015) similarly found the greatest distance between parsley genotypes to be 0.06. However, in the study of Domblides et al. (2010), these values were determined to be higher (0.292). In studies conducted with populations located in close locations, genetic distance was low and in studies conducted with populations located in distant locations, genetic distance was found to be high. It has been previously determined that the genetic diversity was higher in parsley genotypes of different geographical origins (Domblides et al., 2010; Nasiri et al., 2015; Ibrahim et al., 2017; Boutsika et al., 2021). In the present study, it can be said that there was genetic diversity among the 12 parsley genotypes in Turkey. The effectiveness of the ISSR primers in parsley was first determined by Domblides et al. (2010). In the current study, it was confirmed that the ISSR technique can be used in parsley genotypes.

High yield is one of the most important goals of parsley growers. Existing genetic resources are used in vegetable breeding studies. Molecular characterization studies show that parsley has genetic diversity. Conservation of parsley genetic resources and increasing genetic diversity will enable the improvement of current production levels. In this respect, it is important to protect Turkey's parsley genetic resources and to determine genetic structures. The data obtained as a result of this present study will contribute to future genetic and breeding studies and it will be possible to use them in marker assisted selection (MAS) studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is financially supported by TÜBİTAK-BİDEB (2209-A).

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of each author 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

- Abou El-Leel, O.F., Emam, K.A., & Ibrahim, H.M. (2017). Genetic study, chemical composition and volatile oil of two parsley cultivars (*Petroselinum crispum* L.) used in botanical gardens and cultivated under Egyptian conditions. *Nature and Science*, 15 (11), 83-94 https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1_13
- Abu-Serie, M.M., Habashy, N.H., & Maher, A.M. (2019). *In vitro* anti-nephrotoxic potential of *Ammi visnaga*, *Petroselinum crispum*, *Hordeum vulgare*, and *Cymbopogon schoenanthus* seed or leaf extracts by suppressing the necrotic mediators, oxidative stress and inflammation. *BMC Complementary Medicine and Therapies* 19, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2559-8>

- Agyare, C., Appiah, T., Boakye, Y.D., & Apenteng, J.A. (2017). Chapter 25 – *Petroselinum crispum*: a Review. Medicinal Spices and Vegetables from Africa, Academic Press, 527-547. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00025-X>
- Aslan, N., Coskun, O.F., Dalda-Sekerci, A., & Gulsen, O. (2021). Moleküler markörler kullanarak çerezlik kabaklarda (*Cucurbita pepo* L.) saflık düzeylerinin tahmin edilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 759-769. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.995779>. (In Turkish)
- Boutsika, A., Sarrou, E., Cook, C.M., Mellidou, I., Avramidou, E., Angeli, A., Martens, S., Ralli, P., Letsiou, S., Selini, A., Grigoriadis, I., Tourvas, N., Kadoglidou, K., Kalivas, A., Maloupa, E., Xanthopoulou, A., & Ganopoulos, I. (2021). Evaluation of parsley (*Petroselinum crispum*) germplasm diversity from the Greek Gene Bank using morphological, molecular and metabolic markers. *Industrial Crops and Products*, 170, 113767. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113767>
- Campos, K.E.D., Balbi, A.P.C., & Alves, M.J.Q.D.F. (2009). Diuretic and hipotensive activity of aqueous extract of parsley seeds (*Petroselinum sativum Hoffm.*) in rats. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19, 41-45. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000100010>
- Coskun, O.F., Gülşen, O., Dalda-Şekerci, A., Yetişir, H., & Pinar, H. (2017). Bazı çerezlik kabak hatlarında SSR markır analizi. *Akademik Ziraat Dergisi* 6, 151-156. (In Turkish)
- Dice, L.R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, 26, 297-302. <https://doi.org/10.2307/1932409>
- Domblides, A.S., Domblides, E.A., Kharchenko, V.A., & Potekhin, G.A. (2010). Study of genetic variation among parsley (*Petroselinum crispum* Mill. Nym.) samples using RAPD and ISSR markers. *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 65 (4), 152-154. <https://doi.org/10.3103/S0096392510040073>
- Doyle, J.J., & Doyle, J.L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12, 13-15.
- Evanno, G., Regnaut, S., & Goudet, J. (2005). Detecting the number of clusters of individuals using the software Structure: a simulation study. *Molecular Ecology*, 14 (8), 2611-2620. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x>
- Ezer, N., & Arisan, O.M. (2006). Folk medicines in Merzifon (Amasya, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 30, 223-230.
- Falush, D., Stephens, M., & Pritchard, J.K. (2003). Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics*, 164, 1567-1587. <https://doi.org/10.1093/genetics/164.4.1567>
- Farzaei, M.H., Abbasabadi, Z., Ardekani, M.R.S., Rahimi, R., & Farzaei, F. (2013). Parsley: a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 33 (6), 815-826. [https://doi.org/10.1016/S0254-6272\(14\)60018-2](https://doi.org/10.1016/S0254-6272(14)60018-2)
- Ganopoulos, I., Merkouropoulos, G., Pantazis, S., Tspouridis, C., & Tsiftaris, A. (2011). Assessing molecular and morpho-agronomical diversity and identification of ISSR markers associated with fruit traits in quince (*Cydonia oblonga*). *Genetics and Molecular Research*, 10, 2729-2746. <https://doi.org/10.4238/2011.November.4.7>
- Ibrahim, H.M.M., El-Leel, O.F.A., & Emam, K.A. (2017). Molecular profiling for genetic variability in *Petroselinum crispum* based on ISSR and RAPD markers. *Middle East Journal of Agriculture*, 6 (1), 67-75. <https://doi.org/10.1007/s12033-011-9446-y>
- Karaman K., Dalda-Sekerci A., Yetisir, H., Gulsen, O., & Coskun, O.F. (2018). Molecular, morphological and biochemical characterization of some Turkish bitter melon (*Momordica charantia* L.) genotypes. *Industrial Crops and Products*, 123, 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.036>
- Kırac, H., Dalda-Sekerci, A., Coskun, O.F., & Gulsen, O. (2022). Morphological and molecular characterization of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes sampled from Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01343-4>

