

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: 29, Sayı/Number: 3, 2024

Baş Editör / Editor in Chief

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

Yayın Kurulu / Associate Editorial Board of Section

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

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

- Prof. Dr. Ahmet Esen ÇELEN, Ege Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN, Ahi Evran Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Aziz GÜL, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Dilşat BOZDOĞAN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Erdal SERTKAYA, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Fatih EVRENDİLEK, Bolu İzzet Baysal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Gülsün Akdemir EVRENDİLEK, Bolu İzzet Baysal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. İbrahim ATIŞ, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. K. Mesut ÇİMRİN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAMAN, Afyon Kocatepe Üni., Türkiye

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board (Devam/Continued)

- Prof. Dr. Mahmut KESKİN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Mevlüt GÜL, Isparta Uygulamalı Bilimler Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Murat KAÇIRA, The University of Arizona, USA
- Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT, Atatürk Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Nesrin YILDIZ, Atatürk Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Ömür BAYSAL, Muğla Sıtkı Koçman Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Paula Reis CORREIA, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
- Prof. Dr. Safder BEYAZIT, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. Sema KARANLIK, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Prof. Dr. W. Young PARK, Fort Valley State Üni., USA
- Doç. Dr. Bekir DEMİRTAŞ, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Doç. Dr. Gürkan Alp Kaan GÜRDİL, Ondokuzmayıs Üni., Türkiye
- Doç. Dr. Murat ÖZTÜRK, Yozgat Üni., Türkiye
- Doç. Dr. Nuran TAPKI, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Doç. Dr. Zafer ERBAY, Adana Alpaslan Türkeş Bil. Tek. Üni., Türkiye
- Assist. Prof. Dr. In-Young CHOI, Jeonbuk National University South Korea
- Assoc. Prof. Dr. Young-Joon CHOI, Kunsan National Üni., South Korea
- Dr. Öğr. Üyesi Ahsen Eren ÖZDEN, Iğdır University, Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Yunus Emre ŞEKERLİ, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Carlos A. UTHURRY WEINBERGER, Universidad Nacional de Río Negro, Argentina
- Dr. Volkan ÇEVİK, University of Bath, U.K.

Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board

- Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Başak ULAŞLI, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Cem Tufan AKÇALI, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Cenk Burak ŞAHİN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Fulya UZUNOĞLU, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÇARPAR, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Merve KARA, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Pelin BAHADIRLI, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye

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

- Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DURSUN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Derya KAZGÖZ CANDEMİR, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Derya KILIÇ, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÖZBULDU, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Dr. Öğr. Üyesi Özge DEMİRKESER, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş. Gör. Dilek TÜRKMEN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş. Gör. İlknur KÜLAHLIOĞLU ÇEĞİL, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş. Gör. Mücahide KÖKSAL, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş. Gör. Dr. Sercan DEDE, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye
- Arş. Gör. Yusuf Ziya AYGÜN, Hatay Mustafa Kemal Üni., Türkiye

Yabancı Dil Editörü / Language Editors

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

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN

Araştırma Makalesi / Research Article

- Relationships between the number of nuts per cluster and fruit characteristics in the Foşa hazelnut cultivar**
Foşa fındık çeşidinde çotanaktaki meyve sayısı ile meyve özellikleri arasındaki ilişkiler
Tuba BAK, Emrah GÜLER, Turan KARADENİZ 622-628
- The contributions to fauna of Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 (Auchenorrhyncha: Hemiptera) of Middle and South Kuseyr Plateau (Hatay/Türkiye)**
Orta ve Güney Kuseyr Platosu'nun (Hatay/Türkiye) Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 (Auchenorrhyncha: Hemiptera) faunasına katkılar
Ersin DEMİREL, Hisamiddin DİNÇ 629-648
- Determination of the effectiveness of herbicides against weeds in rice grown with drip irrigation system**
Damla sulama sistemi ile yetiştiriciliği yapılan çeltikte herbisitlerin yabancı otlara karşı etkinliğinin belirlenmesi
İslam Emrah SÜER, Bilal EŞİTMEZ, Erdal ATEŞ, Şerif KAHRAMAN, Özlem AVŞAR 649-662
- Examination of dairy cattle farms in Burdur province in terms of animal welfare**
Burdur ili süt sığırı işletmelerinin hayvan refahı yönünden incelenmesi
Hacı DÜZEN, Serkan ÖZKAYA, Halil İbrahim YILMAZ 663-678
- Population dynamics, distribution and abundance of important leafhopper species (Hemiptera: Cicadellidae) in second crop maize cultivated areas in Mardin, Türkiye**
Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki önemli yaprakpiresi (Hemiptera: Cicadellidae) türlerinin popülasyon gelişimi, yaygınlığı ve yoğunluğu
Abdulkadir KOÇHAN, Erdal SERTKAYA, Çetin MUTLU 679-694
- Socio-economic evaluation and technical efficiency of soybean (Glycine max L. Merrill) production in North-West Nigeria: A parametric approach**
Kuzey-Batı Nijerya'da soya fasulyesi (Glycine max L. Merrill) üretiminin sosyo-ekonomik değerlendirmesi ve teknik verimliliği: Parametrik bir yaklaşım
Olugbenga Omotayo ALABI, İbrahim MAHARAZU, Jeremiah Samuel ALUWONG, Paul Akinwumi ATTEH, Augustine OBIDA 695-706
- Comparative analysis of different supervised methods for satellite-based land-use classification: A case study of Reyhanlı**
Uydu tabanlı arazi kullanımının sınıflandırılması için farklı denetimli yöntemlerin karşılaştırmalı analizi: Reyhanlı örneği
Mustafa ÖZBULDU, Yunus Emre ŞEKERLİ 707-723
- The effects of treatment and packaging on the storage of 'Alata' seedless lemon variety in common store**
'Alata' çekirdeksiz limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazasına uygulama ve paketlemelerin etkileri
Zafer KARAŞAHİN, Ahmet Erhan ÖZDEMİR 724-734

Araştırma Makalesi / Research Article

- The effect of Rhizobium, Azotobacter and microbial consortium (Rhizobium/Azotobacter) on some growth parameters and nodulation of chickpeas (Cicer arietinum L.)** 735-745
Rhizobium, Azotobakter ve mikrobiyal konsorsiyumun (Rhizobium/Azotobakter) nohutta (Cicer arietinum L.) bazı büyüme parametreleri ve nodulasyon üzerine etkisi
Ummahan ÇETİN KARACA, Fırat UZUN, Mahmoud NAZZAL, Ömer Faruk ÖZTÜRK
- Wheat marketing in Hatay province and determining producers' perspectives on agricultural subsidies** 746-754
Hatay yöresinde buğdayın pazarlanması ve üreticilerin tarımsal desteklemelere bakış açılarının belirlenmesi
Ahmet Duran ÇELİK, Tuğçe SARIOĞLU
- Morphological and molecular identification and determination of host status of Cuscuta campestris Yunck. in Thrace Region of Türkiye** 755-768
Türkiye'nin Trakya bölgesinde Cuscuta campestris Yunck.'in morfolojik ve moleküler tanımlaması ve konukçu dizininin belirlenmesi
Bahadır ŞİN, Lerzan ÖZTÜRK, Zeliha ORHAN ÖZALP, İzzet KADIOĞLU
- The impact of varying levels of bud load treatments on the leaf yield and some physical properties of the Karaerik and Kabuğu Yufka grape varieties** 769-781
Farklı göz yükü uygulamalarının Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinde yaprak verimi ve bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri
Nalan Nazan KALKAN, Abdurrahim BOZKURT, Oktay Turgay ALTUN, Zakine KADIOĞLU, Birol KARADOĞAN, Selahattin ALBAYRAK, Rüstem CANGİ, Duran KILIÇ
- Determination of the distribution and infestation rates of Eriophyidae and Phytoseiidae (Acari) species in olive orchards of Hatay province** 782-790
Hatay ili zeytin bahçelerindeki Eriophyidae ve Phytoseiidae (Acari) türlerinin yayılışı ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi
Kamuran KAYA, Evsel DENİZHAN İNANÇ
- Population dynamics of cotton leafhoppers [Asymmetrasca decedens and Empoasca decipiens (Hemiptera: Cicadellidae)] in conventional cotton production areas of Hatay province, Türkiye** 791-803
Hatay ili konvansiyonel pamuk üretim alanlarında bulunan pamuk yaprakpirelerinin [Asymmetrasca decedens ve Empoasca decipiens (Hemiptera: Cicadellidae)] popülasyon dinamikleri
İbrahim Ersin BOZDOĞAN, Nihat DEMİREL
- Comparison of egg production of Orius laevigatus (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) adults reared at different population densities under laboratory conditions** 804-809
Laboratuvar koşullarında farklı popülasyon yoğunluklarında yetiştirilen Orius laevigatus (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) erginlerinin yumurta veriminin karşılaştırılması
Tuba SEMİZ, Levent ÜNLÜ

Araştırma Makalesi / Research Article

- Evaluating the performance of organic crop, livestock, and beekeeping in the Provinces of Türkiye using the TOPSIS method**
Türkiye'deki illerin organik tarım, hayvancılık ve arıcılık performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi
Selen AVCI AZKESKİN, Melike Kübra EKİZ BOZDEMİR 810-824
- Domestic consumption habits and behavior of Maras tarhana; The case of Kahramanmaraş province**
Maras tarhanasının aile içi tüketim alışkanlıkları ve davranışı; Kahramanmaraş ili örneği
Sabri SAKALLI, Fatma Betül TEKİN SAKALLI, Aybüke KAYA 825-834
- Comparative analysis of carbon emissions of some countries in the framework of climate justice**
İklim adaleti çerçevesinde bazı ülkelerin karbon emisyonlarının karşılaştırmalı analizi
Gülüzar Duygu SEMİZ, Elifnaz TORUN, Afshin SHAHBAZI, Engin YURTSEVEN 835-845
- Analysis of international competitiveness in chicken meat trade of Türkiye**
Türkiye'nin tavuk eti ticaretinde uluslararası rekabet gücünün analizi
Gül BİNBOĞA, Nevin DEMİRBAŞ 846-861
- Determination of nutritional status of peanut (Arachis hypogaea L.) cultivated soils: Osmaniye case**
Yerfıstığı (Arachis hypogaea L.) yetiştiriciliği yapılan toprakların verimlilik durumunun belirlenmesi: Osmaniye örneği
Tuğba ŞİMŞEK, Nilgün KALKANCI, Gökhan BÜYÜK, Şerife MERCAN, Serkan KÖSETÜRKMEN 862-872
- Determination of red meat consumption preference on the scale of Gaziantep province**
Gaziantep ili ölçeğinde kırmızı et tüketim tercihinin belirlenmesi
Hatice YILMAZ TİLKİ, Mahmut KESKİN 873-884
- Impact of tryptophan on physiological and histological responses of pepper plants under salt stress**
Tuz stresi altındaki biber bitkilerinin fizyolojik ve histolojik yanıtlarına triptofan'ın etkisi
Gökçe AYDÖNER ÇOBAN 885-895
- Determination of fungal and bacterial microbiota of broomrape species found in their major host plants grown in Hatay province of Türkiye**
Türkiye'nin Hatay ilinde yetiştirilen önemli tarımsal ürünlerde karşılaşılan canavar otu türlerinin fungal ve bakteriyel mikrobiyotasının belirlenmesi
Merve OĞUZ, Soner SOYLU, İlhan ÜREMİŞ, Aysun UYSAL, Emine Mine SOYLU, Şener KURT, Erdal SERTKAYA 896-911

Araştırma Makalesi / Research Article**Flood analysis using the HEC-RAS software for Antakya Altınçay Creek**

Antakya Altınçay Deresinin HEC-RAS yazılımı ile taşkın analizi

912-924

Ahmet İRVEM, İlker DAĞ, Mustafa ÖZBULDU

Determination of the frequency and density of weed species in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivation areas in Malatya province of TürkiyeMalatya ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin yaygınlık ve yoğunluğunun belirlenmesi

925-941

Ömer KÜÇÜK, Olcay BOZDOĞAN



Relationships between the number of nuts per cluster and fruit characteristics in the Foşa hazelnut cultivar

Foşa fındık çeşidinde çotanaktaki meyve sayısı ile meyve özellikleri arasındaki ilişkiler

Tuba BAK¹, Emrah GÜLER², Turan KARADENİZ¹

¹Pamukkale University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Çivril, Denizli, Türkiye.

²Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Bolu, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 13.05.2024 Accepted / Kabul: 14.06.2024</p> <p>Keywords: Foşa hazelnut cultivar Number of nuts per cluster Nut characteristics PCA</p> <p>Anahtar Kelimeler: Foşa fındık çeşidi Salkımdaki meyve sayısı Meyve özellikleri PCA</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Tuba BAK tubabak81@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> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>This research aimed to determine the effect of the number of nuts per cluster on the fruit characteristics of the Foşa hazelnut cultivar grown in the Arsin district of Trabzon province, Türkiye. Hazelnuts are divided into groups of 1 to 7 according to the number of nuts in cluster. Nut weight, nut length, nut width, nut depth, kernel weight, kernel length, kernel width, kernel depth, shell thickness, kernel ratio, husk length, husk width, and husk opening of the hazelnuts in each group were examined. Principal component analyses (PCA) was used to determine the relationship between the number of nuts in cluster and fruit characteristics. Nut weight, shell thickness, husk length, and husk width values were the highest values in single nut clusters. If the number of nuts in the cluster exceeds four, nut and kernel weights decrease. There was a negative relationship between the nut weight and nut length when the number of nuts in the cluster was above four. A strong relationship were observed in clusters 1, 2, 3, and 4, but a weaker relationship, was seen especially in clusters 5 and 7. A negative relationship was determined between the nut weight and nut length. This study clarified that increasing nut numbers shifts quality characteristics, particularly in a negative trend.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu araştırmada, Trabzon ili Arsin ilçesinde yetiştirilen Foşa fındık çeşidinde çotanak başına fındık sayısının meyve özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fındıklar çotanaktaki fındık sayısına göre 1 ile 7 arası gruplara ayrılmıştır. Her gruptaki kabuklu fındık ağırlığı, kabuklu fındık uzunluğu, kabuklu fındık genişliği, kabuklu fındık kalınlığı, iç ağırlığı, iç uzunluğu, iç genişliği, iç kalınlığı, kabuk kalınlığı, iç oranı, zuruf uzunluğu, zuruf genişliği ve zuruf açıklığı incelenmiştir. Çotanaktaki fındık sayısı ile meyve özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için Temel bileşen analizi (PCA) kullanılmıştır. Fındık ağırlığı, kabuk kalınlığı, zuruf uzunluğu ve zuruf genişliği değerleri tekli fındık kümelerinde en yüksek değerleri göstermiştir. Çotanaktaki fındık sayısı 4'ü geçtiğinde fındık ve iç ağırlıkları azalmıştır. Çotanaktaki fındık sayısı 4'ün üzerinde olduğunda ise fındık ağırlığı ile uzunluğu arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. 1, 2, 3 ve 4'lü çotanaklarda güçlü bir ilişki, ancak özellikle 5'li ve 7'li çotanaklarda daha zayıf bir ilişki belirlenmiştir. Fındık ağırlığı ile uzunluğu arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Bu çalışma, artan çotanak başına fındık sayısının kalite özelliklerini özellikle olumsuz bir eğilimle değiştirdiğini ortaya koymuştur.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Bak, T., Güler, E., & Karadeniz, T. (2024). Relationships between the number of nuts per cluster and fruit characteristics in the Foşa hazelnut cultivar. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 622-628. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1482947</p>

INTRODUCTION

Hazelnuts are grown on 1 million and 61 thousand hectares of land worldwide, of which Türkiye holds 744 thousand hectares. Türkiye accounts 765 thousand tons of the 1 million 195 thousand tons of hazelnuts produced in the world, being the leading country with 63.98% of the world's production. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), hazelnuts are produced in 39 countries in the world and Italy (98 670 tons), Azerbaijan (72 104.6 tons), USA (70 310 tons), Chile (62 557.07 tons), and Georgia (33 400 tons) are important hazelnut producing countries (FAO, 2024a). Although Türkiye is the leading country in hazelnut exports, it is far behind other hazelnut-producing countries in terms of hazelnut yield. Türkiye ranks 18th with a yield of 102.8 kg da⁻¹. The highest yield per decare in the world is in Greece (256.9 kg da⁻¹), the USA (255.5 kg da⁻¹), and China (205.6 kg da⁻¹) (FAO, 2024a). In Türkiye, we fall behind other countries in terms of yield due to production with old branches, the completion of the economic life of orchards, and the inadequacy of technical practices.

In Türkiye, hazelnuts have adapted to the climate characteristics of the Black Sea Region (Balta et al., 2018) and are a traditional product of the region (Karadeniz, 2021a). Hazelnuts are grown in 39 provinces in Türkiye, especially in Ordu (198 841 tons), Samsun (112 536 tons), Sakarya (82 581 tons), Giresun (72 060 tons), and Düzce (66 647 tons) (TUIK, 2024b).

Anatolia is known for growing the highest-quality hazelnut cultivars and wild species worldwide (Karadeniz, 2018) and being home to unique genetic resources (Balta & Karadeniz, 1997). Twenty standard hazelnut cultivars are grown in Türkiye, including Tombul, Palaz, Çakıldak, and Foşa cultivars (Hazelnut Research Institute, 2024c).

In Türkiye, the 'ocak' system is used for hazelnut cultivation (Bak & Karadeniz, 2021). Hazelnuts have a husk that surrounds the fruit. Fruits bear in the husk and shape the clusters with different numbers of fruits depending on the cultivar, which refers to the number of nuts in the cluster. The number of nuts in a cluster is a cultivar characteristic of hazelnuts. Although many factors such as pruning, fertilization, irrigation, planting, and training systems affect yield and quality in hazelnut cultivation, the genetic structure of the varieties is the most important factor.

The heritability of the number of nuts in cluster, accepted as a cultivar trait, is high (Yao & Mehlenbacher, 2000). It is known that the number of nuts in the cluster is important for yield (Güler & Balta, 2020) and quality (Thompson et al., 1996), and as the number of nuts in cluster increases, the nuts become smaller (Bak & Karadeniz, 2021).

This research was carried out to determine the relationships between the number of nuts in the cluster and the fruit characteristics of the Foşa hazelnut cultivar.

MATERIALS and METHODS

Material

The Foşa hazelnut which is a cultivar that is generally grown in Trabzon and its surroundings were used in this study. This cultivar is intended for the domestic market thanks to its good taste, round shape, kernel ratio of 50%, and membrane removal capacity of 85% (Botta et al., 2019). Its shell is reddish-brown. It usually forms two nuts in a cluster, and 275-363 shelled fruits weigh about 1 kg (Karadeniz, 2021b). The study material was obtained from the Arsin district of Trabzon province, Türkiye.

Methods

Characteristics of nut and husk

The research selected 3 "Ocak" to represent the Foşa hazelnut cultivar. 40 clusters were randomly selected from each. 40 clusters were randomly selected from each "Ocak". The samples taken were divided into 1, 2, 3, 4, 5, 6, and 7 groups according to the number of nuts in the cluster. In each group, the number of nuts in the cluster, nut weight, nut length, nut width, nut depth, kernel weight, , kernel length, kernel width, kernel depth, shell thickness, kernel ratio, husk length, husk opening, and husk width were determined.

The nut and kernels, separated according to the number of nuts in the cluster, were weighed one by one with a scale sensitive to 0.01 g. The length, width, depth, and thickness of the nuts and kernels were measured with the help of a digital caliper sensitive to 0.01 mm. Shell thickness was measured using a caliper sensitive to 0.01 mm from the middle or near-middle part of the fruit base upwards to the thickest part of the bulging part. Kernel ratio was determined by dividing the weight of nuts by the weight of kernels using the following formula (Bak, 2010; Güler & Balta, 2020).

Kernel Ratio (%) = [Kernel weight/Nut weight] x 100

Husk length was determined by measuring the distance between the bottom and top parts (İşbakan & Bostan, 2020). The husk width was determined by measuring the part of the husk surrounding the nut. The husk opening was measured at the tip surrounding the nut.

Statistical analysis

The data were subjected to Tukey's HSD test with an α of 0.05 to compare the means. Principal component analysis (PCA) was performed to determine the relationships of the features and nuts per cluster utilizing the 'ggplot2' (Wickham, 2016) package of R studio software (Boston, USA) (RStudio Team, 2020).

RESULTS AND DISCUSSIONS

In the Foşa hazelnut cultivar, differences were observed between the number of nuts in the cluster and the nut characteristics examined (Table 1 and 2). Nut weight and shell thickness values are highest in single clusters. (3.00 g). There was a linear decrease in the nut weight when nuts per cluster increases from 1 to 7, which drops to 2.15 g in 7 nuts per clusters. Kernel weights had the same value for the single and triple nuts (1.45 g). The kernel ratio was highest in the six-nutted clusters (50.63%). However, the kernel ratio values were not found to be statistically significant. When there are more than 4 nuts in the cluster, there is a significant decrease in nut weight and kernel weight. Although it is not significant, the thickest kernels appear to be on single nuts. In studies conducted by different researchers on the Foşa hazelnut cultivar, nut weights were determined as 2.55-2.70 g by Balta et al. (2018), 1.85-2.24 g by Semiz (2016) , 1.96 g by Yıldız (2016), 2.22-2.66 g by Karadeniz (2001) and 1.79 g by Bostan (2001) . Kernel weights were reported as 1.24-1.37 g by Balta et al. (2018), 0.99-1.15 g by Semiz (2016), 1.10 g by Yıldız (2016), and 0.96 g by Bostan (2001). Balta et al. (2018) and Bak and Karadeniz (2021) reported that as the number of nuts in the cluster increases, the weight of nuts and their kernels decreases. Bostan (1997), in their study with different hazelnut cultivars, reported that as the number of nuts in the cluster increases, nut length and kernel length increase. The same researcher also reported that as the number of nuts in the cluster decreases, the weight, kernel width, and kernel weight of the nuts increase. Balta et al. (2018) reported that increasing numbers of nuts in the cluster decreases shell thickness. Turan (2021) stated that the ideal number of nuts in the cluster should be four, and as the number of nuts increases, the hazelnuts become smaller and put pressure on each other. Our research is partially similar to the findings of other researchers.

Table 1. Nut characteristics of the Foşa hazelnut cultivar according to nut numbers in the cluster

Çizelge 1. Foşa fındık çeşidinin çotanaktaki meyve sayılarına göre fındık özellikleri

NPC	NWT (g)	NL (mm)	NW (mm)	ND (mm)	ST (mm)
1	3.00 ± 0.25 a	19.72 ± 0.81 a	19.64 ± 0.73 a	17.83 ± 0.43 a	1.25 ± 0.34 a
2	2.75 ± 0.31 a	20.14 ± 0.69 ab	19.81 ± 0.57 a	18.03 ± 0.73 a	1.10 ± 0.09 a
3	2.89 ± 0.24 ab	20.34 ± 0.76 b	20.00 ± 0.96 a	17.78 ± 0.47 a	1.11 ± 0.13 a
4	2.82 ± 0.34 abc	19.90 ± 0.60 b	19.57 ± 0.31 a	17.83 ± 1.14 a	1.22 ± 0.14 a
5	2.40 ± 0.19 bcd	19.86 ± 0.41 b	19.07 ± 0.86 ab	17.22 ± 1.04 ab	1.12 ± 0.13 a
6	2.47 ± 0.27 cd	21.21 ± 0.53 b	18.29 ± 0.98 bc	17.06 ± 0.94 ab	1.03 ± 0.13 a
7	2.15 ± 0.28 d	19.97 ± 1.11 b	18.02 ± 0.57 c	16.53 ± 0.67 b	1.10 ± 0.12 a

*Different letters in the same column indicate significant differences at $p \leq 0.05$.

NPC: Number of nuts per cluster; NWT: Nut weight; NL: Nut length; NW: Nut width; ND: Nut depth; ST: Shell thickness

Table 2. Kernel characteristics of the Foşa hazelnut cultivar according to nut numbers in the cluster

Çizelge 2. Foşa fındık çeşidinin çotanaktaki meyve sayılarına göre iç özellikleri

NPC	KWT (g)	KL (mm)	KW (mm)	KD (mm)	KR (%)
1	1.45 ± 0.15 a	15.94 ± 0.75 a	14.44 ± 0.68 a	13.89 ± 1.32 a	48.83 ± 7.16 a
2	1.27 ± 0.21 a	15.90 ± 1.16 a	14.30 ± 1.22 a	12.61 ± 1.51 ab	45.97 ± 3.54 a
3	1.45 ± 0.14 a	16.19 ± 0.96 a	14.83 ± 1.28 a	14.10 ± 0.68 abc	49.97 ± 1.66 a
4	1.40 ± 0.20 ab	15.81 ± 0.73 a	14.43 ± 0.86 a	13.20 ± 1.46 abc	49.54 ± 2.39 a
5	1.15 ± 0.14 ab	15.54 ± 0.92 a	13.54 ± 0.75 ab	11.97 ± 1.23 abc	48.10 ± 2.96 a
6	1.25 ± 0.16 b	16.61 ± 1.24 a	13.79 ± 1.54 ab	13.26 ± 0.92 bc	50.63 ± 3.43 a
7	1.07 ± 0.20 b	15.27 ± 1.43 a	12.56 ± 0.76 b	12.19 ± 1.26 c	49.25 ± 4.84 a

*Different letters in the same column indicate significant differences at $p \leq 0.05$.

NPC: Number of nuts per cluster; KWT: Kernel weight; KL: Kernel length; KW: Kernel width; KD: Kernel depth; KR: Kernel ratio

The maximum husk length and husk widths of the Foşa hazelnut cultivar were in single cluster. Husk opening was not significantly different across different nut numbers in the cluster (Table 3). Kurt et al. (2022) reported that the husk length in the Foşa cultivar was 37.11 mm and the fruit was wrapped loosely. In their study with different hazelnut cultivars, İşbakan and Bostan (2020) reported that the husk length was 31.82-43.68 mm. Husk is an essential criterion in hazelnuts. Whether the husk is long or short is important in terms of its suitability for processing, depending on the openness of the husk and its wrapping around the nut. Yao and Mehlenbacher (2000) reported that there were positive relationships between husk length, nut weight, and kernel weight. İşbakan and Bostan (2020) reported a negative relationship between the husk length and the number of nuts in a cluster.

Table 3. Husk characteristics in terms of number of nuts per cluster

Çizelge 3. Çotanaktaki meyve sayısına göre zuruf özellikleri

NPC	HO (mm)	HL (mm)	HW (mm)
1	25.77 ± 10.36 a	38.34 ± 4.10 a	22.89 ± 2.10 a
2	27.17 ± 6.56 a	36.46 ± 2.71 ab	19.81 ± 0.93 ab
3	23.97 ± 3.59 a	36.58 ± 5.64 ab	21.00 ± 1.47 ab
4	29.68 ± 4.58 a	29.66 ± 3.59 abc	20.44 ± 0.84 b
5	27.25 ± 3.92 a	30.77 ± 2.66 bc	19.06 ± 1.94 b
6	26.66 ± 3.93 a	30.41 ± 3.76 bc	19.61 ± 1.19 b
7	24.15 ± 4.64 a	26.13 ± 3.82 c	18.52 ± 1.32 b

*Different letters in the same column indicate significant differences at $p \leq 0.05$.

NPC: Number of nuts per cluster; HO: Husk opening; HL: Husk length; HW: Husk width

The relationships between the number of nuts in cluster and fruit characteristics as in principal component analysis (PCA) biplot are shown in Figure 1. Principal component 1 (PC1) explained 55.9% of the variability, while principal

component 2 (PC2) accounted for 21.6% of the variation. Single nuts stand out in terms of nut weight, nut depth, nut width, and husk length. It is seen that if there are 2 nuts in the cluster, the husk opening comes to the fore, if there are 4 nuts, the shell thickness comes to the fore, and if there are 3 nuts, the kernel depth comes to the fore. If there are 6 nuts in the cluster, it is observed that kernel ratio and nut length come to the fore. It is seen that there is a positive relationship between the nut weight, husk length, nut depth, nut width, shell thickness, and husk opening, and a negative relationship between the nut length and kernel ratio.

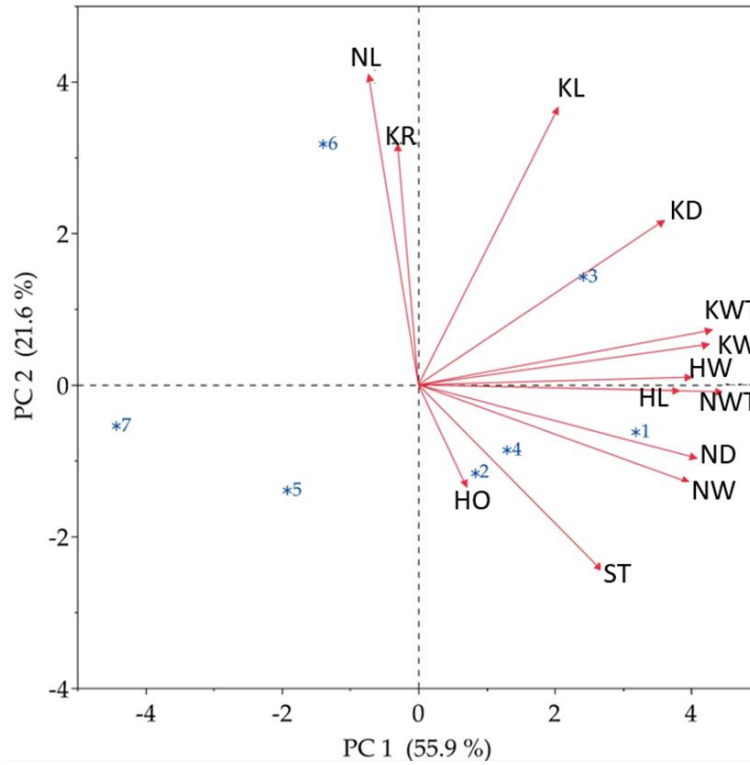


Figure 1. Distribution of the number of nuts per cluster and fruit characteristics in the PCA biplot

Şekil 1. PCA biplotta çotanadaki fındık sayısı ve meyve özelliklerinin dağılımı.

NWT: Nut weight; NL: Nut length; NW: Nut width; ND: Nut depth; ST: Shell thickness; KWT: Kernel weight; KL: Kernel length; KW: Kernel width; KD: Kernel depth; KR: Kernel ratio; HO: Husk opening; HL: Husk length; HW: Husk width

In conclusion, although the number of nuts in a cluster is a variety characteristic of hazelnuts, different numbers of clusters can occur in hazelnut cultivars. This study demonstrates that the increment of nut numbers causes quality shifts, which are mostly negative. Moreover, increment of the number of nuts in the cluster increases the pressure on nuts that results shape differences, which is an undesired characteristic in the hazelnut processing industry. This study indicates that more than 4 nuts in the cluster causes undesired characteristics. Further studies should evaluate some cultivation practices in order to obtain relatively more uniform nut numbers in the clusters.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was presented as an oral presentation at the 6th International Agriculture Congress held in Prizren / Kosovo between 31 August - 4 September 2023.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this research.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- FAO. (2024a). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT)*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Retrieved December: January, 2024).
- TÜİK. (2024b). *Turkish Statistical Institute (TurkStat), Crop Production Statistics*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Retrieved December: January 2024).
- Hazelnut Research Institute. (2024c). Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry Hazelnut Research Institute. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Menu/47/Findik-Cesitlerimiz> (Retrieved December: February 2024).
- Bak, T. (2010). Effects of different branch numbers on fruit quality criteria of hazelnut. (Publication no: 255949). [Master's Thesis, Ordu University]. (In Turkish with Abstract in English)
- Bak, T., & Karadeniz T. (2021). Effects of branch number on quality traits and yield properties of european hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Agriculture*, 11 (5), 437. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050437>
- Balta, M.F., Balta, F., Yarılgaç, T., Karakaya, O., Uzun, S., & Kirkaya, H. (2018). Nut characteristics of 'Fosa' and 'Kargalak' hazelnuts related to number of nuts per cluster. In *IX International Congress on Hazelnut*, 1226 (pp. 167-170). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.25>
- Balta, F., & Karadeniz, T. (1997). The evaluations on preselection of the hazelnut 'Tombul' and 'Palaz' cultivars grown in Carsamba and Terme (Samsun) districts. *Acta Horticulturae*, 445, 109-118 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.445.15>
- Bostan, S. (1997). Interrelationships among nuts per cluster and other some traits in hazelnut cultivars Tombul, Palaz and Sivri. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 23-27. (In Turkish with Abstract in English)
- Bostan, S.Z. (2001). The pomological characteristics of hazelnut cultivars in Zonguldak province. *Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture Journal (Anatolian Journal of Agricultural Sciences)*, 16 (2), 34-42. (In Turkish with Abstract in English)
- Botta, R., Molnar, T.J., Erdogan, V., Valentini, N., Torello Marinoni, D., & Mehlenbacher, S.A. (2019). Hazelnut (*Corylus* spp.) breeding. In: *Al-Khayri, J., Jain, S., Johnson, D. (eds) Advances in plant breeding strategies: Nut and beverage crops*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23112->
- Güler, E., & Balta, F. (2020). Determination of yield and quality characteristics of hazelnut populations of Taskesti district (Mudurnu-Bolu). *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6 (2), 115-128. <https://doi.org/10.24180/ijaws.685813> (In Turkish with Abstract in English)
- İşbakan, H., & Bostan, S.Z. (2020). Relationships between plant morphological traits, nut yield and quality traits in hazelnut. *Ordu University Journal of Science and Technology*, 10 (1), 32-45. e-ISSN: 2146-6459. (In Turkish with Abstract in English)
- Karadeniz, T. (2018). The world's best quality hazelnut, Tirebolu Karakaya Basin Tombul Hazelnut. Arı Sanat Publications. Publication No: 293, Istanbul. (In Turkish)
- Karadeniz, T. (2021a). New techniques in hazelnut cultivation. Anatolian Agricultural Engineers Association Scientific Books. Publication No: 1, Bolu. ISBN:978-605-80128-4-4. (In Turkish)
- Karadeniz, T. (2021b). Physical and chemical characteristics of Foşa hazelnut variety grown in Arsin district of Trabzon province, report. Trabzon/Arsin Municipality.

- Kurt, H., Doğan, A., & Durmaz, O. (2022). Comparison of pomological characteristics of local hazelnut populations in Hizan (Bitlis) District with some of our standard varieties. *Tarımsal Perspektif*, Bölüm 15, 307-332. Editörler: (Prof. Dr. Ahmet Kazankaya, Dr. Öğr. Üyesi Adnan Doğan). Iksad Publications – 2022, ISBN: 978-625-8246-95-7.
- RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>
- Semiz, M. (2016). Some morphological and pomological characteristics of some hazelnut (*Corylus avellana* L.) genotypes in Çarsamba Plain (Samsun) and determination of their genetic relationships. (Publication no:455569) [Master's Thesis, Ordu University]. (In Turkish with Abstract in English)
- Thompson, M.M., Lagerstedt, H.B., & Mehlenbacher, S.A. (1996). *Fruit breeding*. Volume III. Nuts. p:125-184.
- Turan, A. (2021). Evaluation of traits of selection breeding studies conducted in hazelnut. II. *International Applied Statistics Conference (UYIK-2021)*, Tokat / Turkey, 29 June - 2 July 2021. (In Turkish with Abstract in English)
- Yao, Q., & Mehlenbacher, S.A. (2000). Heritability, variance components and correlation of morphological and phenological traits in hazelnut. *Plant Breeding*, 119, 369-381. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2000.00524.x>
- Yıldız, T. (2016). The effects of nuts per cluster and the fruit stem lengths on fruit detachment force/husky fruit weight ratio at different maturity times of hazelnut (cv. Yomra). *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 31, 393-398. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.269993>
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

Orta ve Güney Kuseyr Platosu'nun (Hatay/Türkiye) Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 (Auchenorrhyncha: Hemiptera) faunasına katkılar

The contributions to fauna of Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 (Auchenorrhyncha: Hemiptera) of Middle and South Kuseyr Plateau (Hatay/Türkiye)

Ersin DEMİREL¹ , Hisamiddin DİNÇ² 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Alahan-Hatay, Türkiye.

²Necmi Asfuroğlu Anadolu Lisesi, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 26.03.2024 Accepted / Kabul: 19.06.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Hemiptera Aphrophoridae Taksonomi Biyçeşitlilik Hatay</p> <p>Keywords: Hemiptera Aphrophoridae Taxonomy Biodiversity Hatay</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ersin DEMİREL auchenorrhyncha@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Bu çalışmada Hatay'ın Orta ve Güney Kuseyr Platosu'nun farklı habitatlarından 2015 yılının Nisan-Kasım ayları arasında 293 adet ergin Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 örneği değerlendirilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda Aphrophoridae familyasına ait 5 cins ve 6 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden Aphrophora alni (Fallén, 1805), Lepyrionia coleoprata (Linnaeus, 1758), Philaenus signatus Melichar, 1896 ve P. spumarius (Linnaeus, 1758) Hatay için bölgesel yeni kayıttır. Teşhis edilen tüm taksanın önemli karakterleri gösterilecek şekilde fotoğraflanmış, bölgesel ve Palaearktik yayılış haritaları ile teşhis anahtarları oluşturulmuş ve türlerin bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerine değinilerek, zoocoğrafik yorumlarda bulunulmuştur. Ayrıca bundan sonra bu konuyu çalışacak araştırmacılara fayda sağlamak için tespit edilen türlere yönelik bir teşhis anahtarı hazırlanmış, teşhiste önemli bir karakter olan aedeagusları ventralden fotoğraflanmıştır. Son bölümde ekonomik öneme sahip bitki türlerinde vermiş olduk zararlar ve vektörlüklerini yaptıkları bitki hastalıkları hakkında bilgiler verilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, 293 adult Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 specimens collected from different habitats of the Central and Southern Kuseyr Plateau of Hatay between April and November 2015 were evaluated. As a result of the examination, 5 genera and 6 species belonging to the Aphrophoridae family were identified. Among these species, Aphrophora alni (Fallén, 1805), Lepyrionia coleoprata (Linnaeus, 1758), Philaenus signatus Melichar, 1896 and P. spumarius (Linnaeus, 1758) were determined to be new regional records for Hatay. All identified taxa were photographed to show their important characters, regional and Palaearctic distribution maps and identification keys were created, and some biological and ecological characteristics of the species were mentioned and zoogeographic comments were made. In addition, in order to benefit researchers who will study this subject in the future, an identification key was prepared for the identified species, and their aedeagus, which is an important character in identification, were photographed from the ventral side. In the last section, information is given about the damages caused to economically important plant species and the plant diseases they vector.</p>
Cite/Atıf	Demirel, E., & Dinç, H. (2024). Orta ve Güney Kuseyr Platosu'nun (Hatay/Türkiye) Aphrophoridae Amyot & Serville, 1843 (Auchenorrhyncha: Hemiptera) faunasına katkılar. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 629-648. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1459087

GİRİŞ

Aphrophoridler dünyadaki ksilem (odun borusu) özsuyu emen en büyük böcek gruplarından biridir. Sebep oldukları şiddetli zararlar, bitkilerin tüm toprak üstü kısımlarının sararmasına neden olur. Bu zarar, yem üretimini, kalitesini ve lezzetini düşürür, dolayısıyla süt ve et üretiminin azalmasına neden olarak gelişmiş meraların kurulmasını ve kalıcılığını engeller (Carvalho & Webb, 2005). Asma, ayınsıf, domates, elma, fındık, gök süsen, havuç, karahindiba, kara kavak, katran yoncası, kokulu yonca, lavanta, patates, salkım söğüt, taflan ve zeytin gibi pek çok tıbbi, süs, yem, orman ve zirai bitkide zararlı ve çeşitli bitki hastalıkları etkenlerinin vektörü olduklarını gösteren çok sayıda yerli ve yabancı çalışma bulunmaktadır (Nogay ve ark., 1988; Cvrković ve ark., 2011; Mitrović ve ark., 2015; Kaçar ve ark., 2017; Toper Kaygın & Ekici, 2017; Demir & Ünver, 2019; Metin ve ark., 2020; Bodino ve ark., 2020; Karavin ve ark., 2021; Picciotti ve ark., 2021; Randa Zelyüt ve ark., 2023). Her ne kadar büyük çoğunluğu bitki zararlısı olarak bilirse de bazı Aphrophorid türlerinin, bazı parazitik bitkilerin ve zararlı otların ksilem sıvısını tüketerek tarıma faydalı olduğu da kaydedilmektedir (Thompson, 2011; Mozaffarian & Wilson, 2015).

Aphrophoridler hemimetabol gelişime sahiptir ve nimfleri epidermal bezlerden koruyucu nitelikte bir sıvı-hava karışımı köpük (tükürük) salgılar (Rakitov, 2002; Carvalho & Webb, 2005). Nimfler çoğunlukla bu köpük içerisinde sabit kalıp gizlenerek; kurumaktan ve parazitlerden korunurlar (Brambila & Hodges, 2008). Erginler çoğunlukla tükürük içinde son deri değişiminden sonra bulunurlar. Univoltin olan çoğu ılıman tükürük böceklerinin aksine, tropik tükürük böceklerinin çoğu mevsimsel yağış düzenlerine bağlı yaşam döngüleri nedeniyle multivoltindir (Carvalho & Webb, 2005). Çiftleşme, her bir çift yan yana aynı yöne bakacak şekilde gerçekleşir (Carvalho & Webb, 2005). Aphrophoridler yumurtalarını toprağa, yaprak döküntülerine ve gövde yüzeylerine bırakır (Carvalho & Webb, 2005). Yumurtadan yeni çıkmış yavrular, uygun, bol sulu bir beslenme yeri bulana kadar, konukçu bitkinin üzerinde dolaşır. Türler ve iklime göre 4-9 hafta arasında değişen gelişim süresinin, 1-3 haftasını ergin olarak geçirirler (Carvalho & Webb, 2005). Aphrophoridlerin çok sayıda doğal düşmanı vardır. Bunlardan Eulophidler, Myrmaridler ve Trichogrammatidler yumurtalarını, nematodlar, karıncalar, *Drosophila* larvaları ve *Salpingogaster nigra* Schiner, 1868 ise nimflerini parazitlerken, aphrophorid erginleri çoğunlukla Asilidae ve mantar entomopatojenleri tarafından yok edilir (Carvalho & Webb, 2005; Demirel & Hasbenli, 2021).

Çizelge 1. Tespit edilen Aphrophoridae taksonlarının zoocoğrafik alanlara dağılımı (Bartlett ve ark., 2018 ve Demirel & Dinç, 2021'den yararlanılarak) (Osean ve Neotropik zoocoğrafik bölgeleri çıkarılmıştır.)

Table 1. Distribution of detected Aphrophoridae taxa to zoogeographic areas (using Bartlett et al., 2018 and Demirel & Dinç, 2021) (Ocean and Neotropical zoogeographic regions have been omitted.)

Taksonlar	NEA		PAL		IND		AFR		AUS		Dünya Geneli	
	Cins	Tür	Cins	Tür	Cins	Tür	Cins	Tür	Cins	Tür	Cins	Tür
Cercopoidea	12	48	42	158	91	726	46	239	24	61	366	2,612
Aphrophoridae	5	8	17	51	11	24	9	35	11	28	157	925
Cercopidae	6	8	20	93	56	620	32	196	8	22	173	1,480
Clastopteridae	1	32	0	0	2	3	0	0	0	0	3	85
Epipygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Machaerotidae	0	0	5	14	22	79	5	8	5	11	30	118

Aphrophoridler tüm dünyaya yayılmış büyük bir tükürük böceği familyasıdır (Brambila & Hodges, 2008). Tropik bölgelerde daha fazla çeşitliliğe sahip olmakla birlikte neredeyse dünya çapında bulunurlar (Brambila & Hodges, 2008). Aphrophoridae familyası dünya genelinde 157 cins ve 925 türe sahiptir (Bartlett ve ark., 2018). Bu türlerin 59'u Holoarktik Bölge'de (NEA+PAL), 58'i Okyanusya'da (OCE), 35'i Afrotropikal'de (AFR), 28'i Australasia'da (AUS), 24'ü Indomalayan'da (IND) bulunmaktadır. Neotropikal'de (NEO) ise sadece 4 tür kayıtlıdır (Bartlett ve ark., 2018; Demirel & Dinç, 2021; Bourgoïn, 2024) (Çizelge 1).

Palaearktik Bölge'de 17 cinse ait 51 tür bilinmektedir (Bartlett ve ark., 2018; Demirel & Dinç, 2021) (Çizelge 1). Aphrophoridae ülkemizde ise 6 cins ve 15 tür ile temsil edilmektedir (Nast, 1972; Lodos & Kalkandelen, 1981; 1988; Önder ve ark., 2011; Demirel & Dinç, 2021).

Aphrophoridlerin teşhisi sadece kendi özellikleriyle değil, diğer familyaların anahtar özelliklerini taşıması ile de kolayca tanınırlar. Genellikle uzun yapılı scutellumlu, ön kanatları derimsi ve genellikle parlak renklere sahip değildir (Brambila & Hodges, 2008; Bartlett ve ark., 2018). Arka bacakları uzundur ve sıçramaya uyarlanmıştır, bu nedenle "kurbağa zıpzıpları" olarak bilinirler (Brambila & Hodges, 2008; Demirel & Hasbenli, 2021). Arka tibialarının dışında sabit bir veya iki ve ucunda da tek veya çift sıralı dikenlere sahiptirler (Brambila & Hodges, 2008). Gözlerin boyu, eninden fazladır. Aphrophoridler, Avrupa'ya özgü 4-6 mm'lik *Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758) ve neredeyse 30 mm'ye ulaşan Madagaskar'a özgü büyük *Ptyelus goudoti* (Bennett, 1833) gibi birbirine kıyasla oldukça farklı boylarda türler içerir (Bartlett ve ark., 2018). *P. spumarius*, Palaearktik'e özgü, erginleri en az 13 renk fenotipinden oluşan, dikkat çekici ve çarpıcı bir renk polimorfizmine sahip, bol ve yaygın bulunan bir türdür (Halkka & Halkka, 1990).

Aphrophoridae türleri genellikle Gymnosperm'ler, otsu dikotlar (Carvalho & Webb, 2005), Graminae'ler ve çalılıklarda beslenir (Lodos & Kalkandelen, 1981). Bununla birlikte, bu genellemenin pek çok istisnası vardır ve bazı türler olağanüstü geniş bir yelpazedeki konakçılardan beslenmektedir (Halkka & Halkka, 1990). Örneğin *P. spumarius*, Yeni Zelanda ve Kuzey Amerika'da olduğu gibi, en önemli aphrophorid zararlı türüdür ve muhtemelen diğer tüm fitofag böceklerden daha fazla kayıtlı konakçıya sahiptir (Halkka & Halkka, 1990). Öyle ki, en az 380 kayıtlı konakçısı bilinmektedir (Hamilton, 1982) ve bu türün yem bitkileri (mera), çilekler ve çok yıllık bitkiler için çok zararlı böceklerden biri olduğu bildirilmiştir (Quartau & Borges, 1998).

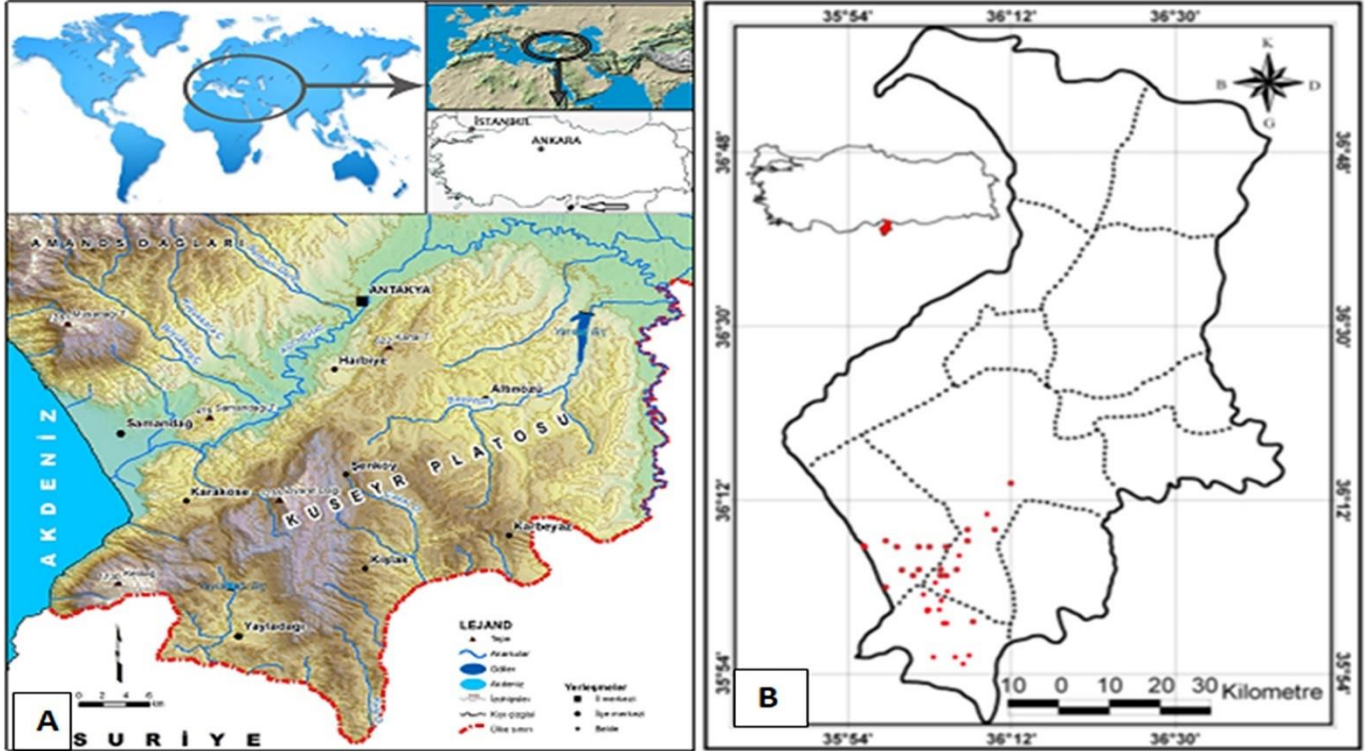
Aphrophoridler ile yakında ilgili olarak yerli ve yabancı araştırmacılar bu grubun ekolojisi, biyolojisi, zararı ve bölge faunaları üzerine çalışmalar yapmıştır (Lallemand, 1912; Haupt, 1919; 1922; Kramer, 1950; Emeljanov, 1964; Nast, 1972; 1979; 1982; 1987; Lodos & Kalkandelen, 1981; 1988; Ossiannilsson, 1981; Anufriev & Emeljanov, 1988; Drosopoulos, 2003; Holzinger ve ark., 2003; Demir, 2006a; 2008; Demir & Demirsoy, 2008; Albrecht ve ark., 2015; Mozaffarian & Wilson, 2015; Tanyeri & Zeybekoğlu, 2021).

Ülkemizde yapılan çalışmalar derlendiğinde Aphrophoridae familyasından toplam 15 türün tespit edildiği anlaşılmaktadır (Nast, 1972; Lodos & Kalkandelen, 1981; 1988; Önder ve ark., 2011; Demirel & Dinç, 2018; 2021). Bu çalışma için seçilen bölgenin de dâhil olduğu Hatay ilinden ise, *Mesoptylus impictifrons* (Horváth, 1911) ve *Neophilaenus campestris* (Fallén, 1805) olmak üzere 2 Aphrophoridae türünün tespit edilebildiği görülmektedir (Lodos & Kalkandelen, 1981; Önder ve ark., 2011).

Bu çalışmada, büyük çoğunluğu Hatay'ın Yayladağı İlçe sınırları içerisinde kalan, Orta ve Güney Kuseyr Platosu'ndaki Aphrophoridae faunası tespit etmek amacıyla bölgeden toplanan 293 aphrophorid örneği değerlendirilmiştir. Tespit edilen tüm taksanın önemli karakterleri gösterilecek şekilde fotoğraflanmış, bölgesel ve Palaearktik yayılış haritaları ile teşhis anahtarı oluşturulmuş ve türlerin bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerine değinilerek, bu türler ile ilgili zoocoğrafik yorumlarda bulunulmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Orta ve Güney Kuseyr Platosu'nun Aphrophoridae faunasını tespit etmek için 2015 yılının ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarını kapsayan toplam 26 günlük aktif arazi çalışması yapılmıştır. Bu süre içerisinde 70 lokalite ziyareti gerçekleştirilmiş, 50'sinden örnek alınmıştır (Şekil 1B). Örnekler, çalışma bölgesinin farklı habitat ve yüksekliklerindeki 31 ayrı lokaliteden, görerek elle, pensle ve atrapla süpürme yöntemleri kullanılarak toplanmıştır. Orta ve Güney Kuseyr Platosu; Hatay ilinin güneyinde, Yayladağı, Samandağ ve Defne ilçelerinin arasındaki bölgede yer alır (Şekil 1A). En yüksek noktası 1235 m olup, doğuda Yayladağı-Antakya karayolu, batıda Asi Nehri, kuzeyde Harbiye, güneyde ise Suriye sınırı ile çevrilidir (Hatay Tarım İl Müdürlüğü, 2004) (Şekil 1A).



Şekil 1. Çalışma alanı ve lokaliteler A) Kuseyr Platosu'nun coğrafik konumu (Gönençgil & Karataş, 2012) B) Aphrophoridae örneklerinin toplandığı lokaliteler

Figure 1. Work area and locations A) View of the Kuseyr Plateau on the map B) Localities where Aphrophoridae samples were collected

Arazi çalışması sırasında örneklere ait koordinat, yükseklik, tarih ve yer isimleri gibi her türlü lokasyon bilgileri ile diğer önemli bilgiler arazi defterine kaydedilmiş, bu bilgiler daha sonra yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere MANTIS veri tabanına aktarılarak tüm veriler bilgisayar ortamına taşınmıştır. Coğrafi konum belirleme sistemi olarak Garmin Monterra GPS (Global Positioning System) kullanılmıştır. Çalışma sırasında GPS'ten alınan ve literatür verileri "ArcView v3.3" programında işlenerek, tespit edilen türlerin çalışma alanına, Türkiye ve Palaeartik yayılışlarına ait haritalar oluşturulmuştur.

Toplanan örnekler %70'lik etil alkol içeren kavanozlarda öldürülüp laboratuvarında müze materyali haline getirilmiştir. Büyük örnekler böcek iğnesi ile iğnelenmiş, küçük örnekler ise üçgen kartonlu iğnelere yapıştırılarak morfolojik olarak incelenmeye hazır hale getirilmiştir. Her bir örneğe, lokasyon (konum) kod etiketi eklenmiştir. İğnelenmiş kuru örnekler Kramer (1950)'ye uygun olarak nemlendirilip genital kapsülleri ayrılarak stereo mikroskopta incelenmiştir. İncelemenin ardından teşhisleri tamamlanan örneklerin genital kapsülü, gliserinli beem

kapsülüne alınıp etiket takılarak, örnekle beraber Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji Araştırma Laboratuvarı'nda muhafaza edilmektedir.

Türkiye ve Palaeartik yayılış haritaları Nast (1972), Lodos ve Kalkandelen (1981; 1988) ve Önder ve ark. (2011)'deki güncel literatür bilgilerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Teşhis edilen türlere ait erginlerin fotoğrafları Nikon D750, erkek genitallerinin fotoğrafları ise Nikon SMZ745T model trinoküler stereo mikroskopla çekildikten sonra, GIMP (GNU Image Manipulation Programme) programı yardımıyla düzenlenmiştir.