- Morilipınar, E.O., Dalda-Sekerci, A., Coskun, O.F., & Gulsen, O. (2021). Genetic analysis of local pumpkin populations. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 14 (3), 264-272.
- Nasiri, K., Shojaeiyan, A., Yadollahi, A., Mirshekari, A., & Ghanbari, K. (2015). Genetic diversity assessment of some Iranian parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) accessions using SRAP molecular marker. *Journal of Vegetables Sciences*, 1 (1), 1-10. <https://doi.org/10.22034/IUVS.2015.15346>
- Pinar, H., Coskun, O.F., Uysal, E., Gülşen, O., & Yetişir, H. (2017). Yöresel cırgalan biberi genotiplerinin ISSR markırları ile karakterizasyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 145-150. (In Turkish)
- Pritchard, J.K., Stephens, M., & Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155 (2), 945-959. <https://doi.org/10.1093/genetics/155.2.945>
- Slighoua, M., Mahdi, I., Amrati, F.E., Cristo, F.D., Amaghnoouje, A., Grafov, A., Boucetta, N., Bari, A., & Bousta, D. (2021). Assessment of *in vivo* estrogenic and anti-inflammatory activities of the hydro-ethanolic extract and polyphenolic fraction of parsley (*Petroselinum sativum* Hoffm.) *Journal of Ethnopharmacology*, 265, 113290. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113290>
- Staniszewska, I., Dzadz, L., Nowak, K.W., & Zielinska, M. (2021). Evaluation of storage stability of dried powdered coriander, parsley and celery leaves based on the moisture sorption isotherms and glass transition temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 146, 111440. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111440>
- Tan, A., & İnal, A. (2003). Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Bitki Genetik Kaynakları Çalışmaları. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:112, 13 s. İzmir. (In Turkish)
- Tecirli, T., Dalda-Şekerci, A., Coskun, O.F., & Gülşen, O. (2018). Morphological and molecular diversity among *Heliotropium greuteri* samples. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 34, 1-7.
- TUIK (2021). www.tuik.gov.tr (Accessed on 7 November 2022).
- Wang, Y., Zhang, Y., Hou, M., & Han, W. (2022). Anti-fatigue activity of parsley (*Petroselinum crispum*) flavonoids via regulation of oxidative stress and gut microbiota in mice. *Journal of Functional Foods*, 89, 104963. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104963>