Örneklerin teşhisinde ve çalışma bölgesinde tespit edilen türlerin teşhisi için oluşturulan anahtarda; Lallemand (1912), Haupt (1919, 1922), Emeljanov (1964), Anufriev ve Emeljanov (1988), Ossiannilsson (1981) ve Holzinger ve ark. (2003)'den faydalanılmıştır. Dış morfolojik incelemenin yeterli olmadığı durumlarda genital kapsül çıkartılarak çalışmanın sorumlu yazarı tarafından teşhisler tamamlanmıştır. Teşhis edilen türler, araştırma bulguları ve tartışma bölümünde alfabetik sıraya göre verilmiştir. Bu bölümde her bir tür için sırası ile türün adı, varsa sinonimleri, incelenen materyal, Palaeartik ve Türkiye yayılış bilgilerine yer verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma sonucunda elde edilen 168'i erkek, 125'i dişi 293 örneğin ayrıntılı olarak incelemesi sonucunda, Aphrophoridae familyasından 5 cinse ait 6 tür tespit edilmiştir. Bölgeden tespit edilen bu türlere ait teşhis anahtarı aşağıda verilmiştir.

Orta Kuseyr Platosunun Aphrophoridae tür teşhis anahtarı

1. Vücut tıknaz, boyu eninin en fazla iki katı, tegmina az çok küresel.....*Lepyronia coleoptrata*
– Vücut ince uzun, boyu eninin iki katından fazla, tegmina normal.....2
2. Frontal plakada 2 koyu kahverengi bant var.....*Mesoptylus impictifrons*
– Frontal plakada bant yok.....3
3. Frontal plakanın ve pronotumun ortası karinalı.....*Aphrophora alni*
– Frontal plakanın ve pronotumun ortası karinasız.....4
4. 7 mm'den büyük türlerdir.....*Philaenus signatus*
– 7 mm'den küçük türlerdir.....5
5. Tegminanın costal kenarları konvektir.....*Philaenus spumarius*
– Tegminanın costal kenarları paraleldir.....*Neophilaenus campestris*

Aphrophora alni (Fallén, 1805) (Şekil 2A; Şekil 8A)

Cicada cincta Thunberg, 1784

Cercopis alni Fallén, 1805

Aphrophora alni fuscata Haupt, 1925

Aphrophora alni umbrina Linnavuori, 1950

İncelenen materyal

4♂♂, 1♀

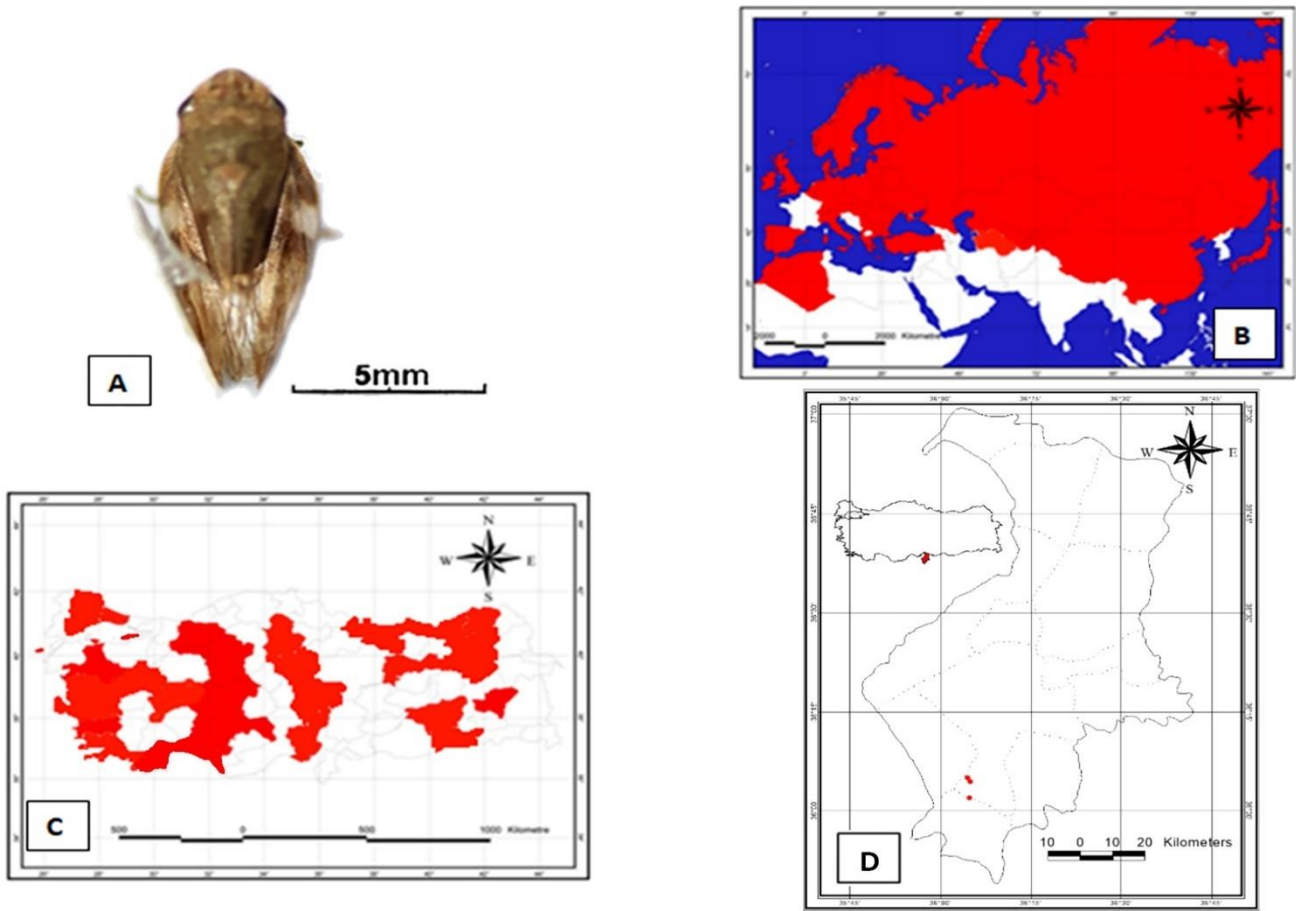
1♂, Hatay, Defne, Sinanlı-Dağdüzü Arası, Dağdüzü Girişi, 36°4'31"N, 36°5'2"E, 346 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay, 36°4'43"N, 36°4'54"E, 216 m, 10.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 1♀, Hatay, Yayladağı, Karacurun-Sürütme Yolu, 36°1'59"N, 36°4'59"E, 497 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL (Şekil 2D).

Palaeartik bölge yayılışı

Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belçika, Bulgaristan, Cezayir, Çek Cumhuriyeti, Çin (Mançurya, Sinkiang), Danimarka, Ermenistan, Estonya, Fas, Finlandiya, Galler, Gürcistan, İngiltere, İrlanda, İskoçya, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kazakistan, Letonya, Macaristan, Moğolistan, Moldova, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya (kuzey ve orta), Sibirya (orta ve batı), Slovakya, Türkiye (Anadolu), Türkmenistan, Ukrayna, Yugoslavya, Yunanistan (Nast, 1972) (Şekil 2B).

Türkiye yayılışı

Adana, Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bitlis, Bolu, Çanakkale, Çorum, Diyarbakır, Erzincan, Erzurum, Giresun, İstanbul, İzmir, Kayseri, Kırklareli, Konya, Kütahya, Manisa, Mardin, Muğla, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Trabzon, Yalova, Yozgat (Lodos & Kalkandelen, 1981; Demir, 2019a; 2019b; Demir & Ünver, 2019) (Şekil 2C).



Şekil 2. *Aphrophora alni*'nin habitusu ve yayılışı A) ♂ dorsal habitus B) Palaeartik C) Türkiye D) Çalışma alanı
Figure 2. Dorsal habitus and distribution of *Aphrophora alni* A) ♂ dorsal habitus B) Palaeartik C) Türkiye D) Study area

***Lepyronia coleoptrata* (Linnaeus, 1758) (Şekil 3A; Şekil 8B)**

Cicada coleoptrata Linnaeus, 1758

Cercopis unifasciata Fabricius, 1781

Cercopis angulata Fabricius, 1781

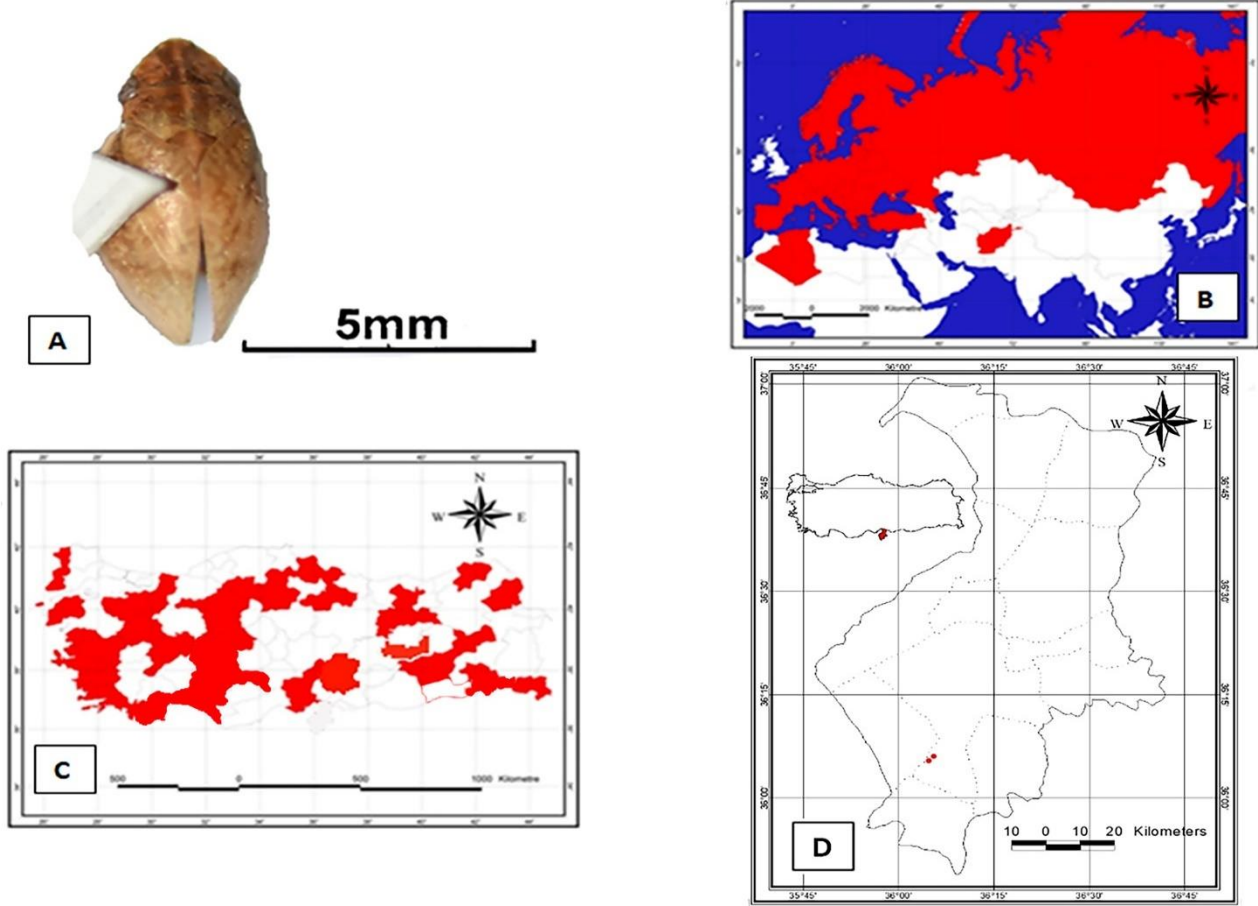
Lepyronia coleoptrata obscura Melichar, 1897

Lepyronia coleoptrata clara Lallemand, 1912

İncelenen materyal

1♂, 4♀♀,

1♂, 3♀♀, Hatay, Defne, Balıklıdere-Sinanlı Yolu, Soğuksu Mevkii, 36°6'6"N, 36°5'46"E, 45 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay, 36°5'27"N, 36°4'59"E, 88 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL (Şekil 3D).



Şekil 3. *Lepyrionia coleoprata*'nın habitusu ve yayılışı A) ♂ dorsal habitusu B) Palaearktik C) Türkiye D) Çalışma alanı

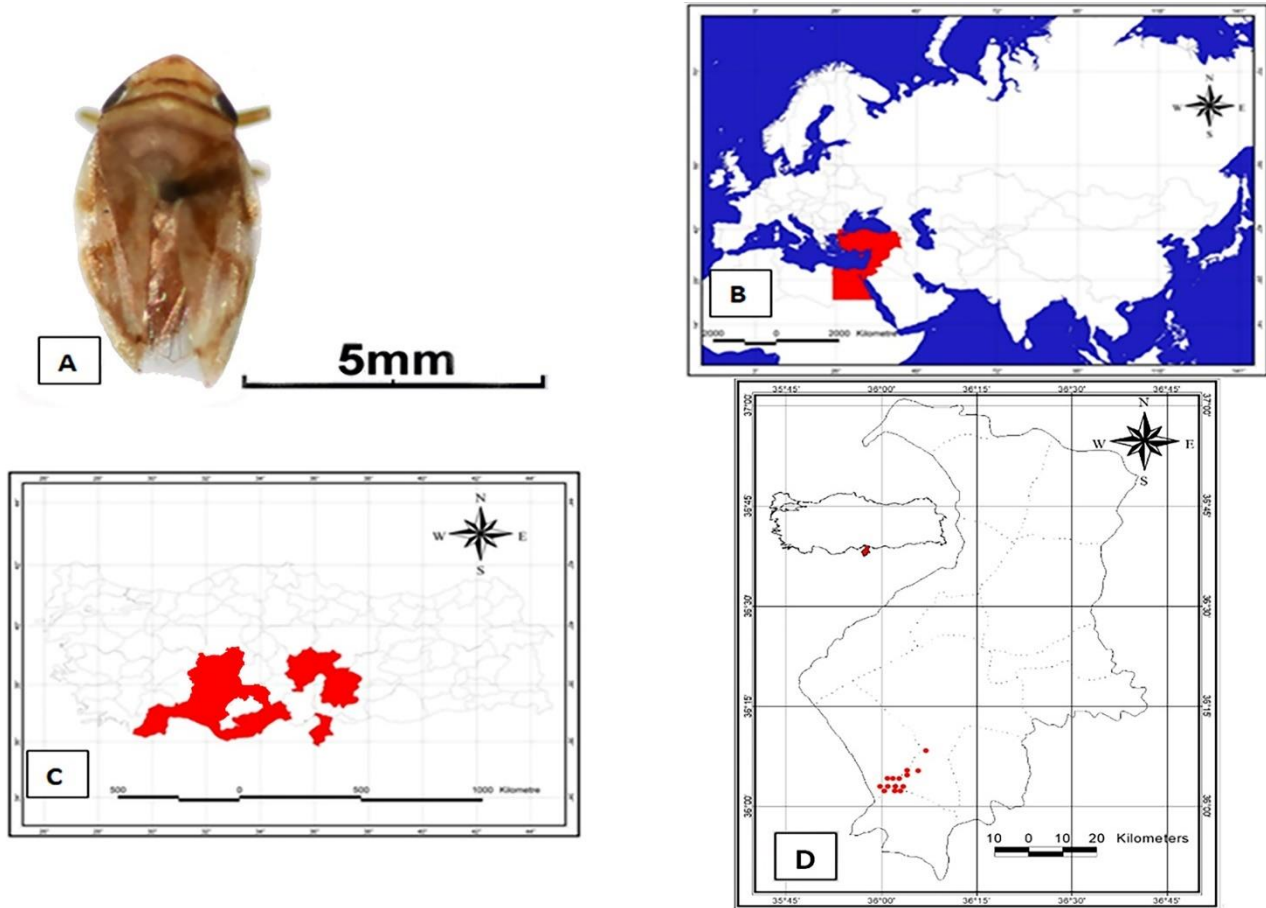
Figure 3. Dorsal habitus and distribution of *Lepyrionia coleoprata* A) ♂ dorsal habitus B) Palaearctic C) Türkiye D) Study area

Palaearktik bölge'deki yayılışı

Afganistan, Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belçika, Bulgaristan, Cezayir, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Ermenistan, Estonya, Finlandiya, Fransa, Gürcistan, Hollanda, Irak, İtalya, İspanya, İsveç, İsviçre, Kazakistan, Kırgızistan, Letonya, Macaristan, Moğolistan, Moldova, Norveç, Özbekistan, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya (kuzey, orta ve güney), Sibirya, Slovakya, Suriye, Tacikistan, Türkiye (Trakya ve Anadolu), Ukrayna, Yugoslavya, Yunanistan (Nast, 1972; 1987) (Şekil 3B).

Türkiye'deki yayılışı

Adana, Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Diyarbakır, Edirne, Elâzığ, Erzincan, Gümüşhane, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Konya, Kütahya, Manisa, Muğla, Muş, Sakarya, Samsun, Siirt, Şırnak, Tokat (Fahringler, 1922; Dlabola, 1957; Lodos & Kalkandelen, 1981; Nast, 1987; Kartal ve ark., 1994; Demir, 2004; 2006b; 2007; 2019a; Önder ve ark., 2011; Özgen ve ark., 2018) (Şekil 3C).

Mesoptylus impictifrons (Horváth, 1911) (Şekil 4A; Şekil 8C)*Philaenus impictifrons* Horváth, 1911*Philaenus impictifrons arcifer* Horváth, 1911*Philaenus impictifrons seminiger* Horváth, 1911*Philaenus impictifrons quinquemaculatus* Horváth, 1911*Philaenus impictifrons vestitus* Horváth, 1911*Philaenus impictifrons obscurus* Lindberg, 1923

Şekil 4. *Mesoptylus impictifrons*'un habitusu ve yayılışı A) ♂ dorsal habitusu B) Palaearctic C) Türkiye D) Çalışma alanı

Figure 4. Dorsal habitus and distribution of *Mesoptylus impictifrons* A) ♂ dorsal habitus B) Palaearctic C) Türkiye D) Study area

İncelenen materyal

112♂♂, 93♀♀

2♂♂, 1♀, Hatay Defne (Antakya), Döver, Piknik Alanı, 36°12'39"N, 36°14'4"E, 279 m, 17.iv.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 4♀♀, Hatay Defne, Balıkdere, Sinanlı, 36°10'12"N, 36°9'6"E, 35 m, 17.iv.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Defne, Sinanlı, Dağdüzü, 36°7'52"N, 36°8'36"E, 346 m, 17.iv.2014 H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 18♂♂, 12♀♀, Hatay Defne, Döver, Harbiye Yolu, 36°7'47"N, 36°8'30"E, 236 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 5♂♂, 3♀♀, Hatay Defne, Sinanlı-Dağdüzü Yolu, Dağdüzü Girişi, 36°4'30"N, 36°5'3"E, 336 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 3♂♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Dağdüzü-Karacurun Arası, 36°2'32"N, 36°5'37"E, 686 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 7♂♂, 5♀♀, Hatay Yayladağı, Sürütme-Sungur Yolu, 36°3'52"N, 36°5'44"E, 788 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL;

7♂♂, 5♀♀, Hatay Yayladağı, Kışlak Yolu, 3. Km, 35°58'37"N, 36°8'29"E, 801 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı, Hırbi Yayla, Türbinler Mevkii, 36°3'8"N, 36°7'48"E, 825 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 6♂♂, 2♀♀, Hatay Defne-Döver Yolu, 36°7'16"N, 36°8'46"E, 459 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 4♂♂, Hatay Defne, Sinanlı-Dağdüzü Arası, Dağdüzü Girişi, 36°4'31"N, 36°5'2"E, 346 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 3♂♂, 2♀♀, Hatay, 36°0'50"N, 36°5'44"E, 1028 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 3♀♀, Hatay Yayladağı, Köken, 36°0'N, 36°5'11"E, 770 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, Hatay Yayladağı, Hisarcık Göleti, 35°56'44"N, 36° 21"E, 633 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı, Hırbi Yayla, Rüzgar Gülleri Mevkii, 36°2'41"N, 36°7'31"E, 762 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay Defne, Harbiye-Döver Yolu, 36°7'27"N, 36°8'38"E, 330 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Sinanlı, Dağdüzü Girişi, 36°4'43"N, 36°4'54"E, 216 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı, Yosunkaya Köyü, 36°4'24"N, 36°5'25"E, 320 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Esenyayla, Hırbi, Ziyaret Dağı Türbinleri, 36°2'36"N, 36°7'0"E, 685 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı, Yukarıokçular Köyü, 36°5'27"N, 36°7'50"E, 614 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, Hatay Yayladağı Yolu, Sofular Yol Ayrımı, 36°7'17"N, 36°9'56"E, 442 m, 10.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 4♀♀, Hatay Defne, Harbiye, Döver Yolu, 36°7'41"N, 36°8'59"E, 314 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay Defne, Balıklıdere-Sinanlı Yolu, Soğuksu Mevkii, 36°6'6"N, 36°5'46"E, 45 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı, Karacurun, Sürütme Yol Ayrımı 36°2'22"N, 36°5'25"E, 682 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 7♂♂, 4♀♀, Hatay Yayladağı, Sürütme-Köken Arası, 36°0'42"N, 36°5'53"E, 652 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı-Ayıışığı Yolu, 35°59'47"N, 36°7'51"E, 907 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 5♂♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı, Rüzgar Türbinleri, 36°2'59"N, 36°7'10"E, 1011 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay, 36°8'59"N, 35°59'45"E, 286 m, 31.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 6♂♂, 6♀♀, Hatay, 36°5'27"N, 36°6'59"E, 363 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı, Dağdüzü-Karacurun Arası, Sürütme Yol Ayrımı, 36°2'23"N, 36°5'25"E, 715 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Karacurun-Sürütme Yolu 36°1'59"N, 36°4'59"E, 497 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 2♂♂, Hatay Yayladağı, Yosunkaya Mevkii, 35°58'59"N, 36°3'59"E, 720 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 3♂♂, 3♀♀, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı Türbinleri, 36°3'9"N, 36°7'59"E, 913 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 4♂♂, 5♀♀, Hatay, 36°7'38"N, 36°8'59"E, 316 m, 28.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay, 36°5'27"N, 36°4'59"E, 101 m, 28.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 3♂♂, 3♀♀, Hatay Yayladağı, Şenköy, Hırbi Yaylası, Esen Yayla, 36°3'9"N, 36°7'59"E, 897 m, 28.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay, 36°7'40"N, 36°8'59"E, 363 m, 4.ix.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay, 36°3'9"N, 36°7'59"E, 914 m, 4.ix.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay Defne, Sinanlı-Dağdüzü Arası, Sol Yokuş, 36°4'44"N, 36°4'54"E, 211 m, 18.x.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL (Şekil 4D).

Palaeartik bölge'deki yayılışı

İsrail, Lübnan, Mısır, Suriye, Türkiye (Anadolu), Ürdün (Nast, 1972) (Şekil 4B).

Türkiye'deki yayılışı

Antalya, Hatay, Kahramanmaraş, Kayseri, Konya, Mersin (Fahringer, 1922; Linnavuori, 1965; Lodos & Kalkandelen, 1981; Demir, 2008; 2019a; Önder ve ark., 2011) (Şekil 4C).

***Neophilaenus campestris* (Fallén, 1805) (Şekil 5A; Şekil 8D)**

Cercopis campestris Fallén, 1805

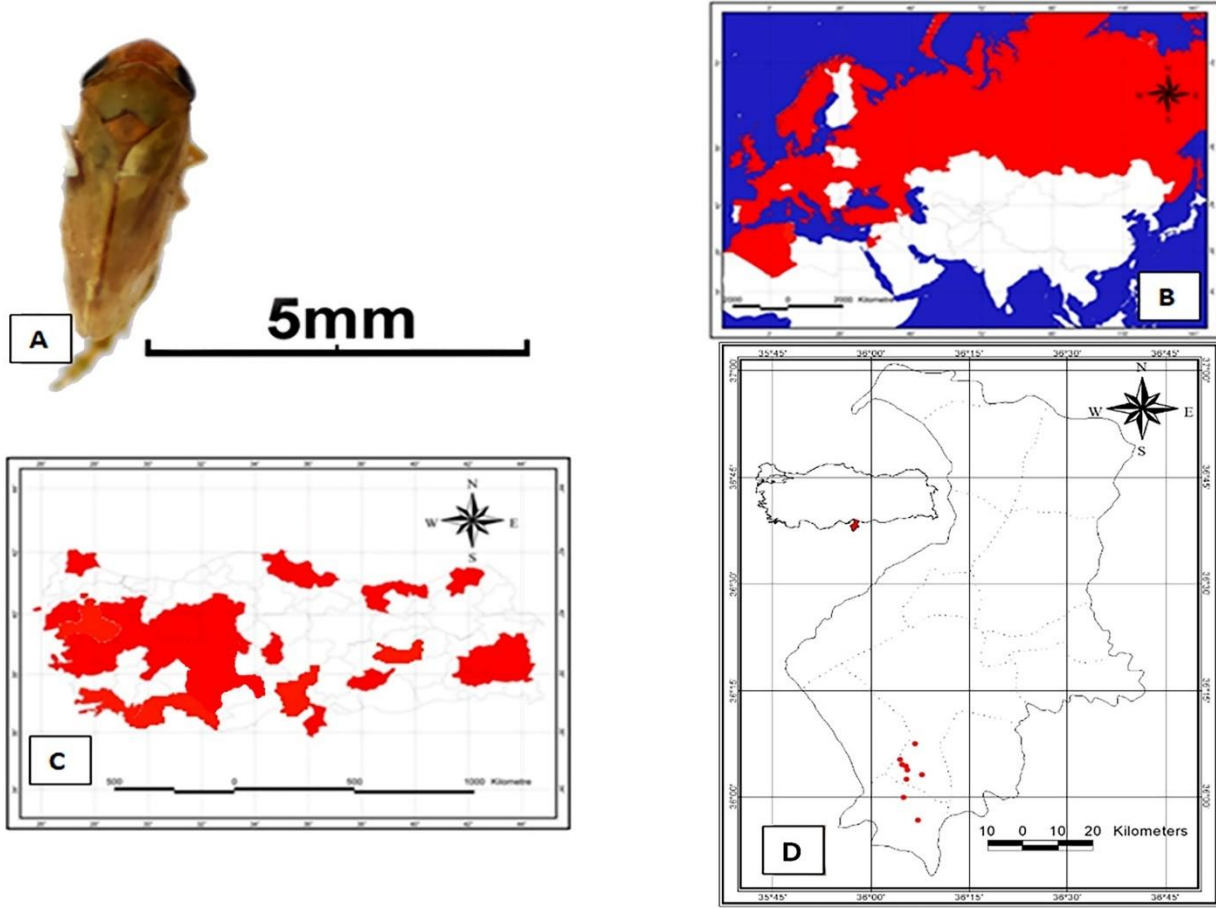
Aphrophora parvula Vismara, 1877

Philaenus campestris fasciatus Ferrari, 1882

Philaenus campestris obsoletus Ferrari, 1882

Ptyelus campestris bimaculata Rey, 1894

Ptyelus campestris brunnifrons Rey, 1894



Şekil 5. *Neophilaenus campestris*'in habitusu ve yayılışı A) ♂ dorsal habitusu B) Palaearktik C) Türkiye D) Çalışma alanı

Figure 5. Dorsal habitus and distribution of *Neophilaenus campestris* A) ♂ dorsal habitus B) Palaearctic C) Türkiye D) Study area

İncelenen materyal

17♂♂, 8♀♀

2♂♂, 2♀♀, Hatay Defne, Döver, Bahçeköy (Aşağı Döver), 36°7'36"N, 36°6'55"E, 73 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay Defne, Sinanlı-Dağdüzü Arası, Sinanlı Çıkışı, 36°5'17"N, 36°4'41"E, 111 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay Defne, Sinanlı-Dağdüzü Yolu, Dağdüzü Girişi, 36°4'30"N, 36°5'3"E, 336 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı, Dağdüzü-Karacurun Arası, 36°2'32"N, 36°5'37"E, 686 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı, Sürütme-Sungur Yolu, 36°3'52"N, 36°5'44"E, 788 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 11♂♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Köken, 36°0'N, 36°5'11"E, 770 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay Yayladağı, Hisarcık Göleti, 35°56'44"N, 36°7'21"E, 633 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı, Yosunkaya Köyü, 36°4'24"N, 36°5'25"E, 320 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay, 36°3'9"N, 36°7'59"E, 914 m, 4.ix.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL (Şekil 5D).

Palaeartik bölge'deki yayılışı

Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belçika, Cezayir, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Fas, Fransa, Gürcistan, Irak, İngiltere, İran, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, Kıbrıs, Letonya, Hollanda, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya (güney), Slovakya, Tunus, Türkiye (Anadolu), Ukrayna, Ürdün, Yugoslavya, Yunanistan (Nast, 1972; Mozaffarian & Wilson, 2015) (Şekil 5B).

Türkiye'deki yayılışı

Adana, Adıyaman, Afyonkarahisar, Ankara, Antalya, Artvin, Balıkesir, Bitlis, Bursa, Çanakkale, Elâzığ, Eskişehir, Giresun, Hatay, İstanbul, İzmir, Kırklareli, Konya, Kütahya, Manisa, Muğla, Nevşehir, Samsun, Siirt, Sinop, Trabzon, Van (Linnavuori, 1965; Lodos & Kalkandelen, 1981; Demir, 2006a; 2006b; 2007; 2019a; Özgen ve ark., 2018; Demir & Ünver, 2019) (Şekil 5C).

Philaenus signatus Melichar, 1896 (Şekil 6A; Şekil 8E)

Sinonimi yoktur.

İncelenen materyal

9♂♂, 15♀♀

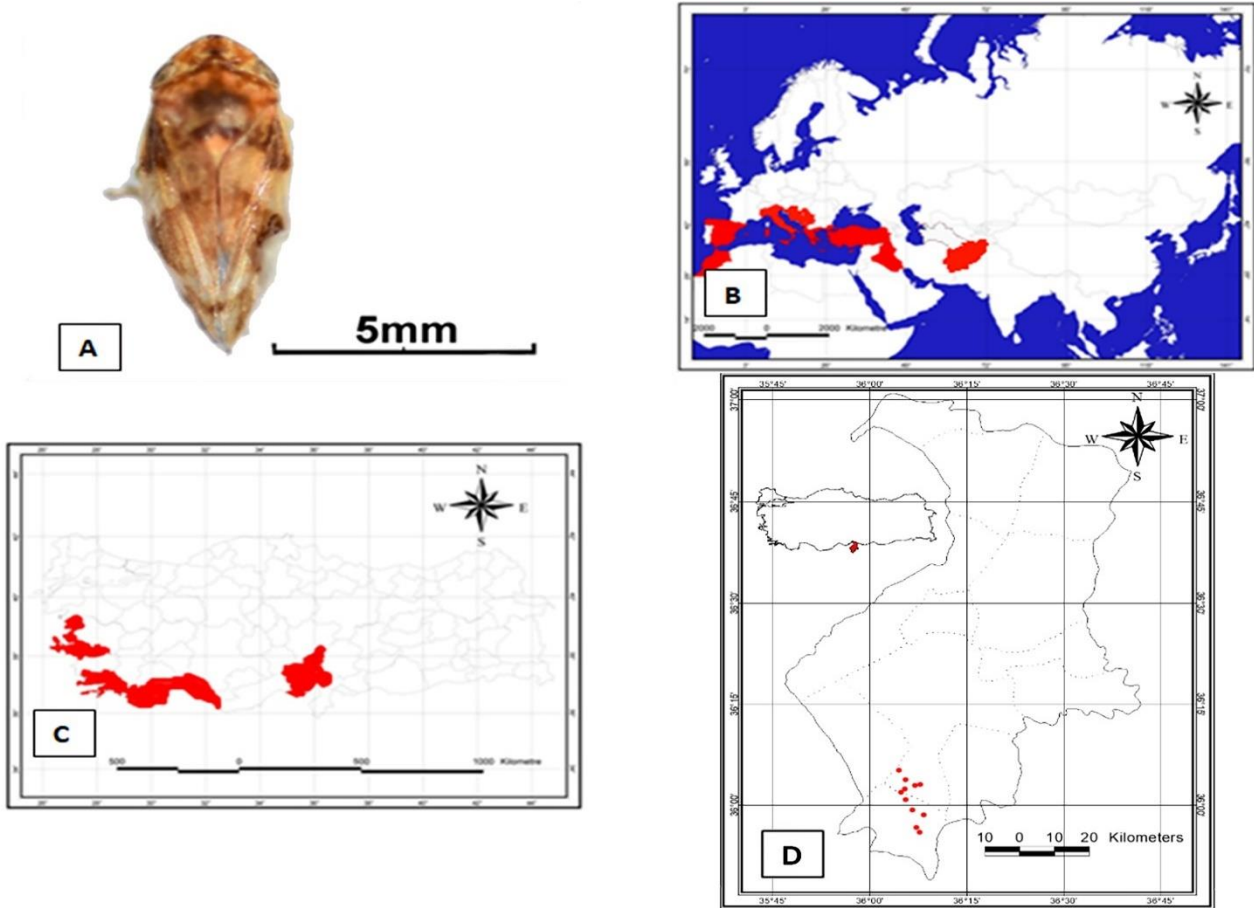
2♀♀, Hatay Yayladağı, Dağdüzü-Karacurun Arası, 36°2'32"N, 36°5'37"E, 686 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 4♀♀, Hatay Yayladağı, Sürütme-Sungur Yolu, 36°3'52"N, 36°5'44"E, 788 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Kışlak Yolu, 3. Km, 35°58'37"N, 36°8'29"E, 801 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 3♂♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı, Hırbi Yayla, Türbinler Mevkii, 36°3'8"N, 36°7'48"E, 825 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay, 36°0'50"N, 36°5'44"E, 1028 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 1♀, Hatay Yayladağı, Hisarcık Göleti, 35°56'44"N, 36°7'21"E, 633 m, 5.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay, 36°5'16"N, 36°4'41"E, 92 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı, Antakya-Yayladağı Yolu, Şakşak Girişi 1. Km, 35°59'17"N, 36°6'44"E, 952 m, 19.vi.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, 2♀♀, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı, Rüzgar Türbinleri, 36°2'59"N, 36°7'10"E, 1011 m, 24.vii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay Yayladağı, Dağdüzü-Karacurun Arası, Sürütme Yol Ayrımı, 36°2'23"N, 36°5'25"E, 715 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay Yayladağı, Karacurun-Sürütme Yolu, 36°1'59"N, 36°4'59"E, 497 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı-Görentaş Yolu, 35°55'59"N, 36°7'51"E, 799 m, 14.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♀, Hatay Yayladağı, Şenköy, Hırbi Yaylası, Esen Yayla, 36°3'9"N, 36°7'59"E, 897 m, 28.viii.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL (Şekil 6D).

Palaeartik bölge'deki yayılışı

Afganistan, Arnavutluk, Fas, Irak, İspanya, İtalya, Kıbrıs, Türkiye (Anadolu), Yugoslavya, Yunanistan (Nast, 1972) (Şekil 6B).

Türkiye'deki yayılışı

Adana, Antalya, İzmir, Muğla, Osmaniye (Dlabola, 1957; 1971; Lodos & Kalkandelen, 1981; Demir, 2008) (Şekil 6C).



Şekil 6. *Philaenus signatus*'un habitusu ve yayılışı A) ♂ dorsal habitusu B) Palaearktik C) Türkiye D) Çalışma alanı
 Figure 6. Dorsal habitus and distribution of *Philaenus signatus* A) ♂ dorsal habitus B) Palaearctic C) Türkiye D) Study area

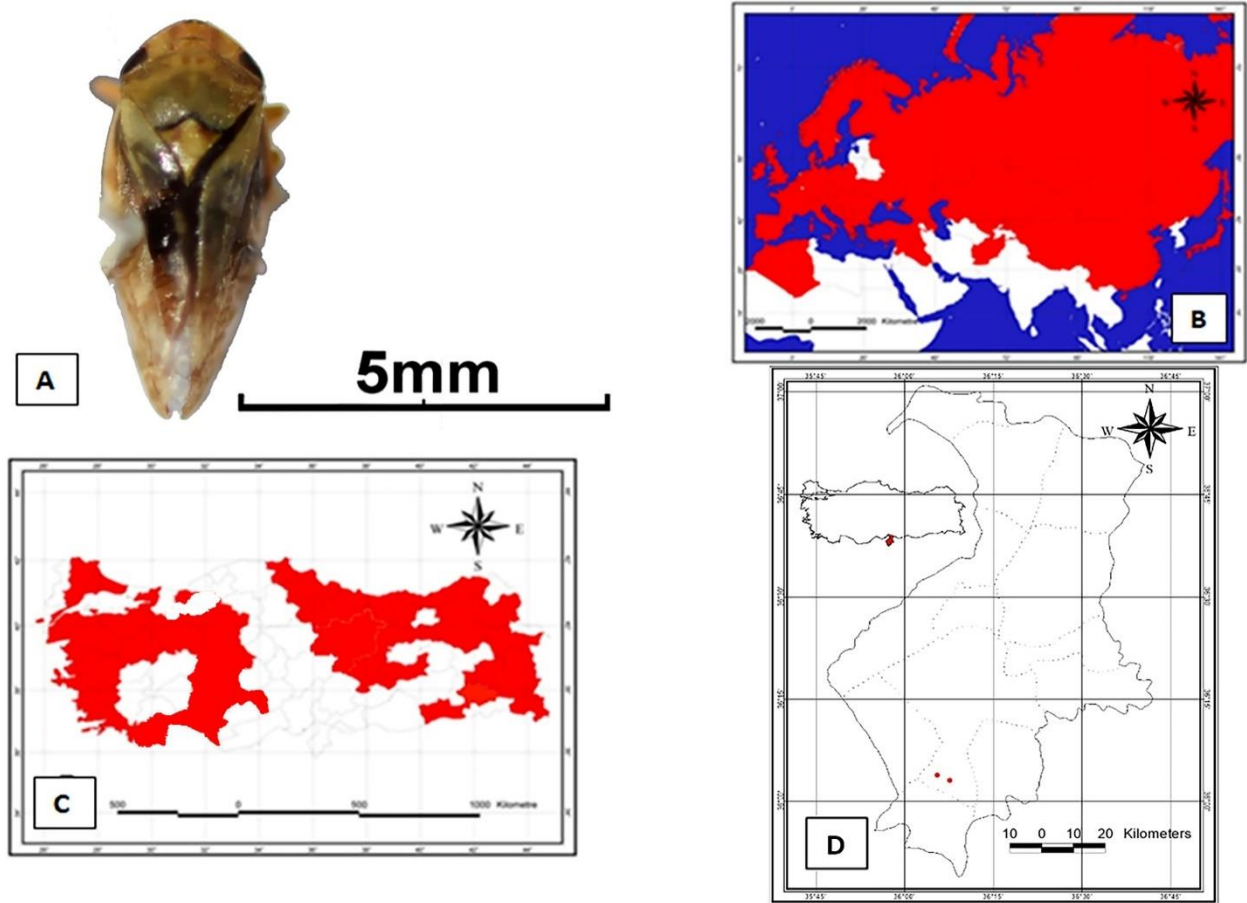
***Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758)** (Şekil 7A; Şekil 8F)

Bu türün çok sayıda (50'den fazla) sinonimi olduğundan bu sinonimlerine burada yer verilmemiştir.

İncelenen materyal

9♂♂

8♂♂, Hatay Yayladağı, Sürütme-Sungur Yolu, 36°3'52"N, 36°5'44"E, 788 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL; 1♂, Hatay Yayladağı, Ziyaret Dağı, Hırbi Yayla, Türbinler Mevkii, 36°3'8"N, 36°7'48"E, 825 m, 15.v.2015, H. DİNÇ ve E. DEMİREL (Şekil 7D).



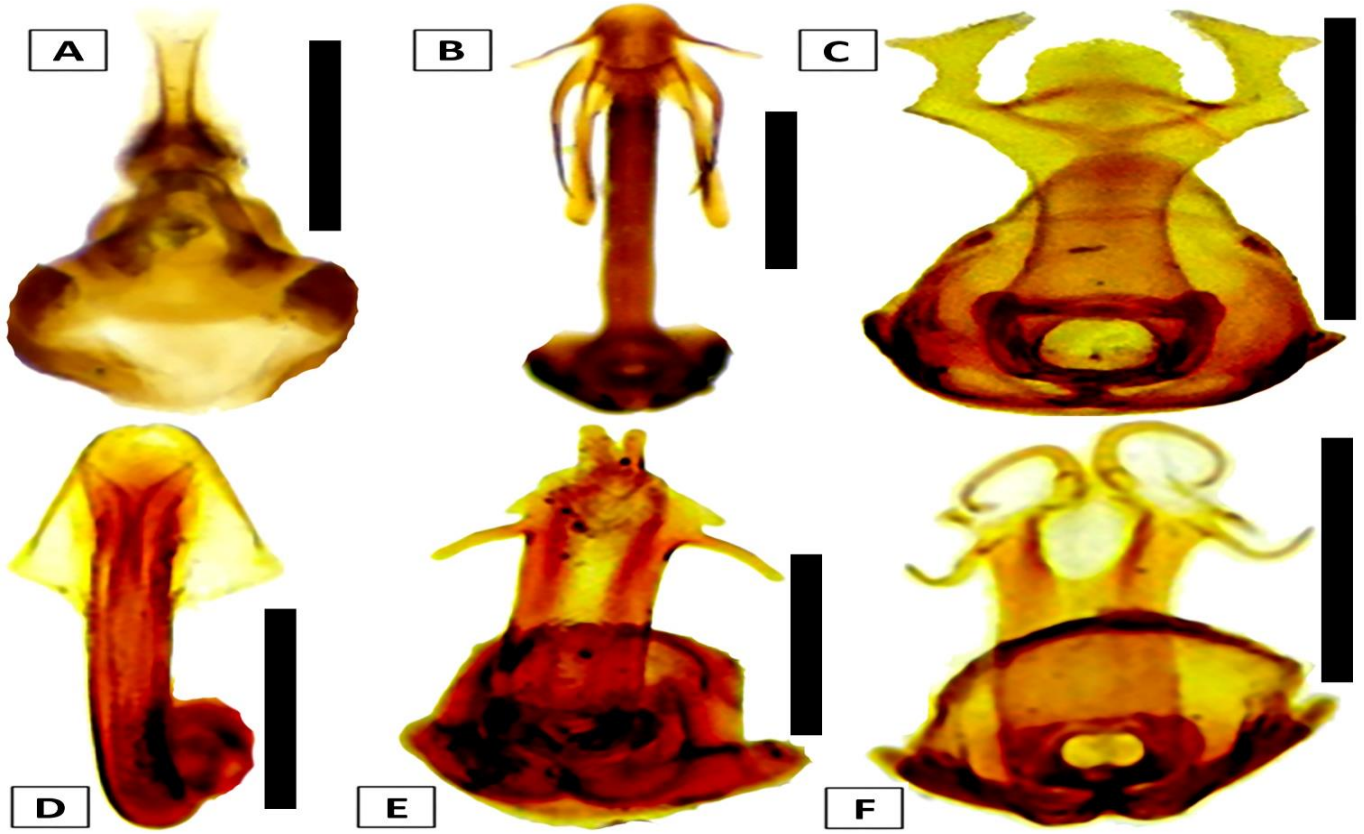
Şekil 7. *Philaenus spumarius*'un habitusu ve yayılışı A) ♂ dorsal habitusu B) Palaearctic C) Türkiye D) Çalışma alanı
 Figure 7. Dorsal habitus and distribution of *Philaenus spumarius* A) ♂ dorsal habitus B) Palaearctic C) Türkiye D) Study area

Palaearctic bölge'deki yayılışı

Afganistan, Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Azor Adaları, Belçika, Bulgaristan, Cezayir, Çin (Kansu), Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Ermenistan, Estonya, Fas, Finlandiya, Fransa, Galler, Gürcistan, Hollanda, Irak, İngiltere, İrlanda, İskoçya, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kazakistan Kıbrıs, Kırgızistan, Macaristan, Moğolistan, Moldova, Norveç, Özbekistan, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya (kuzey, orta ve güney), Sibirya (doğu, orta ve batı), Slovakya, Suriye, Türkiye (Anadolu), Ukrayna, Yugoslavya, Yunanistan (Nast, 1972) (Şekil 7B).

Türkiye'deki yayılışı

Ağrı, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bilecik, Bitlis, Bursa, Çanakkale, Düzce, Elâziğ, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Hakkâri, Iğdır, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırklareli, Kocaeli, Konya, Kütahya, Malatya, Manisa, Mardin, Muğla, Ordu, Rize, Samsun, Sapanca Gölü, Siirt, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Trabzon, Tokat, Van (Fahringer, 1922; Dlabola, 1957; 1981; Linnavuori, 1965; Lodos & Kalkandelen, 1981; Kartal ve ark., 1994; Demir, 2004; 2006a; 2006b; 2007; 2008; 2019a) (Şekil 7C).



Şekil 8. Teşhisli edilen türlerin aedeaguslarının ventral görünümü A) *Aphrophora alni* B) *Lepyronia coleoptrata* C) *Mesoptelyus impictifrons* D) *Neophilaenus campestris*. E) *Philaenus signatus* F) *P. spumarius*. Ölçekler: 500 μm
 Figure 8. Ventral view of the aedeagus of the identified species A) *Aphrophora alni* B) *Lepyronia coleoptrata* C) *Mesoptelyus impictifrons* D) *Neophilaenus campestris*. E) *Philaenus signatus* F) *P. spumarius*. Scales: 500 μm

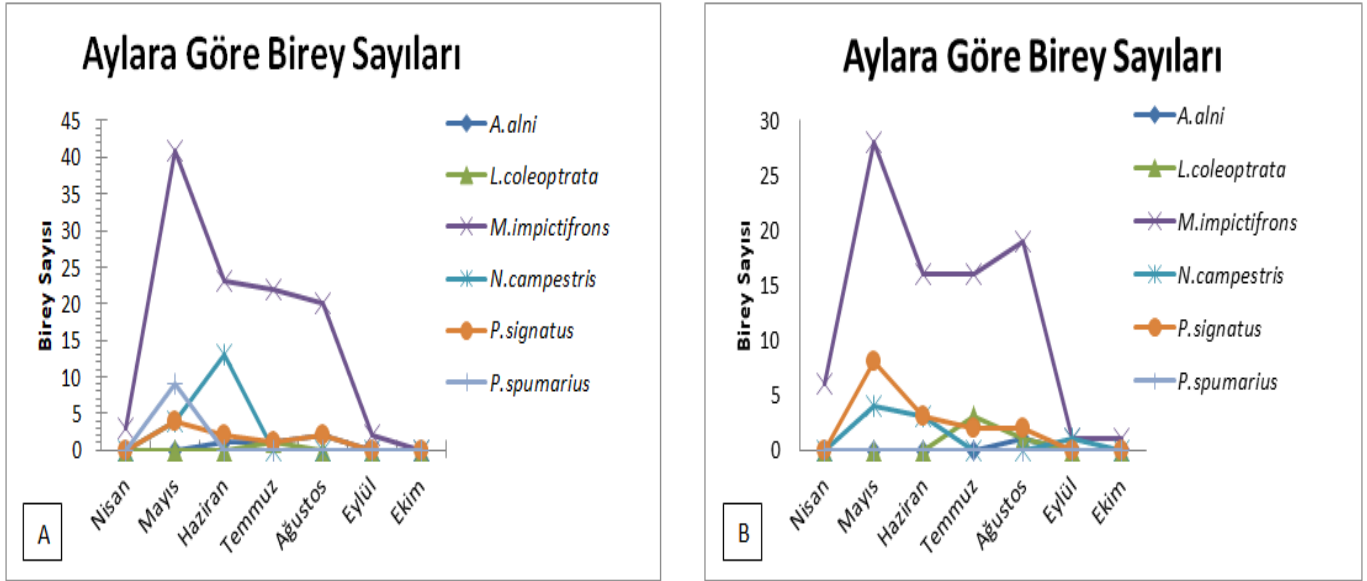
Sonuç olarak; bu çalışmada 31 farklı lokasyondan toplanan 168'i erkek, 125'si dişi olmak üzere toplam 293 örneğin değerlendirilmesi sonucu; *Aphrophora alni*, *Lepyronia coleoptrata*, *Mesoptelyus impictifrons*, *Neophilaenus campestris*, *Philaenus signatus* ve *P. spumarius* olmak üzere 5 cinsten 6 Aphrophoridae türü belirlenmiştir.

Tespit edilen taksonlardan *A. alni*, *L. coleoptrata*, *P. signatus* ve *P. spumarius* türleri Hatay ili için ilk kez bu çalışma ile rapor edilmiştir.

Türkiye'nin değişen il yapısı nedeniyle *Lepyronia coleoptrata*'nın yayılış bilgisinden geçerliliğini artık yitiren Mardin kaydı çıkarılmış ve bu kayıt şırnak olarak güncellenmiştir.

Mesoptelyus impictifrons ve *Neophilaenus campestris* türleri çalışma alanımızdan ilk kez Linnavuori (1965) tarafından rapor edilmiştir. Günümüzden 59 yıl sonra yapılan bu çalışma ile *M. impictifrons* ve *N. campestris* ikinci kez kaydedilerek bu türlerin bölgede halen varlıklarını sürdürdükleri teyit edilmiştir.

Aphrophoridae familyası ait türlerin çalışma alanındaki mevsimsel aktivitesinin genel olarak nisan ayında başlayıp mayıs ayının başında yükselerek, ekim ayının sonuna kadar sürdürdüğü görülmektedir (Şekil 9). Türlerle ait örnekler çoğunlukla kuru habitatlarda, maki ve çayırıklar ile bazı odunsu bitkilerin yapraklarında rastlanılmıştır. *Aphrophora alni* ve *Philaenus spumarius* çok geniş bir konakçı yelpazesine sahipken, familyanın diğer üyelerinin genellikle *Medicago* sp. (yonca) *Populus* sp. (kavak) ve *Salix* sp. (söğüt) gibi yaygın bitkilerden elde edildiği de bildirilmektedir (Lodos & Kalkandelen, 1981).



Şekil 9. Türlerin populasyon yoğunluklarının aylara göre dağılımı A) Erkek bireylerin dağılımı (♂♂) B) Dişi bireylerin dağılımı (♀♀)

Figure 9. Distribution of population densities of species by months A) Distribution of males (♂♂) B) Distribution of females (♀♀)

Tespit edilen türlerin mevsimsel fenolojileri değerlendirildiğinde erkeklerde sırasıyla *M. impictifrons*, *P. signatus* ve *P. spumarius* dişilerde ise *M. impictifrons*, *P. signatus* ve *N. campestris*'in çalışma alanında en erken ortaya çıkan türler olduğu ve bu verilere dayanarak bu türlerin iklimsel toleranslarının diğer türlere göre görece daha yüksek olduğu söylenebilir. Özellikle birey sayısındaki değişimin en net izlenebildiği *M. impictifrons* erkek ve dişi bireylerinin temmuz-ağustos aylarında daha yüksek rakımlardan alınması, yine de belirli bir sıcaklık bağıllığının var olduğunu göstermektedir. *N. campestris* erkekleri, mayısta pik yapan dişilerinin aksine haziran ayında en yüksek birey sayısına ulaşmıştır. *L. coleoprata*'nın erkek ve dişi örneklerinin genelde temmuz ayında toplanması bir fikir verse de birey sayılarının azlığı genel geçer bir fikir sahibi olmayı zorlaştırmaktadır. Çalışma sırasında *P. spumarius*'un dişi bireyleri toplanmadığından bu türün fenolojisi ile ilgili yorum yapabilecek yeterli veri bulunmamakla birlikte örnekler mayısın başından eylül başlarına kadar toplanmış olup, türün en yüksek populasyon yoğunluğuna temmuz ayında ulaştığı görülmektedir (Şekil 9).

Orta ve Güney Kuseyr Platosu, Türkiye açısından değerlendirildiğinde Levantin alt zoocoğrafik bölgesinde bulunmaktadır (Emeljanov, 1974; Demirel & Erbey, 2022). Çalışma alanından daha önce verilen *N. campestris* ile ilk kayıtları bu çalışma ile ortaya konan *A. alni*, *L. coleoprata* ve *P. spumarius* türleri Türkiye'nin tüm zoocoğrafik bölgelerinde bulunmaları nedeniyle geniş yayılışlı türler olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2C, 3C, 5C, 7C).

Mesoptelyelus impictifrons'un ülkemizdeki genel yayılış Levantin ve Ankarın zoocoğrafik alanları ile sınırlıdır (Şekil 4C). Bu türün çalışma bölgesine adaptasyonu %75'le görünür bir oranda diğer türlerden fazladır. *M. impictifrons*'u sırasıyla *Neophilaenus campestris* ve *Philaenus signatus* türleri takip etmektedir (Şekil 9).

Eldeki veriler derlendiğinde *P. signatus* türünün Türkiye'nin sadece Egean ve Levantin Bölgelerinde yayılış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile türün yayılış Levantin Bölgesi'nin doğusuna doğru genişletilmiştir (Şekil 6C).

P. spumarius türünün tüm Palaearktik Bölgede geniş bir yayılış alanına sahip olmasına rağmen bu çalışmaya kadar Antalya hariç Türkiye'nin Levantin Bölgesinde yayılış gösterdiğine dair başka bir bilgiye rastlanmamıştır (Şekil 7C). Yapılan çalışmalar *P. spumarius*'un, *P. signatus* ve diğer Cercopoidea örneklerinde olduğu gibi renk ve desen çeşitliliği anlamında polimorfizm gösterdiğini ortaya çıkartmaktadır (Tanyeri ve Zeybekoğlu, 2018; 2019; Demirel,

2022; Tanyeri ve ark., 2023). Bu türlere ait bölgeden toplanan örneklerde de durumun benzer olduğu görülmektedir. Bu durum bu türlerin sıklıkla yanlış teşhis edilmelerine neden olmaktadır. Öyle ki, Kartal ve ark. (1994)'te *P. leucophthalma* (Linnaeus, 1758) olarak Eskişehir'den kaydı verilen türün, *P. spumarius*'un sinonimi ya da alt türü olabileceği yönünde görüşler bulunmaktadır. *P. spumarius*'un il ismi belirtilmeden Sapanca Gölü'nden kaydı verilmiştir (Dlabola, 1981). Sapanca Gölü'nün büyük bir bölümü Sakarya il sınırları içerisinde yer almasına rağmen kesin kanıt olmadığı için türün Türkiye yayılışı verilirken bu kayıt aslına uygun şekilde bırakılmıştır. Her ne kadar türün muhtemel yayılış alanı içerisinde yer alsa da polimorfik bir tür olması ve teşhisin teyit edilmesi gerektiği düşünüldüğünden, *P. spumarius*'un Bartın kaydına (Toper Kaygın & Ekici, 2017) bu çalışmada yer verilmemiştir. *P. spumarius* tarım alanı, ormanlık, makilik ve çayırılık alanlarda yaşayan, ekonomik öneme haiz ve aşırı polifagus bir türdür. Bu türün örnekleri başta Graminae olmak üzere çeşitli konak bitkilerden elde edilmiştir. Fahringer (1922) bu türü *Melilothus* sp. (taş yoncası)'nda, Bodenheimer (1958) özellikle *Robinia* sp. (yalancı akasya) ve genç *Pinus* sp. (çam)'da, Ural ve ark. (1973) *Corylus* sp. (fındık)'da, Kovancı ve ark. (2003) çilekde ve Çetin ve ark. (2006) *Rubus fruticosus* (böğürtlen)'de zararlı olarak kaydetmiştir. Aynı zamanda Batı Anadolu'da *Pimpinella* sp. (anason), *Daucus* sp. (havuç) ve *Apium* sp. (kereviz) zararlısı olarak bilinmektedir (Lodos & Kalkandelen, 1981). Gölge, nemli ortamlarda. Çoğunlukla şeytan tükürüğü içinde bulunmaktadır. Şeytan tükürüğü çalışmamız sırasında Hatay, Defne Sinanlı ve Dağdüzü bölgelerinde tespit edilmiştir. Ishihara (1969)'a göre, Aphrophoridae familyasındaki en yıkıcı türdür. Nimfleri genç dallarla beslenerek filizlerin zayıflamasına ve verimin düşmesine sebep olur. Özellikle Graminae'de, bozkırlarda nisan ve mayıs aylarında yağmur yağmazsa, nimflerin tükürüğündeki toksik maddeler bitkide işlev bozukluklarına yol açar. Ayrıca başta *P. spumarius* olmak üzere aphrophoridler çeşitli bitki hastalıklarına neden olan Pierces, Lucerne cüce ve Şeftali sarısı virüslerinin (Ishihara, 1969); stolbur (domates ve asma/bağ) (Nogay ve ark., 1988; Mitrović ve ark., 2015), bois noir (asma/bağ) (Cvrković ve ark., 2011) ve aster yellows (havuç) (Randa Zelyüt ve ark., 2023) fitoplazmalarının ve özellikle zeytinde (*P. spumarius*) büyük ölçüde zarara neden olan *Xylella fastidiosa* bakterisinin (Kaçar ve ark., 2017; Demir & Ünver, 2019; Bodino ve ark., 2020; Picciotti ve ark., 2021) önemli birer vektörleri olmaları nedenleri ile bölgedeki yayılışlarının ve populasyon yoğunluklarının dikkatle takip edilerek gerekli önlemlerin alınması, bölge tarımı için büyük önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür. Elde edilen bu verilerin ön sonuçları 24-29 Haziran 2018 tarihleri arasında Polonya'da düzenlenen "8th European Hemiptera Congress'de "Contributions to the Knowledge of Cercopoidea (Hemiptera, Cicadomorpha) from Mt. Ziyaret (Hatay Province, Türkiye)" başlığı ile İngilizce sözlü bildiri olarak sunulmuştur (Demirel & Dinç, 2018). Tez çalışmalarını sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamızı sağlayan HMKÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Nihat Demirel'e, teşekkürlerimizi sunarız.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- Albrecht, A., Rinne, V., Söderman, G., & Matila, K. (2015). Check list of Finnish Hemiptera. *Jalla, Bulletin of the Finnish Expert Group on Hemiptera*, 1, 1-29.
- Anufriev, G.A., & Emeljanov, A.F. (1988). Order Homoptera. In P. A. Lehr (Ed.), *Keys to the Insects of the Far East of the USSR in Six Volumes Volume II (Homoptera and Heteroptera)* (pp. 9-495). Nauka Publishing House.
- Bartlett, C.R., Dietz, L.L., Dmitriev, D.A., Sanborn, A.F., Soulier-Perkins, A., & Wallace, M.S. (2018). The Diversity of the True Hoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha). In R.G. Foottit & P. H. Adler (Eds.), *Insect Biodiversity: Science and Society. Volume II* (pp. 501–590). Wiley Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118945582.ch19>
- Brambila, J., Greg S., & Hodges, G.S. (2008). Bugs (Hemiptera). In J.L. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of Entomology 2nd* (591-605). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/0-306-48380-7_628
- Bodenheimer, H. (1958). Türkiye’de Ziraata ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüd. Bayur Matbaası, Ankara. 320 s.
- Bodino, N., Cavalieri, V., Dongiovanni, C., Simonetto, A., Saladini, M.A., Plazio, E., Gilioli, G., Molinatto, G., Saponari, M., & Bosco, D. (2020). Dispersal of *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae), a vector of *Xylella fastidiosa*, in olive grove and meadow agroecosystems. *Environmental Entomology*, 50, 267-279. <http://dx.doi.org/10.1093/ee/nvaa140>
- Bourgoin, T. (2024). FLOW (Fulgoromorpha Lists on The Web): A world knowledge base dedicated to Fulgoromorpha. HemBases. <https://flow.hemiptera-databases.org/cool/>
- Carvalho, G.S., & Webb, M.D. (2005). Cercopid Spittle Bugs of the New World (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cercopidae). Pensoft Publishers, Sofia-Moskova. pp 271. [http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746\(2006\)99\[1259:csbotn\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746(2006)99[1259:csbotn]2.0.co;2)
- Cvrković, T., Jović, J., Mitrović, M., Krstić, O., Krnjajić, S., Toševski, I., Bertaccini, A., & Maini, S. (2011). Potential new hemipteran vectors of stolbur phytoplasma in Serbian vineyards. *Bulletin of Insectology*, 64, 129-130.
- Çetin, G., Hantaş, C., & Erenoğlu, B. (2006). Bursa ve Yalova’da böğürtlen (*Rubus fruticosus*) bahçelerinde saptanan zararlı böcek, akar faunası üzerinde çalışmalar. *Bahçe*, 35 (1), 61-74.
- Demir, E. (2004). Karyağdı Dağı (Ankara) Auchenorrhyncha faunası hakkında (Homoptera). *Priamus – Centre for Entomological Studies Ankara*, 11 (1–2), 17-27.
- Demir, E. (2006a). Preliminary report on the Auchenorrhyncha (Hemiptera) fauna of Kazdağı National Park with two new records for Turkey. *Acta Entomologica Slovenica*, 14 (1), 89-102.
- Demir, E. (2006b). Contributions to the knowledge of Turkish Auchenorrhyncha (Homoptera) with a new record, *Pentastiridius nanus* (Ivanoff, 1885). *Munis Entomology & Zoology*, 1 (1), 97-122.
- Demir E. (2007). Auchenorrhyncha (Homoptera) data from Ankara with two new records to Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 2 (2), 481-492.
- Demir, E. (2008). The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part I: Mediterranean Region (Hemiptera). *Munis Entomology & Zoology*, 3 (1), 447-522.
- Demir, E., & Demirsoy, A. (2008). Some interesting and new records of Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) from Eastern Turkey. *Zoology in the Middle East*, 45 (1), 116-117. <http://dx.doi.org/10.1080/09397140.2008.10638318>
- Demir, E. (2019a). Biodiversity and zoogeography of Cicadomorpha (excl. Deltocephalinae) species from Southwestern Turkey (Insecta: Hemiptera). *Munis Entomology & Zoology*, 14 (1), 236-243.
- Demir, E. (2019b). Auchenorrhyncha (Hemiptera: Fulgoromorpha and Cicadomorpha) species that feed on walnut trees and their economic importance as potential vectors. *Munis Entomology & Zoology*, 14 (1), 305-314.

- Demir, E., & Ünver, H. (2019). Türkiye’de findıklarda bulunan Auchenorrhyncha (Hemiptera: Fulgoromorpha ve Cicadomorpha) türleri ve potansiyel vektörler olarak önemi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 1 (5), 52-59.
- Demirel, E., & Dinç, H. (2018). Contributions to the knowledge of Cercopoidea (Hemiptera, Cicadomorpha) from Mt. Ziyaret (Hatay Province, Turkey) [Oral Presentation]. *Proceeding of 8th European Hemiptera Congress*, Katowice/Poland.
- Demirel, E., & Dinç, H. (2021). *Cercopis sanguinolenta* (Scopoli, 1763) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae) dilemma and redescription of rare *Cercopis* Fabricius, 1775 species from Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 45 (1), 99-114. <https://doi.org/10.16970/entoted.816903>
- Demirel, E., & Hasbenli, A. (2021). Bolkar Dağları’nın Cercopidae Leach, 1815 (Hemiptera: Auchenorrhyncha) faunasına katkılar. *Biological Diversity and Conservation*, 14 (3), 456-463. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.1012317>
- Demirel, E. (2022). *Cercopis distincta* (Melichar, 1896)’nin bazı renk varyasyonları ve Hatay’ın Cercopid varlığına yeni bir katkı: *Triecphorella geniculata* (Horváth, 1881). *Biological Diversity and Conservation*, 15 (3), 332-338. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2022.1194694>
- Demirel, E., & Erbey, M. (2022). *Pentastira eminei* sp. nov. (Hemiptera, Fulgoromorpha, Cixiidae) from Türkiye, and notes on other *Pentastira* spp. in Türkiye and the Middle East. *Zootaxa*, 5190 (2), 194-206. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5190.2.2>
- Dlabola, J. (1957). Results of Zoological Expedition of the National Museum in Prague to Turkey. 20 Homoptera Auchenorrhyncha. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 31 (469), 19-68. <http://dx.doi.org/10.37520/aemnp>
- Dlabola, J. (1971). Taxonomische und Chronologische Ergänzungen zur Türkischen und Iranischen Zikadenfauna (Homoptera Auchenorrhyncha). (Sammelausbeute von Dr. Wittmer mit einem Nachtrag über andere Gebite der Paläarktis). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 14 (163), 115-138.
- Dlabola, J. (1981). Ergebnisse der tschechoslowakisch-iranischen entomologischen Expeditionen nach dem Iran (1970 und 1973) (mit Angaben über einige Sammelresultate in Anatolien). Homoptera: Auchenorrhyncha (II. Teil). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 40, 127-311.
- Drosopoulos, S. (2003). New Data on the Nature and Origin of Colour Polymorphism in the Spittlebug Genus *Philaenus* (Hemiptera: Aphorophoridae). *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)*, 39 (1), 31-42. <https://doi.org/10.1080/00379271.2003.10697360>
- Emeljanov, A.F. (1967). Suborder Cicadinea (Auchenorrhyncha). In G. Ya. Bei-Bienko (Ed.), *Keys to the insects of the European USSR Apterygota, Palaeoptera, Hemimetabola I* (pp. 337-437). Israel Program for Scientific Translations.
- Emeljanov, A.F. (1974). Proposals on the Classification and Nomenclature of Ranges. *Entomological Review*, 53 (3), 11-26.
- Fahringer, J. (1922). Eine Rhynchoten Ausbeute aus der Türkei, Kleinasien und den Benaehbarten Gebeiten. *Konowia*, 1, 296-307.
- Gönençgil, B., & Karataş, A. (2012). Kuseyr Platosu’nda (Hatay) Miyosen sonrası morfojenetik süreç-jeomorfolojik yapı ilişkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1 (59), 11-26. <http://dx.doi.org/10.17211/tcd.1182162>
- Halkka, O., & Halkka, L. (1990). Population Genetics of the Polymorphic Spittlebug, *Philaenus spumarius* (L.). In M. K. Hecht, B. Wallace & R. J. Macintyre (Eds.), *Evolutionary Biology. Volume 24* (pp. 149-191). Plenum Press. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00122518>
- Hamilton, K.G.A. (1982) The spittlebugs of Canada (Homoptera: Cercopidae). *Insects and Arachnids of Canada Part 10. Biosystematics Research Institute, Ottawa, Ontario*. pp 102.
- Hatay Tarım İl Müdürlüğü. (2004). *Hatay İli Tarımsal Master Planı 2004-TCP//TUR//8924*.

- Haupt, H. (1919). Die europäischen Cercopidae Leach. (Bluströpfchen und schaumzikaden). *Entomologisches Jahrbuch*, 28 (1), 152-172.
- Haupt, H. (1922). Biologie und systematik der europäischen schaumzikaden. *Aus der Heimat*, 35 (1/2), 1-28.
- Holzinger W.E., Kammerlander I., & Nickel H. (2003). The Auchenorrhyncha of Central Europe (Die Zikaden Mitteleuropas). Vol 1: Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae. Brill, Leiden. pp 673. <http://dx.doi.org/10.1163/9789004231108>
- Ishihara, T. (1969). Families and Genera of Leafhopper Vectors. In K. Maramorosch (Ed.), *Viruses, Vectors, and Vegetation* (pp. 235-254). Interscience Publishers.
- Kaçar, G., Başpınar, H., Zeybekoğlu, Ü., & Ulusoy, M.R. (2017). Potential treat for olives: *Philaenus spumarius* (Linnaeus) (Cercopidae) and Auchenorrhyncha species (Homoptera). *Plant Protection Bulletin*, 57 (4), 463-471. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.334878>
- Karavin, M., Çalışkan, E., & Dede, O. (2021). Determination of Auchenorrhyncha species distributed in apple orchards in Amasya, Turkey with a new record for Turkish fauna. *International Journal of Science Letters*, 3 (1), 32-51. <https://doi.org/10.38058/ijsl.853982>
- Kartal, V., Zeybekoğlu, Ü., & Özdemir, G. (1994). Samsun çevresinde Cercopidae (Hom., Auchenorrhyncha) familyası türleri üzerine taksonomik bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi*, 5 (1), 147-157. <http://dx.doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.866486>
- Kovancı, O.B., Gençer, N.S., Kovancı, B., & Akgül, H.C. (2004). Bursa ili çilek alanlarında bulunan Homoptera Türleri. *Journal of Agricultural Sciences*, 10 (3), 318-322. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000913
- Kramer, S. (1950). The morphology and phylogeny of Auchenorrhynchous Homoptera (Insecta). *Illinois Biological Monographs*, 30 (4), 1-111.
- Lallemand, V. (1912). Homoptera fam. Cercopidae. *Genera Insectorum*, 143 (1), 1-167.
- Linnavuori, R. E. (1965). Studies on the South- and Eastmediterranean Hemipterous Fauna III. Hemipterological observations from Turkey. *Acta Entomologica Fennica*, 21, 44-69.
- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1981). Preliminary List of Auchenorrhyncha with Notes on Distribution and Importance of Species in Turkey VI. Families Cercopidae and Membracidae. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 5 (3), 133-149.
- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1988). Preliminary List of Auchenorrhyncha with Notes on Distribution and Importance of Species in Turkey (Addenda and Corrigenda). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12 (1), 11-22.
- Metin, F., Zeybekoğlu, Ü., & Karaca, İ. (2020). Insects on lavender in Isparta province, Turkey. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4 (4), 425-431. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2020.4.5>
- Mitrović, M., Trivellone, V., Jović, J., Cvrković, T., Jakovljević, M., Kosovac, A., Krstić, O., & Toševski, I. (2015). Potential Hemipteran vectors of "stolbur" phytoplasma in potato fields in Serbia. *Phytopathogenic Mollicutes*, 5 (1), 49-50. <http://dx.doi.org/10.5958/2249-4677.2015.00020.1>
- Mozaffarian, F., & Wilson, M.R. (2015). The aphrophorid spittlebugs of Iran (Homoptera: Cercopoidea: Aphrophoridae). *Zootaxa*, 4052 (4), 442-456. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4052.4.2>
- Nast, J. (1972). Palaearctic Auchenorrhyncha (Homoptera). An Annotated Check List. Polish Scientific Publishers, Warszawa. pp 550.
- Nast, J. (1979). Palaearctic Auchenorrhyncha (Homoptera). Part 2, Bibliography; Addenda and Corrigenda. *Annales Zoologici*, 34 (18), 481-499.
- Nast, J. (1982). Palaearctic Auchenorrhyncha (Homoptera). Part 3. New Taxa and Replacement Names Introduced till 1980. *Annales Zoologici*, 36 (17), 289-362.
- Nast, J. (1987). The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Europe. *Annales Zoologici*, 40 (15), 535-662.
- Nogay, A., Ternar, Ş., & Ünal, E. (1988). Investigation on the Stolbur Disease of Tomato in Marmara Region. *Plant Protection Bulletin*, 28 (1), 79-98.

- Ossiannilsson, F. (1981). The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark, Volume 2 Families Cicadidae, Cercopidae, Membracidae and Cicadellidae (Excl. Deltocephalinae). Scandinavian Science Press, Klampenborg. pp 370. <http://dx.doi.org/10.1163/9789004273313>
- Önder, F., Tezcan, S., Karsavuran, Y., & Zeybekoğlu, Ü. (2011). Türkiye Cicadomorpha, Fulgoromorpha ve Sternorrhyncha (Insecta: Hemiptera) Kataloğu. Meta Basım, İzmir. 201 s.
- Özgen, İ., Topdemir, A., & Mozaffarian, F. (2018). Additional Notes on the Some Aphrophorid Spittlebugs of Eastern Anatolia (Hemiptera: Cercopoidea: Aphrophoridae). *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 2 (2), 60-61.
- Picciotti, U., Lahbib, N., Sefa, V., Porcelli, F., & Garganese F. (2021). Aphrophoridae Role in *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* ST53 Invasion in Southern Italy. *Pathogens*, 10 (8), 1035. <https://doi.org/10.3390/pathogens10081035>
- Quartau, J.A., & Borges, P.A.V. (1998). On the Colour Polymorphism of *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera, Cercopidae) in Portugal. *Miscellanea Zoológica*, 20 (2), 19-30.
- Rakitov, R.A. (2002). Structure and Function of the Malpighian Tubules, and Related Behaviours in Juvenile Cicadas: Evidence Of Homology with Spittlebugs (Hemiptera: Cicadoidea and Cercopoidea). *Zoologischer Anzeiger*, 241 (2), 117-130. <https://doi.org/10.1078/0044-5231-00025>
- Randa Zelyüt, F., İnak, E., Demir Özden, E., Şenal, D., & Ertunç, F. (2023). Determination of potential insect vectors and subgroups of aster yellows phytoplasma in the carrot (*Daucus carota* L.) (Apiaceae) cultivation areas of Ankara and Konya Provinces, Türkiye. *Turkish Journal of Entomology*, 46 (4), 385-398. <https://doi.org/10.16970/entoted.1118787>
- Tanyeri, R., & Zeybekoğlu, Ü. (2018). Intraspecific diversity of *Philaenus spumarius* (Hemiptera: Aphrophoridae) in and around Kastamonu [Oral Presentation]. *2018 Ecology*, Kastamonu/Turkey.
- Tanyeri, R., & Zeybekoğlu, Ü. (2019). Some data for the color/pattern polymorphism of *Philaenus spumarius* (L.) (Hemiptera: Aphrophoridae) in Sinop population, Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 14 (2), 661-667.
- Tanyeri, R., & Zeybekoğlu, Ü. (2021). A new species of the genus *Aphrophora* Germar (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aphrophoridae) from Turkey. *Entomological News*, 130 (1), 70-78. <https://doi.org/10.3157/021.130.0106>
- Tanyeri, R., Yurtsever, S., & Tezcan, S. (2023). Parallel colour/pattern polymorphism in three sympatric spittlebug species (*Philaenus spumarius*, *P. signatus* and *Mesoptylus impictifrons*) (Hemiptera: Aphrophoridae) in Mediterranean Türkiye. *Zoology in the Middle East*, 69 (4), 384-393. <https://doi.org/10.1080/09397140.2023.2279359>
- Toper Kaygın, A., & Ekici, B. (2017). *Philaenus spumarius* (L.) (Hemiptera: Cercopidae)'un Bartın yöresindeki konukçu çeşitliliği. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7 (1), 7-13.
- Thompson, W.M.O. (2011). Introduction: Whiteflies, Geminiviruses and Recent Events. In W. Thompson (Ed.), *The Whitefly, Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) Interaction with Geminivirus-Infected Host Plants* (pp. 1-13). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1524-0_1
- Ural, İ., Işık, M., & Kurt, A. (1973). Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde tesbit edilen böcekler üzerinde bazı incelemeler. *Bitki Koruma Bülteni*, 13 (2), 55-66.

Damla sulama sistemi ile yetiştiriciliği yapılan çeltikte herbisitlerin yabancı otlara karşı etkinliğinin belirlenmesi

Determination of the effectiveness of herbicides against weeds in rice grown with drip irrigation system


İslam Emrah SÜER¹, Bilal EŞİTMEZ², Erdal ATEŞ¹, Şerif KAHRAMAN³, Özlem AVŞAR⁴

¹Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye.

²Elazığ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Elazığ, Türkiye.

³Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Malatya, Türkiye.

⁴GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 04.03.2024 Accepted / Kabul: 19.06.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yabancı otlar Damla sulama Herbisitler Çeltik Diyarbakır</p> <p>Keywords: Weeds Drip irrigation Herbicides <i>Oryza sativa</i> L. Diyarbakır province</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: İslam Emrah SÜER islamemrah.suer@tarimorman.gov.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>ABSTRACT</p> <p>Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) is one of the essential cereal crops serving as a major food source for people. Weeds are a significant factor limiting rice production, as they compete with rice plants, resulting in substantial yield and quality losses. Due to its ease of application, rapid effectiveness, and low cost, herbicide use is widespread in combating weeds in rice cultivation. This study aimed to determine the effects of herbicide applications on weed species and rice plants in areas where rice is grown using a drip irrigation system. The studies were carried out in 2021 and 2022 in the trial area of GAP International Agricultural Research and Training Center Directorate in Diyarbakır province. Three pre-emergence herbicides (360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone, 300 g L⁻¹ pentoxazone, 450 g L⁻¹ pendimethalin) and four post-emergence herbicides (250 g L⁻¹ quinclorac, 20 g L⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L⁻¹ florpyrauxifen-benzyl, 250 g L⁻¹ bentazone + 125 g L⁻¹ MCPA, 300 g L⁻¹ pretilachlor + 20 g L⁻¹ pyribenzoxim) were applied to assess their effects on rice and weed species. The results indicated that the post-emergence herbicides did not cause any phytotoxicity in rice. Among the herbicides tested, pendimethalin was identified as the most effective pre-emergence herbicide against weeds, while the combination of 300 g L⁻¹ pretilachlor + 20 g L⁻¹ pyribenzoxim was the most effective post-emergence herbicide.</p>
Cite/Atıf	Süer, İ.E., Eşitmez, B., Ateş, E., Kahraman, Ş., & Avşar, Ö. (2024) Damla sulama sistemi ile yetiştiriciliği yapılan çeltikte herbisitlerin yabancı otlara karşı etkinliğinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 649-662. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1446917

GİRİŞ

Dünyada en fazla üretimi yapılan tarımsal ürünler içerisinde yer alan çeltik, buğdaygiller (Poaceae) familyasından olup dünya nüfusunun önemli bir kısmının temel gıda maddelerindedir (Semerci & Everest, 2021). Çeltik bitkisi insan beslenmesinde ve endüstride geniş kullanım alanına sahiptir (Taşlıgil & Şahin, 2011). Dünya nüfusunun hızla artması ile çeltik tüm dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de üretiminin artırılmasının gerektiği bildirilmiştir (Sezer ve ark., 2012; Kaya ve Ateş, 2021). Bu sebeplerden dolayı gelecek yıllarda çeltik bitkisinin öneminin daha da artacağı beklenmektedir. Çeltik genellikle tropikal ve subtropikal iklim bölgelerinde, güney ve güneydoğu Asya ile Afrika kıtalarında yaygın olarak yetiştirilmektedir (Taşlıgil & Şahin, 2011). Çeltik, su içinde çimlenebilen ve suda erimiş oksijenden kökleri yararlanan tek tahıl cinsidir (Geçit ve ark., 2009). FAO 2021 yılı verilerine göre dünya genelinde çeltik üretiminin en yoğun yapıldığı ilk 5 ülke Asya kıtasında yer almaktadır. Bu ülkelerden Çin 29 960 066 ha alanda 211 405 211 ton çeltik üretimi yapmaktadır. Bunu sırasıyla, Hindistan, Endonezya, Bangladeş ve Vietnam izlemektedir (FAO, 2024). Türkiye’de ise 1 205 226 da alanda 950 000 ton çeltik üretimi yapılmaktadır. Çeltik Ülkemizin bütün bölgelerinde yetiştirilmektedir. Ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından Marmara ve Karadeniz bölgeleri ilk sırada yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde çeltik üretimi Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde yaygın olarak yapılmaktadır. Bu kapsamda çeltik üretimi Diyarbakır ilinde 9 046 da alanda 4 138 ton ile 1’inci sırada, Şanlıurfa ilinde 4 850 da alanda 1 928 ton ile 2’inci sırada ve Mardin ilinde ise 600 da alanda 214 ton çeltik üretimi ile 3’üncü sırada yer almıştır (TÜİK, 2024).

Buna göre, çalışmanın yapıldığı Diyarbakır ilinde çeltik ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından bölgede ilk sırada yer almaktadır. Bölgede çeltik üreticileri Karacadağ çeltik çeşidini tercih etmektedirler. Bu çeşidin olumsuz iklim ve toprak şartlarına iyi uyum sağlaması, kendine has tadı ve özellikleri gibi sebeplerle tercih edilmektedir. Ayrıca, çeltik pazar sorununun olmamasından dolayı yüksek mali getirisi ile tarımsal üretim bakımından bölgede önemli bir yere sahiptir (Mutlu ve ark., 2016). Çeltik üretiminde bir çok sorunla karşılaşmakla birlikte ilk sırada yer alan yabancı otlar hasat öncesi ve sonrası bir çok zarara yol açmaktadır. Yabancı otlar çeltik bitkisi ile ışık, su ve besin maddesi açısından rekabete girmektedir. Bu rekabet sonucunda çeltikte önemli verim kaybına neden olmasının yanında çeltiğin kalitesini de büyük ölçüde düşürmektedir (Özer ve ark., 1998; Güncan, 2013; Tepe, 2014; Üremiş ve ark., 2015; Uludağ ve ark., 2021). Özellikle çeltik tarlalarında bol su, besin maddeleri ve uygun sıcaklık ortamı bulan yabancı otlar yoğun bir şekilde geliştiklerinden dolayı rekabet düzeyleri artabilmektedir (Kıral ve ark., 1985; Uludağ ve ark., 2021). Yabancı otlarla mücadele yöntemlerinin başarılı olabilmesi için öncelikle yabancı ot türlerinin doğru teşhis edilmesi gerekmektedir (Üremiş ve ark., 1996; Üstüner ve Altın, 2003; Soylu ve ark., 2017; Üremiş ve ark., 2020; Üremiş ve ark., 2023). Çeltik üreticileri de yabancı otlarla mücadelede kültürel önlemler almasına rağmen yeterince kontrol sağlanamadığı düşüncesiyle genel olarak kimyasal mücadeleyi tercih etmektedirler. Kimyasal mücadelede kullanılan herbisitler genellikle çıkış öncesi ve çıkış sonrası herbisitler olmaktadır (Kıral ve ark., 1985; Uzun, 1983; Avcı, 2007; Uludağ ve ark., 2021).

Diyarbakır ve Şanlıurfa ilinde yetiştirilen Karacadağ çeltiğinde bazı herbisitlerin salma sulama sisteminde etkinliği belirlenmiş ve yapılan çalışmalarda *Echinochloa* spp., *Cyperus* spp., *Physalis* spp. *Xanthium strumarium* ve *Amaranthus retroflexus* türlerinin en yoğun ve yaygın türler olduğu tespit edilmiştir (Uzun, 1983; Özaslan & Süer, 2013). Çeltik yetiştiriciliğinde su gerekli olduğundan yabancı otların da bu alanlarda olması kaçınılmaz olmaktadır. Bölgede Karacadağ çeltik alanlarında önceki yıllarda yapılan bu çalışma salma sulama ile yetiştiriciliği yapılan çeltik alanlarında yapılmıştır. Çeltik yetiştiriciliğinde verimin suya bağlı olması ve gelecekte meydana gelmesi muhtemel su problemlerinin kaçınılmaz olması, damla sulama sistemlerinin uygulamada yer edinmeye başlamasına zemin hazırlamaktadır. Özellikle suyun yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde toprak altı damla sulama sistemlerinin çeltikte önemli miktarda su tasarrufu sağladığı bildirilmektedir (Demirel ve ark., 2020). Ancak damla sulamayla çeltik yetiştiriciliği yapılan alanlarda herbisit etkinliğinin belirlenmesi ile ilgili ülkemizde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Küresel ısınma sonucu ile de su kaynaklarımız azalmakta ve bu da çeltik üretim alanlarının

daralmasına sebep olmaktadır (Sezer ve ark., 2012). Ülkemizde de çeltik üretim alanlarında yabancı otlar ve mücadelesi ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu ve çeltik üretimindeki sürdürülebilirliği devam ettirmek için bu konuda çalışmaların yapılması gerekmektedir (Üremiş ve ark., 2015; Yazlık ve ark., 2020; Uludağ ve ark., 2021).

Bu çalışmada, Ülkemizde tava usulü çeltik üretiminde kullanılan herbisitlerin, damla sulama sistemi ile çeltik yetiştiriciliği yapılan alanlarda bulunan yabancı ot türlerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte herbisit uygulamalarının çeltik verimine etkisi ve deneme alanında bulunan yabancı ot türlerinin tespiti hedeflenmiştir. Böylece su kullanımının yetersiz olduğu alanlarda damla sulama ile çeltik yetiştiriciliği yapan üreticilerin yabancı otlara karşı etkili bir mücadele yönteminin belirlenmesine katkı sağlanacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyallerini Karacadağ çeltik çeşidi tohumu, yabancı ot türleri ve herbisitler (Çizelge 1) oluşturmuştur. Bu denemede kullanılan diğer materyaller; sırt pülverizatörü, pulluk, kültivatör, mibzer, şerit metre, 1 m² lik çerçeve, etüv, hassas terazi vb. aletlerdir. Damla sulama sisteminde su pompası, hidrosiklon filtre, su sayacı, manometreler ve vanalar kullanılmıştır.

Çizelge 1. Tarla denemelerinde kullanılan herbisitlerin dozu ve uygulama dönemleri

Table 1. Doses and application periods of herbicides used in field trials

Herbisitler	Dozlar	Uygulama dönemi	Etkili olduğu yabancı otlar
450 g L ⁻¹ pendimethalin	150 ml da ⁻¹	Çıkış öncesi	Dar ve geniş yapraklılar
300 g L ⁻¹ pentoxazone	100 ml da ⁻¹	Çıkış öncesi	Dar ve geniş yapraklılar
360 g L ⁻¹ clomazone + 150 g L ⁻¹ pentoxazone	200 ml da ⁻¹	Çıkış öncesi	Dar ve geniş yapraklılar
Quinclorac SC 250 g L ⁻¹	150 ml da ⁻¹	Çıkış sonrası	Dar yapraklılar
20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ florpyrauxifen-benzyl	200 ml da ⁻¹	Çıkış sonrası	Dar yapraklılar
250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA	200 ml da ⁻¹	Çıkış sonrası	Dar ve geniş yapraklılar
300 g L ⁻¹ pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim	150 ml da ⁻¹	Çıkış sonrası	Dar ve geniş yapraklılar

Tarla denemeleri

Tarla denemesi 2021 ve 2022 yılı çeltik üretim sezonunda Diyarbakır'da GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü'nün (GAPUTAEM) deneme alanında kurulmuştur. Denemenin kurulduğu tarla önce pulluk daha sonra kültivatör ile sürülmüştür. Tarlanın çeltik ekimine hazır olması için tapan çekilerek tesviyesi yapıldıktan sonra parselizasyon işlemi yapılmıştır. GAPUTEAM Toprak Analiz Laboratuvarında yapılan toprak analiz sonucuna göre; ekim öncesi 40 kg da⁻¹ 20.20.0 kompoze gübre taban gübresi olarak toprağa karıştırılmıştır (Çizelge 2).

Gübreleme işleminden hemen sonra Karacadağ çeltik çeşidi buğday ekim makinasıyla (20 cm sıra aralığının da 12 sıralı olacak şekilde) ekilmiştir. Deneme alanına çeltik ekimi 20 Mayıs 2021 ve 25 Mayıs 2022 tarihinde yapılmıştır. Ekim işleminden sonra deneme alanına damla sulama sistemi kurulmuştur. Üst gübreleme olarak 50 kg da⁻¹ Amonyum sülfat gübresi 2 farklı dönemde parsellere eşit olacak şekilde uygulanmıştır.

Her parselde manifold borular yerleştirilmiş ve damla sulama borularından yararlanılarak sulamalar gerçekleştirilmiştir. Damla sulama boruları 16 mm kalınlığında 1.6 L h⁻¹ debi ye ve 30 cm damlaticı aralığına sahiptir. Fleksi boru ise (ana boru) 70 cm aralığa sahiptir. Deneme alanına verilen sulama suyu su sayacı ile ölçülmüştür. Sulama sıklığı ve miktarı, deneme alanında evaporasyon miktarı göz önünde bulundurularak yapılmıştır. İlk sulamadan hasada kadar haftada 3 gün ve günlük 5.3 saat, 1.5 atm basınç altında sulama suyu uygulanmıştır.

Çizelge 2. Tarla deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Table 2. Soil analysis results of the field trial

Analizler	Sonuçlar	Özellikler
Bünye (%)	62.84	Killi
Toplam Tuz (%)	1.06	Tuzsuz
pH	7.68	Alkalin
Kireç (%)	13.58	Orta kireçli
Fosfor (P ₂ O ₅)	4.18	Az
Potasyum (K ₂ O)	119.19	Yeterli
Organik Madde (%)	1.55	Az

Herbisit uygulamaları

Çeltikte sorun olan dar ve geniş yapraklı yabancı otlara karşı kullanılan çıkış öncesi ve çıkış sonrası dönemlerde farklı aktif maddeli herbisitlerin, çeltik ve yabancı otlar üzerindeki etkinliğini değerlendirmek amacıyla tarla denemeleri yapılmıştır. Denemeler, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı 4 ana parselden oluşmaktadır (Çizelge 3). Parseller 10 m uzunluğunda 2.4 m genişliğinde, toplam 24 m²'den oluşmuştur. Denemede parseller arasında 0.6 m, bloklar arasında 2 m ve ana parseller arasında ise 2 m emniyet şeridi bırakılmıştır.

Çizelge 3. Tarla denemelerinde yapılan işlemler

Table 3. Procedures in the field trials

Çıkış öncesi yapılan uygulamalar		Çıkış sonrası yapılan uygulamalar	
Ana parseller	Yapılan uygulamalar	Alt parseller	Alt parselde yapılan uygulamalar
A	Çıkış öncesi herbisit uygulanmayan ana parsel	A1	Quinclorac SC 250 g L ⁻¹
		A2	20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ florpyrauxifen-benzyl
		A3	250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA
		A4	300 g L ⁻¹ pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim
		A5	Kontrol parseli (Sezon boyu yabancı ot)
B	360 g L ⁻¹ clomazone + 150 g L ⁻¹ pentoxazone	B1	Quinclorac SC 250 g L ⁻¹
		B2	20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ florpyrauxifen-benzyl
		B3	250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA
		B4	300 g L ⁻¹ pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim
		B5	Kontrol parseli (Sezon boyu yabancı ot)
C	300 g L ⁻¹ pentoxazone	C1	Quinclorac SC 250 g L ⁻¹
		C2	20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ florpyrauxifen-benzyl
		C3	250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA
		C4	300 g/L pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim
		C5	Kontrol parseli (Sezon boyu yabancı ot)
D	450 g L ⁻¹ pendimethalin	D1	Quinclorac SC 250 g L ⁻¹
		D2	20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ florpyrauxifen-benzyl
		D3	250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA
		D4	300 g L ⁻¹ pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim
		D5	Kontrol parseli (Sezon boyu yabancı ot)

Denemede A ana parselde herhangi bir çıkış öncesi herbisit uygulaması yapılmamıştır. Diğer 3 ana parselde ise farklı çıkış öncesi herbisitler (360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone (B), 300 g L⁻¹ pentoxazone (C), 450 g L⁻¹ pendimethalin (D)) uygulanmıştır. Her bir ana parsel 3 blok ve her blok 5 alt parsel olmak üzere 4 ana parselde

toplam 60 alt parsel bulunmaktadır. Bu blokların içerisinde bulunan alt parsellerin her birinde farklı uygulamalar yer almıştır. Bu uygulamalar; çıkış sonrası uygulanan quinclorac SC 250 g L⁻¹ (1), 20 g L⁻¹ penoxsulam+12.5 g L⁻¹ florpyrauxifen-benzyl (2), 250 g L⁻¹ bentazone+125 g L⁻¹ MCPA (3), 300 g L⁻¹ pretilachlor-20 g L⁻¹ pyribenzoxim(4) etken maddeli herbisitler ve sezon boyu yabancı otlu kontrol (5) uygulamalarından oluşmuştur (Çizelge 3). Sezon boyu yabancı otlu kontrol (5) parsellerine çıkış sonrası herbisit kullanılmamıştır.

Deneme parsellerine çeltik tohumları ekildikten sonra B ana parseline 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone etken maddeli herbisit, C ana parseline 300 g L⁻¹ pentoxazone etken maddeli herbisit ve D ana parseline ise 450 g L⁻¹ pendimethalin etken maddeli herbisitler çıkış öncesi olarak uygulanmıştır. A ana parseline ise çıkış öncesi herhangi bir herbisit uygulaması yapılmamıştır. Çıkış öncesi herbisit uygulamaları 21 Mayıs 2021 ve 26 Mayıs 2022 tarihinde, çıkış sonrası herbisit uygulamaları ise 18 Haziran 2021 ve 22 Haziran 2022 tarihinde uygulanmıştır.

Yabancı ot türlerinin belirlenmesi

Tarla denemelerinde her bir uygulama parseline 1 m²'lik çerçeve atılarak çerçeve içerisine giren yabancı ot türleri ve yoğunlukları (adet/m²) kaydedilmiştir (Odum, 1971). Yapılan değerlendirmelerde 1 m²'lik çerçeve içerisine giren yabancı ot türlerinin teşhisi Flora of Turkey (Davis, 1965-1988) adlı eserden yararlanılarak, yabancı otların isimlendirilmeleri ise Uluğ ve ark. (1993)'na göre yapılmıştır.

$$\text{Yoğunluk (bitki /m}^2\text{)} = y/n$$

$$y = \text{Çerçeve içerisine giren yabancı ot tür sayısı}$$

$$n = \text{Atılan toplam çerçeve sayısı}$$

Herbisit uygulamaların yabancı ot türlerine etkisi (%)

Tarla denemelerinde yabancı otların % etki değerleri; yabancı otların kuru biomas ağırlığı alınmış ve gözleme dayalı değerlendirmede ise 0-100 skalasına göre yapılmıştır. Değerlendirmeler herbisit uygulamasından 7, 14, 21 ve 28. günde yapılmıştır. Yabancı otların gözleme dayalı değerlendirmesinde çıkış sonrası herbisit uygulamasını takiben 14. günde yapılmıştır. Her bir uygulama parseline 1 m²'lik çerçeve atılarak çerçeve içerisine giren yabancı ot türlerinin herbisitten etkilenme oranları (%) kaydedilmiştir. Herbisit etkisi 0-100 skalasına göre belirlenmiştir (Uygur, 1991). Bu değerlendirmede 0= tamamen sağlıklı olarak değerlendirilirken, 100= ölü bitki olarak alınmıştır. İkinci değerlendirmede ise herbisit uygulamasından 28 gün sonra 1 m²'lik çerçeve içerisine giren yabancı otlar toprak seviyesinden hasat edilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yabancı otlar kese kâğıtlarına konularak 105 °C'de 24 saat kadar etüvde bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan bitkilerin kuru ağırlıkları (g/m²) belirlenmiştir (Eymirli, 2011).

Verim unsurları

Tarla denemelerinde uygulamaların çeltik verimi ve bin dane ağırlıklarına bakılmıştır.

Dekara verim (kg da⁻¹); Her bir parselde 20 m² lik alanda mibzer genişliğine göre, parsel kenar tesiri baz alınarak orta sıralardan 12 m²'lik alandaki çeltik hasat edildikten sonra kavuzuyla beraber tartılıp dekara verim değerlendirmesi yapılmıştır.

1000 Dane Ağırlığı (g); Her parselden tesadüfen alınan 4 x100 adet tohum hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalaması 10 ile çarpılmıştır.

Herbisit uygulamalarından sonra yapılan gözlemlerde herbisitinin çeltik bitkisine olan etkisi fitotoksisite rehberine (Ek-2) göre yapılmıştır (TOB, 2024).

İstatistiksel analizler

Herbisitlerin yabancı ot türleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi çalışmalarında elde edilen verilerin değerlendirilmesinde IBM SPSS 25 istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışmalardan elde edilen veriler, GLM

model One Way (ANOVA) varyans analizine tabi tutularak uygulamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile $P \leq 0.05$ önem seviyesine göre belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yabancı ot türleri

Çalışma 2021 ve 2022 yıllarında arazi koşullarında yapılmıştır. 2021 yılı çalışmalarında deneme alanında 2 monokotiledon (dar yapraklı) ve 9 dikotiledon (geniş yapraklı) olmak üzere 7 familyaya ait 11 yabancı ot türü, 2022 yılı çalışmalarında ise 2 monokotiledon, 12 dikotiledon olmak üzere 9 familyaya ait 14 yabancı ot türü saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çeltik deneme alanında bulunan yabancı ot türleri

Table 4. Weed species found in the rice trial area

Familiya	Bilimsel Adı	Türkçe Adı	2021 yılı	2022 yılı
Amaranthaceae	<i>Amaranthus albus</i> L.	Horoz ibiği	✓	✓
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Kırmızı köklü tilki kuyruğu	✓	✓
	<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	Sürünücü horoz ibiği	✓	✓
	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken		✓
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı	✓	✓
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal		✓
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	✓	✓
	<i>Convolvulus galacticus</i> Roston. ex Choisy	Boz tarla sarmaşığı		✓
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	Bambul otu	✓	✓
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebe gümececi	✓	✓
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Kanyaş	✓	✓
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Darican	✓	✓
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semiz otu	✓	✓
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Demir diken	✓	✓

Deneme alanında iki yıllık verilerin ortalamasına göre; *Amaranthus retroflexus* L. (Kırmızı köklü tilki kuyruğu), *Chrozophora tinctoria* (L.) Rafin. (Bambul otu), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Kanyaş), *Portulaca oleracea* L. (Semiz otu) ve *Xanthium strumarium* L. (Domuz pıtrağı) türlerin kontrol parsellerinde yoğunlukları 1 bitki/m²'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Deneme alanında *Amaranthus albus* L. (Horoz ibiği), *Amaranthus blitoides* S. Watson (Sürünücü horoz ibiği), *Chenopodium album* L. (Sirken), *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı), *Convolvulus galacticus* Roston. ex Choisy (Boz tarla sarmaşığı), *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (Darican), *Malva neglecta* Wallr. (Ebe gümececi), *Tribulus terrestris* L. (Demir diken) ve *Sinapis arvensis* L. (Yabani hardal) yabancı ot türleri ise nadir görülen türler olup çerçeve dışı olarak kaydedilmiştir. Salma sulama ile yetiştiriciliği yapılan Karacadağ çeltik alanlarında; Özasan and Süer (2013)'in yaptıkları sürveylerde 13 familyaya ait 34 yabancı ot türü, Mutlu ve ark. (2016)'nın yaptıkları sürveylerde de 5 familyaya ait 24 yabancı ot türü tespit edilmiş olup çalışmamızda deneme alanında belirlenen yabancı ot türleri ile benzerlik göstermiştir. Yine çalışmamızla benzer olarak Sokat (2023)'ta Çanakale ve Balıkesir illerinde damla sulama ile çeltik yetiştiriciliği yapılan tarlalarda *A. retroflexus*, *P. oleracea*, *X. strumarium*, *Datura stramonium*, *Digitaria sanguinalis*., *E. crus-galli*, *Cyperus rotundus* ve *Cynodon dactylon* yabancı ot türlerini saptamıştır.

Deneme parsellerinde uygulamalara göre en düşük yabancı ot yoğunlukları; *A. retroflexus* ve *X. strumarium* türlerinde çıkış öncesi 450 g L⁻¹ pendimethalin (D) ana parselindeki 250 g L⁻¹ bentazone + 125 g L⁻¹ MCPA (3) ve 300 g L⁻¹ pretilachlor -20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) uygulamalarından, *C. tinctoria* yabancı ot türünde ise (A), (B), (C) ve (D) ana

parsellerindeki 300 g L⁻¹ pretilachlor -20 g L⁻¹ pyribenzoxim (3) uygulamasından elde edilmiştir. Bu türlerde en yüksek yoğunluklar sezon boyu yabancı otlu kontrol parsellerinden elde edilmiştir. *S. halepense* ve *P. oleracea* türleri değerlendirildiğinde; en düşük yabancı ot yoğunluğu çıkış öncesi pendimethalin (D) ana parselindeki 300 g L⁻¹ pretilachlor-20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) uygulamasından, en yüksek yoğunluk ise çıkış öncesi herbisit uygulaması yapılmayan (A) ana parselinden elde edilmiştir. Üstüner ve ark (2023) tarafından yapılan çalışmada *Sorghum halepense* ile mücadelede çıkış öncesi pendimethalin uygulamasında çimlenmeyi önemli oranda geciktirdiği bildirilmiş olup çalışmamızda elde edilen bulgular ile benzerlik göstermiştir.

Çizelge 5. Çeltik deneme alanında A, B, C ve D ana parsellerinde 1, 2, 3, 4, 5 numaralı çıkış sonrası herbisitlerin 2. gözleminde yabancı otların yoğunlukları (adet/m²)

Table 5. Weed densities (number/m²) in the second observation of post-emergence herbicides numbered 1, 2, 3, 4, 5 in main plots A, B, C and D in the rice experimental area

Ana parsel	Alt parsel	Yabancı Ot Türleri				
		<i>A. retroflexus</i>	<i>X. strumarium</i>	<i>C. tinctoria</i>	<i>S. halepense</i>	<i>P. oleracea</i>
A	A1	0.6	1.5	2.1	27.0	9.0
	A2	0.8	1.0	2.0	27.5	13.5
	A3	1.1	2.0	1.0	30.0	10.0
	A4	2.5	3.0	6.0	20.0	19.0
	A5	7.0	3.0	9.3	31.6	12.6
B	B1	1.8	1.5	6.6	16.0	2.5
	B2	0.6	1.6	8.1	17.3	1.3
	B3	0.3	1.0	1.3	12.3	5.0
	B4	0.3	3.5	2.8	12.6	4.2
	B5	3.1	4.0	8.5	21.1	5.0
C	C1	3.5	1.8	7.0	17.0	4.1
	C2	1.5	1.0	5.8	13.3	1.8
	C3	1.5	2.6	3.4	15.9	3.0
	C4	0.5	2.8	6.0	13.0	7.1
	C5	4.0	3.5	12.5	16.0	14.0
D	D1	1.0	2.8	7.0	10.3	1.5
	D2	1.0	1.5	5.1	12.5	2.5
	D3	0.6	1.0	1.8	14.0	2.0
	D4	0.5	0.5	2.6	4.6	1.0
	D5	4.0	3.6	8.0	15.0	2.3

A; Herbisit kullanılmayan, B; 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone, C; 300 g L⁻¹ pentoxazone, D; 450 g L⁻¹ pendimethalin

Herbisit uygulamaların yabancı ot türlerine etkisi (%)

Çalışmanın 2021 ve 2022 yılında kurulan tarla denemelerinde farklı herbisit uygulamalarının yabancı ot türleri üzerinde oluşturduğu etkileri (%) Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Çalışma sonucunda yapılan istatistik analize göre iki yılın verileri arasında fark önemsiz olduğundan dolayı uygulamalardan elde edilen verilerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Çeltik deneme alanında A, B, C ve D ana parsellerinde 1, 2, 3, 4 numaralı çıkış sonrası herbisitlerin 2. gözleminde yabancı otların etki oranları (%)

Table 6. Effectiveness rates of weeds in the second observation of herbicides post emergence numbered 1, 2, 3, 4 in the main plots A, B, C and D in the rice trial area (%)

Ana parsel	Alt parsel	Yabancı Ot Türleri				
		<i>A. retroflexus</i>	<i>X. strumarium</i>	<i>C. tinctoria</i>	<i>S. halepense</i>	<i>P. oleracea</i>
A	A1	10.0±1.4 ^c	50.0±2.8 ^b	14.1±2.2 ^d	0.0±0.0 ^b	6.6±1.7 ^b
	A2	48.3±4.4 ^b	55.8±7.9 ^b	29.0±2.0 ^c	0.0±0.0 ^b	24.1±6.5 ^a
	A3	45.8±3.0 ^b	59.5±1.0 ^b	72.6±1.3 ^a	0.0±0.0 ^b	21.6±4.4 ^a
	A4	75.0±2.8 ^a	80.0±2.8 ^a	53.3±6.0 ^b	78.3±2.8 ^a	25.0±2.8 ^a
B	B1	7.3±1.4 ^c	49.1±3.0 ^c	37.5±1.4 ^c	0.0±0.0 ^b	4.1±1.0 ^b
	B2	49.1±3.0 ^b	74.1±3.6 ^b	48.3±6.0 ^{bc}	0.0±0.0 ^b	20.8±1.4 ^a
	B3	40.8±6.8 ^b	86.6±3.3 ^a	62.5±1.4 ^a	0.0±0.0 ^b	20.0±1.4 ^a
	B4	64.1±2.2 ^a	87.3±1.4 ^a	57.5±2.7 ^{ab}	75.0±2.8 ^a	21.6±3.3 ^a
C	C1	10.0±2.8 ^c	38.3±3.8 ^b	20.0±2.8 ^b	0.0±0.0 ^b	4.0±2.0 ^c
	C2	51.6±6.0 ^b	81.6±1.6 ^a	58.3±6.0 ^a	0.0±0.0 ^b	46.6±6.7 ^a
	C3	53.3±4.4 ^b	85.3±3.1 ^a	60.0±2.8 ^a	0.0±0.0 ^b	30.0±5.7 ^b
	C4	75.0±2.8 ^a	87.3±1.4 ^a	61.6±4.4 ^a	76.3±2.8 ^a	26.6±3.3 ^b
D	D1	7.6±1.4 ^c	13.3±3.3 ^b	15.0±2.8 ^c	0.0±0.0 ^b	5.0±2.8 ^b
	D2	35.0±8.6 ^b	83.3±1.6 ^a	31.6±7.2 ^{bc}	0.0±0.0 ^b	18.3±1.6 ^a
	D3	51.6±4.4 ^{ab}	85.6±2.9 ^a	50.0±3.8 ^{ab}	0.0±0.0 ^b	20.0±2.8 ^a
	D4	76.0±1.0 ^a	91.0±2.0 ^a	51.6±7.2 ^a	78.3±2.8 ^a	22.3±1.4 ^a

A; Herbisit kullanılmayan, B; 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone, C; 300 g L⁻¹ pentoxazone, D; 450 g L⁻¹ pendimethalin Her sütun kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirleri ile aynıdır. (P≤0.05)

Çizelge 6'da çalışmanın 2021 ve 2022 yılı tarla denemelerinde farklı herbisit uygulamaların yabancı ot türleri üzerinde farklı oranlarda etki sağladığı gözlenmiştir. Her iki yıldaki çalışmada çıkış sonrası uygulanan 300 g L⁻¹ pretilachlor-20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) herbisitleri *A. retroflexus*, *X. strumarium* ve *S. halepense* yabancı ot türleri üzerinde önemli oranlarda etki sağladığı saptanmıştır. *A. retroflexus* yabancı ot türü üzerinde en yüksek etki %76 oranında; çıkış öncesi 450 g L⁻¹ pendimethalin (D) ana parsellerinde + çıkış sonrası 300 g L⁻¹ pretilachlor-20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) uygulamasından elde edildiği, *X. strumarium* türünün %80'nin üzerindeki etki oranları ile A, B, C ve D ana parsellerindeki çıkış sonrası 250 g L⁻¹ bentazone + 125 g L⁻¹ MCPA (3) ve 300 g L⁻¹ pretilachlor-20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) uygulamalarından elde edildiği, *S. halepense* yabancı ot türünün ise yaklaşık %80 etki oranı ile sadece çıkış sonrası 300 g L⁻¹ pretilachlor-20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. *C. tinctoria* ve *P. oleracea* türleri herbisit uygulamalarından düşük oranda etki sağlandığı belirlenmiştir. Biswas ve ark (2023)'ünde Hindistan da çeltikte çıkış sonrası bispyribac-sodium herbisit uygulamasının *Leersia hexandra* %87, *Monochoria vaginalis* türünün yoğunluğunu ise %37 oranında azalttığını belirlemiş olup çalışmamızda herbisitlerin yabancı ot türlerine karşı farklı etki gösterdiği, Almhemed ve Ustuner (2022)'de kültür bitkisi yetiştiriciliğinde sorun olan monokotil ve dikotil yabancı otlar ile kimyasal mücadelede çıkış öncesi pendimethalin uygulaması dar yapraklı yabancı otlara göre geniş yapraklı yabancı ot türlerine karşı daha etkili olduğu bildirilmiş olup elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. Aynı şekilde Avcı (2007) yaptığı çalışmada farklı herbisitlerin aynı yabancı ot türünde farklı etki gösterdiğini belirlemiş olup çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermiştir. Özasan and Süer (2013), Diyarbakır ili Karacadağ çeltik alanlarında yaptıkları çalışmada bentazone (200 ml da⁻¹) uygulamasında yabancı otlar üzerinde %87'nin üzerinde bir etki sağladığını saptamışlardır. Uzun (1983) Güneydoğu Anadolu bölgesinde soğuk su çeltikçiliğinde yaptığı çalışmada çıkış öncesi paraquat ile çıkış sonrası propanil+bentazone uygulamasının yabancı otlar üzerinde önemli bir kontrol sağladığını belirtmiştir.

Herbisit uygulamalarının yabancı otların kuru ağırlığına etkisi

Çalışmada 2021 ve 2022 yıllarında tarla denemelerinde çıkış öncesi ve çıkış sonrası herbisit uygulamalarının yabancı otların kuru ağırlığına (g/m^2) olan etkisi Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda yapılan istatistik analize göre iki yılın verileri arasında fark önemsiz olduğundan dolayı uygulamalardan elde edilen verilerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 7. Farklı herbisit uygulamalarının yabancı otların kuru ağırlığı üzerine etkisi

Table 7. Effect of different herbicide applications on dry weight of weeds

Uygulamalar	A	B	C	D
	Kuru Ağırlık (g/m^2)	Kuru Ağırlık (g/m^2)	Kuru Ağırlık (g/m^2)	Kuru Ağırlık (g/m^2)
Quinclorac SC 250 g L^{-1} (1)	120.6±9.5 ^{ab}	72.6±10.3 ^b	163.0±22.9 ^{ab}	161.5±12.4 ^b
20 g L^{-1} penoxsulam + 12.5 g L^{-1} floryprauxifen-benzyl (2)	70.3±7.0 ^c	44.3±7.7 ^{bc}	112.3±10.3 ^{bc}	126.0±40.2 ^b
250 g L^{-1} bentazone + 125 g L^{-1} MCPA (3)	88.0±17.5 ^{bc}	57.6±5.5 ^{bc}	98.0±16.0 ^{bc}	98.3±20.1 ^{bc}
300 g L^{-1} pretilachlor -20 g L^{-1} pyribenzoxim (4)	64.0±6.6 ^c	23.3±3.2 ^c	88.6±8.0 ^c	31.0±3.0 ^c
Kontrol parseli (Sezon boyu yabancı ot) (5)	134.6±14.7 ^a	181.9±20.5 ^a	184.5±32.8 ^a	254.0±21.6 ^a

A; Herbisit kullanılmayan. B; 360 g L^{-1} clomazone + 150 g L^{-1} pentoxazone, C; 300 g L^{-1} pentoxazone, D; 450 g L^{-1} pendimethalin Her sütun kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirleri ile aynıdır. ($P \leq 0.05$)

Çizelge 7’de tarla denemesinde A, B, C ve D ana parsellerindeki herbisit uygulamalarında en yüksek yabancı ot kuru ağırlığı sezon boyu yabancı otlu olan kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Sezon boyu yabancı otlu kontrol parsellerine göre yabancı ot kuru ağırlığında azalmalara neden olan en yüksek uygulamalar; A ana parsellerinde %52 etki oranı ile (4) uygulamasından, bu uygulamayı yaklaşık %48 etki ile (2) uygulama takip etmiştir. B ana parsellerinde en yüksek etki %87 ile (4) uygulamadan elde edilirken bu uygulamayı sırasıyla %76, %68 ve %60 oranı ile (2), (3) ve (1) uygulamalarından elde edilmiştir. C ana parselinde sadece en yüksek etkiyi %52 oranı ile (4) uygulamasından, D ana parselinde ise en yüksek etki %88 oranı ile (4) uygulamasından elde edilmiştir. Bandara ve ark (2017)’da çeltikte yabancı ot kontrolü uygulamalarında pretilachlor 300 g L^{-1} +pyribenzoxim 20 g L^{-1} herbisitinin yabancı ot kuru ağırlığında %98 oranında etki sağladığını ve pretilachlor 300 g L^{-1} uygulamalarının tüm herbisit uygulamaları arasında en iyi performansı gösterdiğini belirtmiş olup çalışmamızda da pretilachlor 300 g L^{-1} +pyribenzoxim 20 g L^{-1} (4) uygulamasından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Çalışmamızda farklı herbisit uygulamalarının kontrol parsellerine göre yabancı ot kuru ağırlıklarında azalmalar olduğu aynı şekilde elde edilen bulgularımızla benzer olarak Mahajan and Chauhan (2013)’nın çıkış öncesi pendimethalin (750 g da^{-1}) ve pyrazosulfuron (15 g da^{-1}) ile çıkış sonrası bispyribac-sodium (25 g da^{-1}), penoxsulam (25 g da^{-1}) ve azimsulfuron (20 g da^{-1}) herbisitlerin tek başına uygulamalarının yabancı ot kuru ağırlık biomaslarında kontrol parsellerine göre %70 ile %75 oranında azalmaların olduğunu saptamışlardır.

Verim unsurları

Çalışmanın 2021 yılı tarla denemesinde herbisit uygulamaların çeltik verimine etkisi istatistiksel olarak $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Yürütülen tarla denemesinde en yüksek çeltik verimi 550 kg da^{-1} ile D ana parselindeki (4) herbisit uygulamasından elde edilmiştir. A ana parselinde en yüksek çeltik verimi (2) uygulamadan elde edilirken B ve C ana parsellerinde ise (4) uygulamadan elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 8). Kahraman (2012)’nin Diyarbakır’da salma sulama ile yaptığı organik çeltik yetiştiriciliğinde en yüksek verimin 543 kg da^{-1} ile Karacadağ çeşidinde elde edilmiş olup, çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. Aynı şekilde Anusha and Nagaraju (2015)’da Hindistan da çeltik genotiplerinin damla sulama uygulamasında yüksek dane verimi

kaydettiğini ve dekara ortalama 790 kg elde edildiğini, geleneksel sulama yönteminde ise dekara 665 kg elde edildiğini saptamışlardır.

Çalışmamızda en yüksek çeltik verimi çıkış öncesi pendimethalin (D)+çıkış sonrası 300 g L⁻¹ pretilachlor -20 g L⁻¹ pyribenzoxim (4) uygulamasında elde edilmiş olup Mahajan and Chauhan (2013)'nında Hindistan da yaptığı çalışmada çeltikte çıkış öncesi (pendimethalin, pyrazosulfuron) ve çıkış sonrası (bispyribac-sodium, penoxsulam ve azimsulfuron) çeltikte dane verimini %119 ile %144 artış sağlandığını tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda herbisit uygulamalarının yabancı otlu kontrol parsellerine göre çeltik veriminde artış sağladığı aynı şekilde farklı araştırmacılar tarafından çeltikte yapılan çalışmalarda da herbisit uygulamalarının verimde artış sağladığını belirtmişlerdir (Stauber ve ark., 1991; Webster ve ark., 1999; Antralina ve ark., 2015; Biswas ve ark., 2023).

Çizelge 8. Farklı herbisit uygulamalarının çeltik verimine etkisi

Table 8. Effect of different herbicide applications on rice yield

Uygulamalar	A	B	C	D
	Verim (kg da ⁻¹)	Verim (kg da ⁻¹)	Verim (kg da ⁻¹)	Verim (kg da ⁻¹)
Quinclorac SC 250 g L ⁻¹ (1)	446.0±57.0 ^{ab}	328.2±35.5 ^{ab}	91.7±6.8 ^c	109.8±32.0 ^c
20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ floryprauxifen-benzyl(2)	524.6±48.6 ^a	275.6±20.4 ^{ab}	142.8±12.3 ^{bc}	231.8±28.1 ^{bc}
250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA (3)	340.8±45.1 ^b	234.5±50.5 ^{bc}	166.8±18.7 ^b	263.2±33.5 ^b
300 g L ⁻¹ pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim (4)	327.8±49.6 ^b	345.7±25.9 ^a	414.3±38.2 ^a	550.0±47.8 ^a
Kontrol parseli (Sezon boyu yabancı ot) (5)	162.2±34.6 ^c	138.8±22.1 ^c	90.2±8.7 ^c	115.6±43.1 ^c

A; Herbisit kullanılmayan. B; 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone. C; 300 g L⁻¹ pentoxazone, D; 450 g L⁻¹ pendimethalin Her sütun kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirleri ile aynıdır. (P≤ 0.05)

Tarla denemesindeki farklı herbisit uygulamalarının 1000 dane ağırlığına etkisi Çizelge 9'da verilmiştir. Çizelge 9 incelendiğinde A ve D ana parsellerinde farklı herbisit uygulamalarının bin dane ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmamızla benzer olarak Antralina ve ark. (2015)'da Endonezya'da çeltikte yabancı otların mücadelesine karşı farklı herbisit uygulamalarında çeltik verimi üzerine etkisini değerlendirmeleri sonucunda tüm uygulamalarda çeltikte 1000 dane ağırlığı açısından istatistiksel olarak farkın önemsiz olduğunu saptamışlardır. Yapılan çalışmada bin dane ağırlığı 25.97-27.37 g arasında değişmiştir. Farklı araştırmacılar da Güneydoğu Anadolu bölgesinde Karacadağ çeltiğinde yaptıkları çalışmada bin dane ağırlığını 25.0-39.87 g arasında olduğunu belirlemişlerdir (Kıran, 1992; Kıran & Oktar, 1994; Kahraman, 2012).

Çizelge 9. Farklı herbisit uygulamalarının çeltik bin dane ağırlığına etkisi

Table 9. Effect of different herbicide applications on rice thousand grain weight

Uygulamalar	A	B	C	D
	Bin Dane Ağırlığı (g)	Bin Dane Ağırlığı (g)	Bin Dane Ağırlığı (g)	Bin Dane Ağırlığı (g)
Quinclorac SC 250 g L ⁻¹ (1)	26.81 ^a	25.97 ^b	23.49 ^c	26.39 ^a
20 g L ⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L ⁻¹ floryprauxifen-benzyl (2)	26.81 ^a	26.95 ^a	27.37 ^a	26.88 ^a
250 g L ⁻¹ bentazone + 125 g L ⁻¹ MCPA (3)	26.25 ^a	26.53 ^{ab}	26.60 ^b	27.37 ^a
300 g L ⁻¹ pretilachlor -20 g L ⁻¹ pyribenzoxim (4)	26.25 ^a	26.32 ^{ab}	26.81 ^{ab}	27.02 ^a
Sezon boyu yabancı otlu kontrol (5)	26.32 ^a	26.32 ^{ab}	23.38 ^c	26.18 ^a

A; Herbisit kullanılmayan, B; 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone, C; 300 g L⁻¹ pentoxazone, D; 450 g L⁻¹ pendimethalin Her sütun kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Aynı harfle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirleri ile aynıdır. (P≤ 0.05)

Çalışmanın 2021 ve 2022 yılı tarla denemelerinde standart ilaç deneme metodunda fitotoksisite rehberi (Ek-2)'ne göre yapılan gözleme dayalı değerlendirmelerde; farklı herbisit uygulamalarında çıkış öncesi, 300 g L⁻¹ pentoxazone (C) ve 450 g L⁻¹ pendimethalin (D) herbisit uygulamalarında çeltik bitkisinde herhangi bir fitotoksisite görülmemiştir. Ancak çıkış öncesi uygulanan 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone (B) herbisiti çeltik çıkışından sonraki ilk değerlendirmede (7. gün) yapraklarda hafif fitotoksisite görüldüğü ancak sonraki değerlendirmelerde fitotoksisitenin azaldığı görülmüştür. Çalışmamıza benzer olarak Webster ve ark. (1999)'da çeltikte gözleme dayalı değerlendirmede çıkış öncesi herbisit uygulamasında çeltik çıkışından 7 gün sonra ≤%18 fitotoksisite görüldüğü ve çıkış sonrası uygulamadan 7 gün sonra bu oran %10'un altına düştüğünü, tüm herbisit uygulamalarında kontrole göre çeltik verimi daha yüksek olduğunu, Andres (2013)'de Güney Brezilyada çeltikte yabancı ot kontrolü için çıkış öncesi ve çıkış sonrası uygulanan clomazone herbisitinin tüm uygulamalarda çeltikte bir dereceye kadar zarara yol açtığı ancak uygulamadan 21 gün sonra çeltikte bitkisinde herhangi bir fitotoksisitenin görülmediğini, özellikle herbisitlerin çıkış öncesi uygulandığında çeltikte fitotoksisite görüldüğünü belirlemişlerdir.

Sonuç olarak, ülkemizde çeltik üretiminde geleneksel sulama sistemi olan tava sulama yönteminde yabancı otlara karşı kullanılan çıkış öncesi ve çıkış sonrası herbisit uygulamalarında yabancı ot türleri üzerinde etkili olup çeltik veriminde artış sağlamaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlarda da damla sulama sistemi ile çeltik yetiştiriciliğinde uygulanan bazı herbisitlerin yabancı ot türlerinde etkili olduğu ve çeltik veriminde artış sağladığı belirlenmiştir.

Bu çalışmanın 2021 ve 2022 yılı tarla denemelerin ortalama değerlerine göre; farklı herbisit uygulamaların yabancı ot türleri üzerinde farklı oranlarda etki sağladığı belirlenmiştir. İki yıllık yürütülen tarla denemelerinde çıkış öncesi herbisit uygulamalarında en düşük yabancı ot yoğunluğunun pendimethalin (D) uygulamasından elde edilmiş olup bu uygulamayı sırasıyla 300 g L⁻¹ pentoxazone (C) ve 360 g L⁻¹ clomazone + 150 g L⁻¹ pentoxazone (B) herbisitleri takip etmiştir. Çıkış sonrası uygulamalarda ise 300 g/L pretilachlor-20 g/L pyribenzoxim (4) herbisitleri *A. retroflexus*, *X. strumarium* ve *S. halepense* yabancı ot türleri üzerinde sırasıyla %76, %91 ve %78 oranında en yüksek etkiyi sağladığı saptanmıştır. Ayrıca herbisit uygulamalarında bu yabancı otların kuru ağırlık değerlerinde %70 ile %90 arasında azalmalara sebep olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamayı takiben sırasıyla 250 g L⁻¹ bentazone + 125 g L⁻¹ MCPA (3), 20 g L⁻¹ penoxsulam + 12.5 g L⁻¹ florpyrauxifen-benzyl (2) ve Quinclorac SC 250 g L⁻¹ (1) herbisit uygulamaları yer almıştır.

Tarla denemelerinde herbisit uygulamalarının çeltik bitkisine olan etkisinin gözleme dayalı yapılan değerlendirmede sadece çıkış öncesi clomazone etken maddeli herbisitinin çeltik bitkisinde hafif fitotoksisite görüldüğü ve bunun zamanla azaldığı, diğer çıkış öncesi ve çıkış sonrası tüm uygulamalarda herhangi bir fitotoksisitenin görülmediği saptanmıştır.

Çalışma sonucunda damla sulama ile yetiştiriciliği yapılan Karacadağ çeltik çeşidinde hemen hemen tüm herbisit uygulamalarında kontrol parsellerine göre çeltik veriminin artırdığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında Güneydoğu Anadolu bölgesinde damla sulama ile yetiştiriciliği yapılan Karacadağ çeşidinde çıkış öncesi ve sonrası herbisitlerin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Böylece bölgede damla sulama ile çeltik yetiştiriciliği yapacak olan üreticilere bir herbisit programı oluşturulması önerilebilecektir. Önerilen herbisit programı ile gereksiz ve aşırı herbisit kullanımının önüne geçilerek çevrenin korunmasının yanı sıra ülke ekonomisine de katkı sağlanması beklenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nün 5612 numaralı proje 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

- Almhemed, K., & Ustuner, T. (2022). Assessment of some weed control methods efficacy and yield losses caused by weed in eggplant. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30, 7514-7520.
- Andres, A., Concenço, G., Theisen, G., Vidotto, F., & Ferrero, A. (2013). Selectivity and weed control efficacy of pre- and post-emergence applications of clomazone in Southern Brazil. *Crop Protection*, 53, 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.06.012>
- Antralina, M., Istina, I.N., Yuwariah, Y., & Simarmata, T. (2015). Effect of difference weed control methods to yield of lowland rice in the SOBARI. *Procedia Food Science*, 3, 323-329. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.035>
- Anusha, S., & Nagaraju, N. (2015). Performance of rice genotypes under drip irrigation in comparison with aerobic and puddled transplanted condition. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 49 (2), 193-197.
- Avcı, M.B. (2007). Trakya bölgesinde buğday, arpa, mısır ve çeltik tarımında herbisit kullanımının sürdürülebilir tarım açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, 128 s.
- Bandara, R.M.U.S., Marambe, B., Abeysekara, A., Wickrama, W., Dissanayaka, H., Siriwardana, A., Nawarathna, N., & Silva, Y. (2017). Weed management practices in machine transplanted rice cultivation. *Tropical Agricultural Research*, 28, 517-519. <https://doi.org/10.4038/tar.v28i4.8251>
- Biswas, B., Timsina, J., Garai, S., Mondal, M., Hirak, B., & Kanthal, S. (2020). Weed control in transplanted rice with post-emergence herbicides and their effects on subsequent rapeseed in Eastern India. *International Journal of Pest Management*, 69 (1), 89-101. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1853276>
- Davis, P.H. (1965-1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh at the University Press, Volume 1-10, Edinburgh, UK.
- Demirel, K., Çamoğlu, G., Tatar, Ö., Nar, H., Boran, A., Eroğlu, İ., & Genç, L. (2020). Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 108-121. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.678748>
- Eymirli, S. (2011). Çukurova'da mısır ekim alanlarında yaygın olarak kullanılan herbisitlerin etkili minimum dozlarının saptanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, 347 s.
- FAO. (2024). *The Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Crops and Livestock Products Data <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Geçit, H.H., Çiftçi, C.Y., Emeklier, H.Y, İkincikarakaya, S., Adak, M.S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., & Kendir, H. (2009). *Tarla Bitkileri*. A.Ü.Z.F. Ders Kitabı: 521, Yayın No: 1569, Ankara, 540 s.
- Günçan, A. (2013). *Yabancı otlar ve mücadele prensipleri*. Selçuk Üniversitesi Basımevi, 5. Baskı, Konya, 313.
- Kahraman, Ş. (2012). Diyarbakır yöresinde çeltik yetiştiriciliğinde organik tarım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 73 s.
- Kaya, A., & Ateş, M. (2022). Türkiye'de çeltik üretiminin yıllar itibarıyla değişimi. *Anadolu 11th International Conference on Applied Science*, December 29-30, Diyarbakır.
- Kıral, B., Sürek, H., Ezer, A.K., Neğiş, M., & Yüce, İ.H. (1985). Çeltik. Edirne Ziraat Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Yayın No: 4, Edirne, 30 s.

- Kıran, A. (1992). Çeltik Ekim Zamanları Tespit Denemesi Sonuç Raporu. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 6, Diyarbakır, 23-34 s.
- Kıran, A., & Oktar, F. (1994). Ülkesel çeltik araştırmaları. 1993 Yılı Gelişme Raporu, Diyarbakır, 106-118 s.
- Mahajan, G., & Chauhan, B.S. (2013). Herbicide options for weed control in dry-seeded aromatic rice in India. *Weed Technology*, 27 (4), 682-689. <https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00016.1>
- Mutlu, Ç., Duman, M., Karaca, V., Bayram, Y., & Süer, İ.E. (2016). Karacadağ çeltiğinde Cicadellidae, Cixiidae ve Delphacidae (Hemiptera) türleri ile bunların popülasyonuna yabancı otların etkisi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 6 (4), 279-289. <https://doi.org/10.16969/teb.35783>
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 574 p.
- Özaslan, C., & Süer, İ.E. (2013). Determination of weeds and effective herbicides in rice fields in Karacadağ. *16th European Weed Research Society Symposium*, Türkiye, 247.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., & Tursun, N. (1998). *Herboloji (Yabancı ot bilimi)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:20, Kitaplar Serisi No:10, Tokat, 403 s.
- Semerci, A., & Everest, B. (2021). Çanakkale ilinde çeltik üretiminin ekonometrik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8 (3), 576-584. <https://doi.org/10.30910/turkjans.806410>
- Sezer, İ., Akay, H., Öner, F., & Şahin, M. (2012). Çeltik üretim sistemleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2, 6-11. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/derleme/issue/35087/389160>
- Sokat, Y. (2023). Çanakkale ve Balıkesir illerinde damla sulama ile çeltik üretimi yapılan alanlarda bulunan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları. *Turkish Journal of Weed Science*, 26 (1), 75-82. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws/issue/78871/1276739>
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ.A., & Kurt, Ş. (2017). Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 23-33. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/324231>
- Stauber, L.G., Nastasi, P., Smith, J.R., Baltazar, A.M., & Talbert, R.E. (1991). Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and bearded sprangletop (*Leptochloa fascicularis*) control in rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, 5, 337-344. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00028207>
- Taşlıgil, N., & Şahin, G. (2011). Türkiye’de çeltik (*Oryza sativa* L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. *Adıyaman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6, 182-203. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/adyusbd/issue/1397/16506>
- Tepe, İ. (2014). *Yabancı otlarla mücadele*. Sidas Medya Ziraat Yayın No: 031, İzmir.
- TOB. (2024). *Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü*. Yabancı Ot Standart İlaç Deneme Metotları. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Yabanc%C4%B1%20Ot%20Standart%20%C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf>
- TÜİK. (2024). *Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Uludağ, A., Göktepe, O., Serim, A.T., & Üremiş, İ. (2021). Bugünden yarına çeltikte yabancı ot mücadelesi. *NETAFİM Çeltik Bülten*, 1, 18-21.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., & Üremiş, İ. (1993). Türkiye’nin Yabancı otları ve Bazı Özellikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Adana Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü, No: 78, Adana, 513 s.
- Üremiş, İ., Karaat, Ş., Gönen, O., Canihoş, E., Kütük, H., Ekmekçi, U., Çetin, V., Aytaş, M., & Kadioğlu, İ. (1996). Çukurova Bölgesi’nde zirai mücadele ilaç kullanımının genel değerlendirilmesi. *II. Ulusal Ziraat Mücadele İlaçları Sempozyumu*, 18-20 Kasım 1996, Ankara, 73-79.
- Üremiş, İ., Sertkaya, G., Çarpar, H., Sertkaya, E., & Yıldırım, A.E. (2015). Hatay ili yerli “derviş” çeşidi çeltik alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin belirlenmesi. *Konuralp Çeltik Çalıştayı*, 14-16 Aralık 2015, Düzce, 42-45.

- Üremiş, İ., Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., & Sertkaya, E. (2023). Hatay ili tarımsal alanlarında bulunan canavar otu türlerinin, yaygınlıklarının, yoğunluklarının ve potansiyel zarar seviyesinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 338-354. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1240285>
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E.M., & Sertkaya, E. (2020). Hatay ili havuç ekim alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yaygınlıkları, yoğunlukları ve durumlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 211-228. <https://doi.org/10.33462/jotaf.645336>
- Üstüner, T., & Altın, N.B. (2003). Niğde yöresinde buğdayda sorun olan yabancı otlar ve yoğunlukları. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 6 (2), 32-44.
- Üstüner, T., Al Sakran, M., & Üstüner, M. (2023). Effects of some control methods on Johnson grass and yield components in tomato fields. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 47, 308-318. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3088>
- Uygur, F.N. (1991). *Herboloji araştırma yöntemleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yardımcı Ders Notu, Adana, 69 s.
- Uzun, A. (1983). Güneydoğu Anadolu bölgesindeki çeltik alanlarındaki bazı darıcan (*Echinochloa* spp.) ve bazı tek yıllık topalak (*Cyperus* spp.) türleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Diyarbakır, 97 s.
- Webster, E., Baldwin, F., & Dillon, T. (1999). The Potential for clomazone use in rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*, 13 (2), 390-393. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00041919>
- Yazlık, A., Bör, A.R., & Eroğlu, E. (2020). Türkiye’de çeltik üretiminde yabancı ot durumunun değerlendirilmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3 (4), 290-300. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bsagriculture/issue/56447/785351>

Examination of dairy cattle farms in Burdur province in terms of animal welfare

Burdur ili süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan refahı yönünden incelenmesi

Hacı DÜZEN¹, Serkan ÖZKAYA¹, Halil İbrahim YILMAZ²

¹Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Isparta, Türkiye.

²Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Isparta, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 19.03.2024 Accepted / Kabul: 25.06.2024</p> <p>Keywords: Burdur Dairy cattle Farms Animal welfare</p> <p>Anahtar Kelimeler: Burdur Süt sığırcılığı İşletme Hayvan refahı</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Serkan ÖZKAYA serkanozkaya@isparta.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>This study aims to assess the status of dairy cattle farms in Burdur province with regard to animal welfare. A total of 56 dairy cattle farms were visited, and face-to-face interviews were conducted with owners. Findings revealed that 32.1% of dairy cattle breeders had received vocational training, with 19.6% having undergone training solely in animal nutrition, and 12.5% possessing information and training specifically related to animal welfare. Most breeders (91.1%) preferred the semi-open shelter type and the eastern direction (67.9%) as the long-axis direction. Concrete was preferred construction material for shelter bases in the majority of cases (98.2%). However, it was noted that certain aspects crucial to animal welfare, such as the loading ramp, vaccination route, and urinary tract, were not adequately incorporated into the planning process. Manure cleaning was typically performed every six months (32.1%), with 60.7% utilizing a tractor for assistance. In the observations made, it was determined that the cows had hoof problems (53.6%) and lameness was low (33.9%). It was determined that the legs (44.0%), thighs (44.9%), and udder-abdomen area (44.2%) of the cows were dirty. It was determined that cows had an average body condition score of 2.25-3.5 (38.9%) and a rumen fill score of 3 (38.1%). It was determined that the cows had easy access to water and were fed in two meals (91.1%) in the morning and evening. The results showed deficiencies regarding animal welfare in the planning and management of shelters in dairy cattle farms in Burdur province.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu araştırmada, Burdur ili süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan refahı açısından durumlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 56 süt sığırcılığı işletmesi ziyaret edilmiş ve işletme sahipleri ile birebir yüz yüze yapılan görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Süt sığırcılığı yetiştiricilerinin %32.1'inin mesleki eğitimlerinin olduğu bunların %19.6'sının sadece hayvan besleme ile ilgili eğitim aldıkları, %12.5'inin ise hayvan refahı hakkında bilgi ve eğitimlerinin olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğu (%91.1) yarı açık barınak tipi ve uzun eksen yönü olarak doğu yönünü (%67.9) tercih etmişlerdir. Barınakların büyük çoğunluğunda (%98,2) taban yapı malzemesi olarak beton tercih edilmiştir. Ancak yükleme rampası, aşı yolu ve idrar kanalı gibi hayvan refahını ilgilendiren yapı kısımlarına planlamada yer verilmediği belirlenmiştir. Barınakların %60,7'sinde gübre temizliği genellikle traktör yardımı ile altı ayda bir (%32.1) yapılmaktadır., Yapılan gözlemlerde, ineklerde tırnak problemlerinin olduğu (%53.6), topallık durumunun az olduğu (%33.9) belirlenmiştir. İneklerin bacaklarının (%44.0), uyluk kısımlarının (%44.9) ve meme-karın bölgesinin (%44.2) kirli olduğu belirlenmiştir. İneklerin ortalama 2.25-3.5 arasında (%38.9) vücut kondisyon skoruna sahip oldukları ve rumen çukuru skorunun 3 olduğu (%38.1) tespit edilmiştir. İneklerin suya rahatça ulaşmaları sağlanırken besleme sabah-akşam iki öğünde (%91.1) yapıldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Burdur ili süt sığırcılığı işletmelerinde barınakların planlanması ve yönetiminde hayvan refahı ile ilgili eksikliklerin olduğunu göstermiştir.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Düzen, H., Özkaya, S., & Yılmaz, H.İ. (2024). Examination of dairy cattle farms in Burdur province in terms of animal welfare. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 663-678. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1455393</p>

INTRODUCTION

Urbanization, along with the rise in education and economic status, as well as the influence of the media, civil society, and consumer awareness, has contributed to heightened scrutiny of animal welfare, particularly within the dairy industry. Consumers are increasingly questioning the methods and conditions under which animal products are produced and reach their tables (Ünal, 2007). When discussing animal welfare, it is essential to consider not only environmental conditions but also the physical health and psychological well-being of animals (Koknaroglu & Akunal, 2013).

In dairy cows, for example, lameness, mastitis, reproductive problems, abnormal behaviour, physiological discomfort, or injury are indicators of poor welfare. Poor welfare may be due to poor herd management, but increased production may make this situation more widespread. As milk yield increases, mastitis, lameness, and reproductive problems tend to increase. More problems arise when cows, which are well adapted to high-fibre feed and moderate milk yield, are overloaded beyond their normal biology, that is, are under stress. This stress increases the risk of poor welfare, especially in high-yielding cows (Broom, 2000). In addition, the shelter conditions of cows, who spend most of their lives in closed areas (for example, the design of feeding, resting and walking areas), the re-establishment of the order they are used to, the cattle that are removed from their natural environments to eliminate the negativities that occur in farms where intensive animal production is carried out, and any problems that arise in this process. It is important to make efforts to eliminate all kinds of negativities and to raise animals in healthier and more welfare conditions (Arnott et al., 2017; Bewley et al., 2017).

The quality of animal products and the health of newborn calves are directly influenced by the environment and care-feeding conditions in which the animals live. Therefore, the study aimed to assess the current state of dairy cattle farms in Burdur province, where a significant portion of the population relies on animal husbandry for their livelihood. The objective was to examine shelter and breeding conditions and evaluate them in terms of animal welfare.

MATERIALS and METHODS

The study was planned to be conducted voluntarily in 56 dairy cattle farms in Burdur province, each housing 100 or more animals (An average of 195.50 ± 20.79).

A form was devised to compile data gathered from the farms. This form encompasses information regarding shelter infrastructure and the animals housed within, care and feeding protocols, assessment of animal cleanliness, evaluations of body condition scores, details about lameness incidents, and information about the breeders, including their experiences and training background.

The cow cleanliness scoring system, as outlined by Aytakin et al. (2021), involves assessing the cleanliness of specific body parts of cows, including their legs, thighs, and udder-abdomen region. Each part is assigned a cleanliness score ranging from 1 to 4, with 1: clean, 2: some dirty, 3: dirty, 4: very dirty. The cleanliness assessment was conducted by the authors of the article.

Cows with a body condition score (BCS) ranging from 1 to 2 (with an average of 1.75) are categorized as thin; cows with a BCS between 2.25 and 3.50 (with an average of 3) are considered to be in good condition; cows with a BCS falling between 3.75 and 5 (with an average of 4.25) are defined as being fatty (Hutu & Onan, 2019).

Rumen score, as evaluated by Hulsen (2008), involves assessing the left rear side of cows and assigning points ranging from 1 to 5:

Score 1: The para lumbar fossa behind the last rib is deeper than a hand's width,

Score 2: The para lumbar fossa behind the last rib is a hand's width deep,

Score 3: The para lumbar fossa behind the last rib is still visible,

Score 4: The para lumbar fossa behind the last rib is not visible,

Score 5: The lateral protrusions of the lumbar vertebrae are not visible because the rumen is full.

Statistical analysis

The data obtained in our study were analyzed using the IBM SPSS 25.0 statistical calculation program. The chi-square tests were applied to analyze the data. The Kruskal-Wallis test was utilized to evaluate differences between values obtained concerning characteristics such as the total number of animals and levels of factors with more than two levels, such as experience and educational status. Similarly, for the characteristics mentioned above, the Mann-Whitney U test was applied to determine differences between levels of factors with two levels, such as receiving/not receiving education on animal husbandry.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Breeders' education on animal husbandry and the training they received

It is observed that the majority of breeders, constituting 67.9%, have not received any training in animal husbandry, as depicted in Figure 1. This indicates that training in the profession is relatively low, with only 32.1% of breeders having received such training.

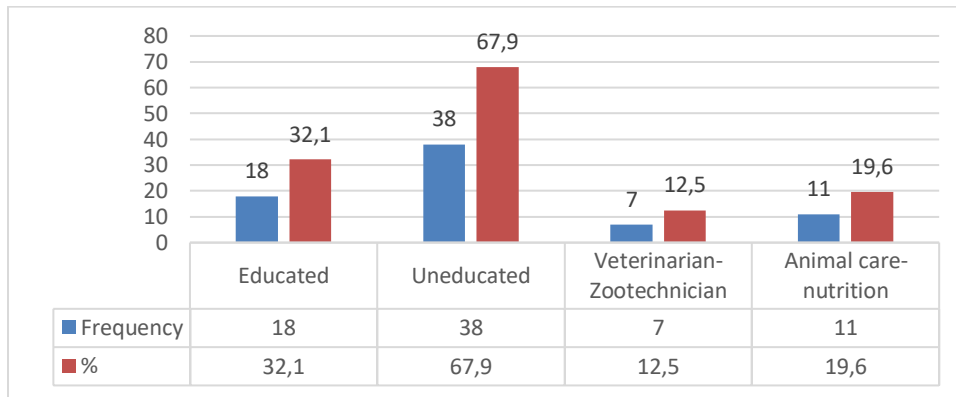


Figure 1. Educational status of breeders regarding animal husbandry and the training they received regarding animal husbandry

Şekil 1. Yetiştiricilerin hayvancılık ile ilgili eğitim durumları ve hayvancılık ile ilgili aldığı eğitimler

The data obtained in our study aligns with findings from previous studies conducted in Türkiye, which also indicate that the majority of breeders lack vocational training in animal husbandry. For instance, Köseman and Şeker (2016) reported that 64.5% of breeders in Malatya province and Koçak (2020) found that 93.8% of breeders in Ankara province did not have vocational training in animal husbandry. Similarly, our study reflects this situation, indicating a prevailing trend of inadequate vocational training among breeders in the country.

According to Figure 1, among the trained individuals, only 12.5% are veterinarians and zootechnicians. Furthermore, 19.6% of individuals received training solely on animal care and nutrition from the relevant ministry, and they reported having no knowledge about animal welfare.

The education of breeders and individuals working in the sector plays a crucial role in reducing stress in animals, improving welfare, and ultimately increasing productivity (Kauppinen et al., 2012). However, the data suggests that there is a significant gap in training related to animal welfare among individuals involved in animal husbandry. For instance, in Afyonkarahisar province, only 3% of dairy cattle breeders and employees received training in areas related to animal welfare, despite 32.7% receiving general animal husbandry training (Şahanoğlu, 2014). Similarly,

in Malatya province, only 3.5% of breeders had training in animal husbandry (Köseman & Şeker, 2016). In Ankara, while 40% of employees in dairy cattle enterprises received training, only 6.7% received training specifically on animal welfare (Öcal, 2020). These findings underscore the need for more comprehensive training programs that encompass not only animal husbandry practices but also focus on animal welfare to ensure the well-being of livestock and enhance productivity in the sector.

Shelter type and long axis direction of farms

The majority of breeders, accounting for 91.1%, expressed a preference for semi-open shelters, as illustrated in Figure 2. Conversely, only 7.1% of breeders chose the open shelter. This tendency towards semi-open shelters contrasts with previous findings in Burdur province, where Elmaz et al. (2010) reported that 51.9% of shelters were closed, 27.2% were open, and 20.9% were semi-open.

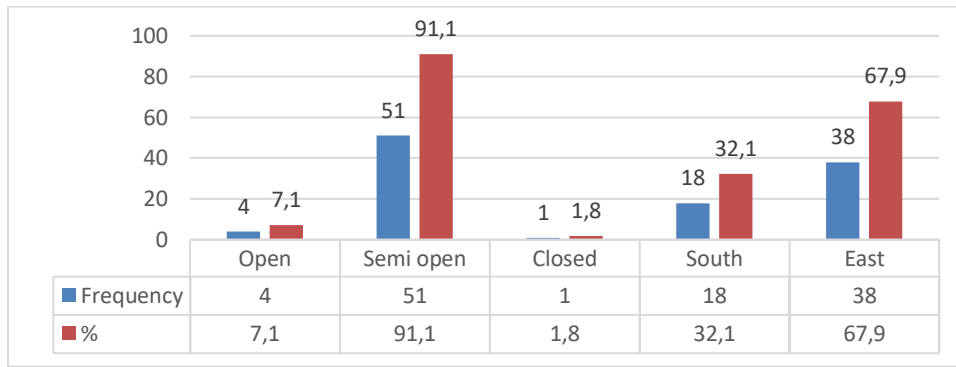


Figure 2. Type of shelter preferred by breeders

Şekil 2. Yetiştiricilerin tercih ettiği barınak tipi ve uzun eksen yönü

Studies indicated that breeders generally prefer closed shelters for their livestock, irrespective of the region. For instance, in Diyarbakır province, 87% of breeders favoured closed shelters (Denli et al., 2013), while in Isparta province, 64% of dairy cattle breeders preferred closed (stall) shelters (Yılmaz & Yardımcı, 2014). Similarly, in Malatya province, Köseman and Şeker (2016) reported that 45.3% of shelters were closed-attached, 9.2% were closed-free, and 13.3% were semi-open shelters. In another study in Diyarbakır province, Tutkun et al. (2017) found that 89% of breeders preferred closed shelters, with 8% preferring semi-open shelters.

Furthermore, in the Ondokuz Mayıs district of Samsun, Satılmış and Atasever (2022) determined that breeders favoured closed shelters at a rate of 96.6%. In the Polatlı district of Ankara, breeders preferred closed shelters at a rate of 86.5%, according to Koçak (2020). In the central district of Erzincan, Özsağlıcak and Yanar (2022) stated that 95% of breeders preferred closed shelters, while the Aşkale district of Erzurum, Koçyiğit et al. (2023) reported preferences of 46.2% for closed stalls, 52% closed without stalls and 1.8% of for closed free stalls.

In Burdur province and its districts, it has been observed that 67.9% of shelters were constructed with their long axes oriented towards the east, while 32.1% were oriented towards the south, as depicted in Figure 2. This preference for east-oriented shelters is notable because it aligns with strategies recommended for adapting to climate change. Research suggests that animal shelters oriented in an east-west direction can effectively mitigate the impacts of climate change. Such orientation minimizes the direct entry of sunlight into the shelter, thereby providing better thermal comfort for the animals (Kumar et al., 2021). Therefore, the preference for east-oriented shelters among breeders in Burdur province indicates a potential adaptation strategy for enhancing animal welfare in the face of climate change.

The preferred material for shelter floor, lighting and ventilation

The preferred materials for shelter floors among breeders are illustrated in Figure 3. Notably, breeders overwhelmingly prefer concrete as the floor material, with a preference rate of 98.2%. Only a small percentage, 1.8%, chose a hard compacted soil (HCS) floor. The primary reason cited for choosing concrete floors is their ease of cleaning and durability. However, it's worth noting that concrete floors have been associated with an increase in foot problems, which can adversely affect animal welfare (Manninen et al., 2002).

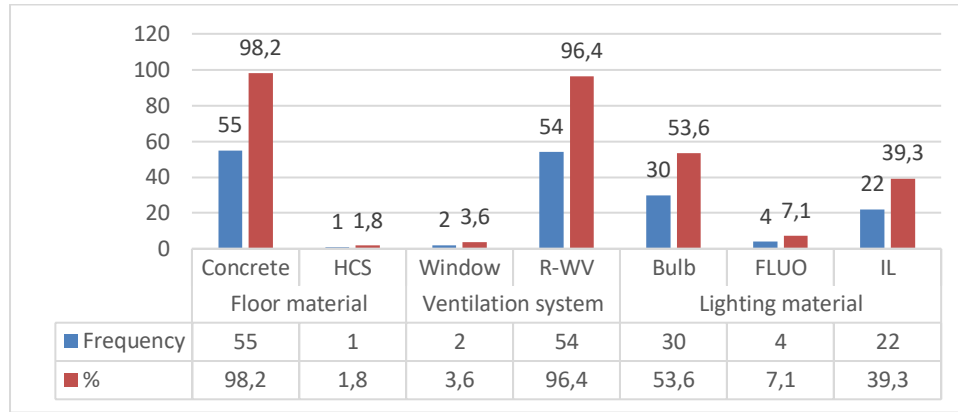


Figure 3. The material preferred by breeders for shelter floor, lighting and ventilation

HCS: Hard compacted soil, R-WV: Strip ventilation between the roof and walls, FLOU: Fluorecent, IL: Industrial lighting

Şekil 3. Yetiştiricilerin barınak tabanında, aydınlatılmasında ve havalandırmasında tercih ettikleri malzeme
HCS: Sert sıkıştırılmış Toprak, R-WV: Çatı-duvar arası şerit havalandırma, FLOU: Floresan, IL: Endüstriyel aydınlatma

This preference for concrete floors is consistent with findings from various studies conducted across different regions of Türkiye. For instance, Elmaz et al. (2010) found that 73.1% of breeders in Burdur province preferred concrete, 2.4% preferred stone and 24.5% preferred HCS as a floor material for shelter. Güler et al. (2017) reported that in Erzurum province's Narman district, 43.8% of breeders preferred concrete, 32.7% preferred stone, and 23.6% preferred HCS for shelter floor. In Uşak province, Alapala Demirhan and Yenilmez (2019) found that 76% of breeders preferred concrete for shelter floors. Öcal (2020) stated that 93.33% of breeders in Ankara province preferred concrete and 6.67% preferred HCS. Similarly, in the Polatlı district of Ankara province, Koçak (2020) found that 82.3% of breeders preferred concrete, 16.7% preferred HCS, and 1.0% preferred litter. Bakır and Kibar (2020) reported that in Muş province, 78.6% of breeders preferred concrete and 21.4% preferred HCS. Özsağlıcak and Yanar (2022) noted that in the central district of Erzincan, 98.2% of breeders preferred concrete, 0.3% preferred HCS, 1.0% preferred wood, and 0.5% preferred ceramic andesite. These findings highlight the widespread preference for concrete as the floor material for shelter floors among breeders in various regions, underscoring its perceived advantages in terms of cleanliness and durability. However, it's essential to consider potential welfare implications, particularly regarding foot health, associated with concrete flooring.

In the examined shelters in Burdur province, it was found that 3.6% of them preferred Windows as the ventilation system, while 96.4% preferred strip ventilation between the roof and walls (R-WV), as Figure 3. Ensuring good ventilation in shelters is crucial for maintaining the comfort of animals, as emphasized by Kumar et al. (2021). Inadequate ventilation poses a significant risk factor for respiratory diseases, particularly pneumonia, which is one of the most common diseases in cattle herds. Effective ventilation plays a vital role in preventing respiratory and other diseases, as respiratory pathogens such as bacteria and viruses cannot survive for long periods in environments with proper ventilation (Anonymous, 2023). Interestingly, in a previous study conducted in Burdur

province, breeders predominantly preferred windowed systems (87.8%) and chimney systems (24.4%) in shelters (Elmaz et al., 2010). However, the current study reflects a shift in preference from closed shelter systems to semi-open shelter systems in Burdur province, which has also influenced the choice of ventilation systems in shelters. Similar trends have been observed in other regions as well. For instance, in the Narman district of Erzurum, Güler et al. (2017) found that 33.7% of shelters had ventilation holes, while 67.3% preferred chimney systems. In Muş province, Bakır and Kibar (2020) reported that 90.8% of shelters had ventilation chimneys. Additionally, Koçak (2020) observed that in shelters in the Polatlı district of Ankara, 64.2% preferred window+chimney systems, 15.8% preferred window alone, 4.2% preferred ventilation chimneys, and 1.1% preferred R-WV systems. However, challenges with providing sufficient ventilation have been reported in some areas. For example, Satılmış and Atasever (2022) noted that in Samsun province, sufficient ventilation could not be achieved because breeders preferred closed-type shelters. Similarly, in cattle farms in the Eyyubiye district of Şanlıurfa, Doğanay and Yanar (2023) found that 43% of ventilation systems consisted of shelter ventilation windows, 9.6% ventilation chimneys, 48.9% R-WV, and 39.3% ventilators or fans.

In the examined shelters, it was found that 53.6% of them used bulbs for artificial lighting, 39.3% used industrial lighting (IL), and 7.1% used fluorescent (FLUO) lamps, as shown in Figure 3. Lighting plays a crucial role in the livestock industry due to its significant impact on cattle. It actively contributes to increasing milk production, fertility, and dry matter intake in cows. For optimal conditions, an illumination level of 160-200 lux is recommended for cattle shelters. Cows may have difficulty recognizing objects in the presence of shadows or varying light intensities within the shelter, which can lead to injuries due to impaired visibility (MacGregor & Campbell, 2024). LED lamps are often recommended as the primary lighting option on farms due to their durability, energy efficiency, lower heat production, and minimal maintenance requirements (MacGregor & Campbell, 2024). However, preferences for lighting options vary across different regions in Türkiye. In the current study, bulbs appear to be the preferred choice. Similarly, Şahanoğlu (2014) reported that breeders in Afyonkarahisar province predominantly preferred bulbs (88.1%) for lighting in their shelters, and the lighting level was deemed sufficient. In contrast, other regions exhibit different lighting preferences. For instance, Güler et al. (2017) found that windows were preferred for lighting in shelters in the Narman district of Erzurum. In Ankara province, Öcal (2020) reported that FLUO lamps were the preferred lighting option for a majority of breeders (86.67%). Conversely, in the Polatlı district, Koçak (2020) noted that breeders predominantly preferred bulbs (80.9%) and industrial lighting (IL) (2.1%), with the preferred lighting type being deemed sufficient for 52.1% of the respondents. Similarly, Özsağlıcak and Yanar (2022) found that the majority of breeders (94.2%) in the central district of Erzincan preferred the natural window system for lighting. In the Eyyubiye district of Şanlıurfa, Doğanay and Yanar (2023) observed that lighting through openings and windows between the roof and wall was commonly used by the majority of breeders (72.4%).

Animal loading ramp and vaccination route status in shelters

In the shelters examined, 55.4% have animal loading ramps for facilitating animal transportation, while 23.2% have vaccination routes for administering vaccinations and treatments, as depicted in Figure 4.

The presence of loading ramps for transporting animals and vaccination routes for administering treatments directly impacts animal welfare (Karslıoğlu Kara & Koyuncu, 2011). Loading animals onto transport vehicles, especially, is a critical aspect of transportation that can significantly affect animal stress levels (Van de Water et al., 2003). Furthermore, injuries sustained during animal handling can result in significant losses in animal production. During the care of animals, such as vaccination and medication administration, direct contact between animals and personnel occurs, posing risks to both parties. Injuries sustained during these activities not only increase stress in animals but also lead to productivity losses. Therefore, minimizing direct contact with animals is essential. The presence of vaccination routes or corridors plays a crucial role in preventing or reducing the occurrence of injuries during these animal-related practices, thus contributing to the overall welfare of the animals (Anitaş & Göncü,

2021). These facilities help in streamlining the vaccination and treatment processes, reducing stress on both animals and personnel and ultimately improving productivity and welfare outcomes.

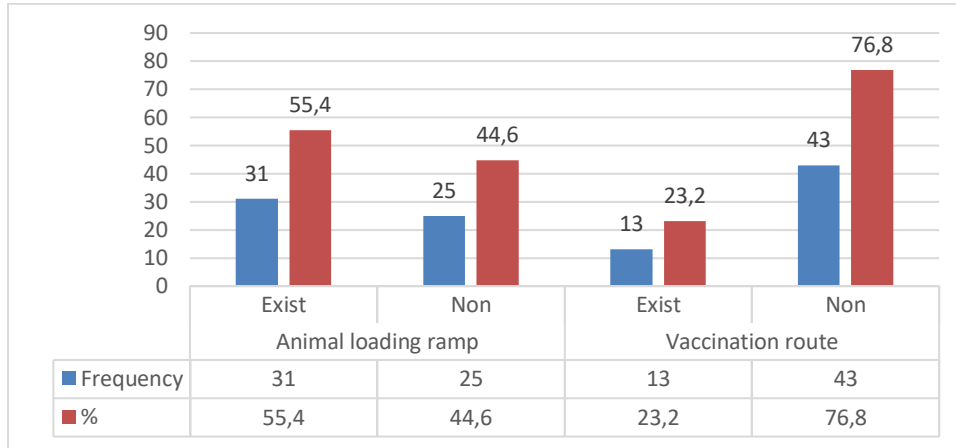


Figure 4. Presence of animal loading ramps and vaccination routes in shelters

Şekil 4. Barınaklarda hayvan yükleme rampası ve aşı yolu varlığı

Waste management

The accumulation of faeces and urine within the enclosure can lead to various issues such as poor hygiene, mastitis, and lameness in cows, which are significant concerns for both the welfare and productivity of the animals (Warnick et al., 2001; Schreiner & Ruegg, 2003; Zdanowicz et al., 2004). Cow faeces may contain infectious bacteria and contribute to the transmission of diseases such as Johne's disease (Stabel, 1998), posing risks not only to the health of the animals but also to human health. Therefore, proper management of manure and sanitation within the enclosure is essential to maintain a healthy environment for the cows and minimize the spread of diseases. However, it's noteworthy that a majority of farms in Burdur province lack a urinary canal, as indicated in Figure 5. Only 23.2% of farms have urinary canals installed. Additionally, in accordance with Figure 8, the majority of breeders (60.7%) opt to remove faeces from the shelter floor once a month with the aid of a tractor. Conversely, those employing automatic scrapers for cleaning purposes (35.7%) engage in manure removal twice a day.

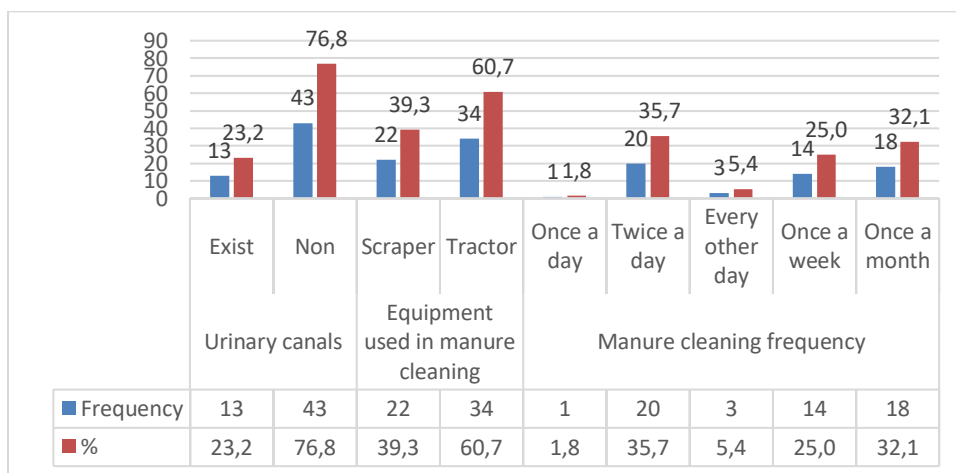


Figure 5. Presence of animal urinary canals, equipment used in manure cleaning and frequency of cleaning in shelters

Şekil 5. Barınaklarda idrar kanalı varlığı, gübre temizliğinde kullanılan ekipman ve temizlik sıklığı

The absence of urinary canals can have detrimental effects on the air quality within shelters, leading to the accumulation of harmful gases resulting from urine accumulation (Koçak, 2020). Additionally, it contributes to the prevalence of foot and hoof problems among animals (Denli et al., 2013), while the manure of cows lying in stalls falls into the absence of urinary canals, aiding in maintaining cleanliness, especially in the udder part (Yılmaz and Yardımcı, 2014). Research indicates that 74.5% of shelters in the Narman district of Erzurum (Güler et al., 2017), and 81.1% of shelters in Ankara province (Koçak, 2020) are equipped with urinary canals.

The cleaning of cow walking paths is recommended to be performed at least twice daily (Anonymous, 2024a). In Ankara province, it was found that 96.8% of breeders manually removed faeces from shelter floors, with 63.5% cleaning the shelter twice a day and 26% doing so once a day (Koçak, 2020). Cleaning frequencies of every other day, once a week, and once a month were reported to be low at 2.1%, 4.2% and 4.2%, respectively. Bakır ve Kibar (2020) noted that in Muş province, 90.3% of breeders clean shelters daily, with 84.9% using manual methods and 15.1% employing automatic scrapers. In the central district of Erzincan, it was reported that 97.5% of cleaning operations were carried out manually, with 1.5% using automatic mechanical scrapers, and 1% using tractors for faeces removal from shelter floors (Özsağlıcak & Yanar, 2022). Doğanay and Yanar (2023) indicated that in the Eyyubiye district of Şanlıurfa, manpower was utilized for shelter cleaning at a rate of 80%, while scrapers and tractors were employed at rates of 5.9% and 14.1%, respectively.

Watering and feeding of cows

The freedom for animals to access water and feed is a critical aspect of welfare criteria (WOAH, 2023). During inspections, it was noted that shelters were designed to facilitate easy access to water, with all examined shelters ensuring that animals can access water whenever needed. In Malatya, breeders water their animals with varying frequencies: 50.2% water them twice a day, 2.6% water them once a day, and 3.6% water them more than twice a day. Additionally, 43.6% of animals have free access to water (Köseman & Şeker, 2016). In the central district of Erzincan, 15.6% of animals have free access to water through the use of automatic waterers (Özsağlıcak & Yanar, 2022). In the Polatlı district of Ankara, breeders water their animals with 51% doing so twice a day, 2.1% once a day, and 2.1% three times a day. Moreover, 44.8% of animals have free access to water (Koçak, 2020).

Considering the age, physiological status, and productivity of the cattle, it is imperative to establish an appropriate feeding regimen, ensuring fresh feed is provided and replenished twice a day. Inadequate and inappropriate feeding practices can lead to reduced productivity, as well as the onset of various diseases and potential fatalities (RSPCA, 2021). Nonetheless, it is essential to ensure that all animals have continuous access to ample clean and fresh water daily, except under circumstances requiring intervention by a veterinarian (RSPCA, 2021). In Burdur province, it was reported that breeders feed cows in two meals, both in the morning and evening, accounting for 91.1% of cases (Figure 6).

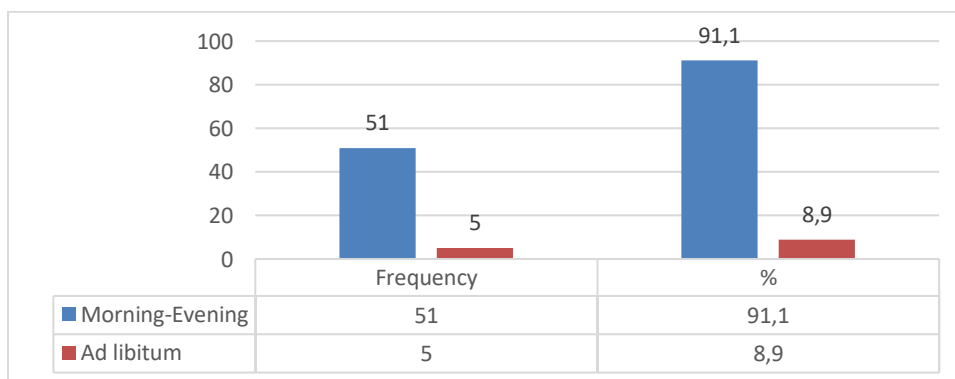


Figure 6. Nutritional management of cows

Şekil 6. İneklerin beslenme yönetimi

Breeders have affirmed that they abstain from providing mouldy feed to animals, recognizing the detrimental effects such feed can have. Moldy feeds are known to be less palatable, potentially leading to a reduction in dry matter intake. Consequently, this can result in decreased feed consumption, leading to diminished live weight gain or milk production. Moreover, mouldy feed poses health risks to animals, including the development of respiratory diseases. Additionally, feeding cattle with mouldy feed can pose hazards to human health, as breeders or workers may be susceptible to lung diseases from inhaling mould spores (Anonymous, 2022). According to Koçak (2020), 95.8% of breeders in the Polatlı district of Ankara affirm that they do not provide mouldy feed to animals, reflecting a conscientious approach towards animal welfare and human health concerns.

Cows' health and cleanliness

In Burdur province, 53.6% of breeders reported experiencing hoof problems (Figure 7). Among those facing hoof issues, 55.4% stated that they conducted hoof care themselves, while 44.6% declared seeking treatment under the guidance of a veterinarian. Additionally, lameness cases were documented in 33.9% of the farms.

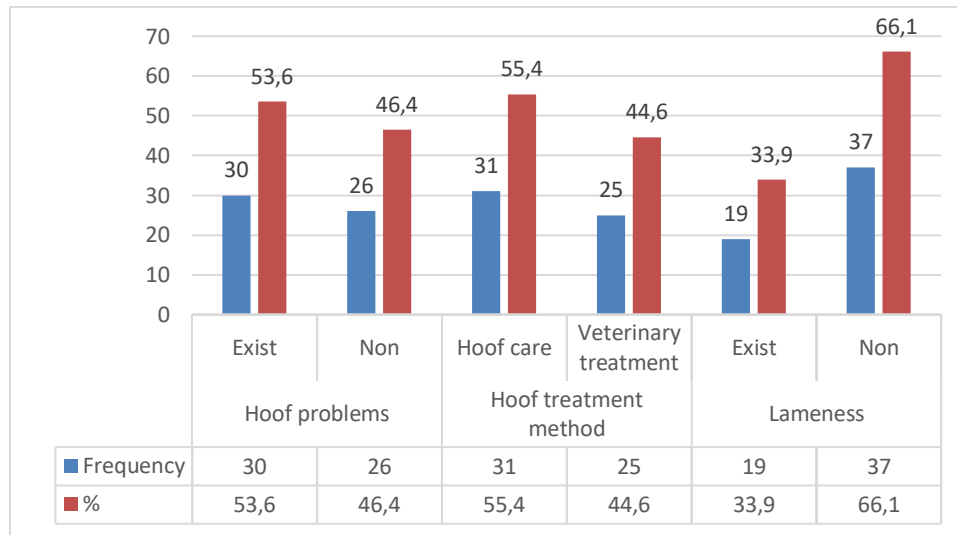


Figure 7. Hoof problem, treatment method, lameness

Şekil 7. Tırnak problemi, tedavi yöntemi, topallık

Any disease-causing pain in the feet or legs of animals inevitably leads to lameness, resulting in economic losses if left untreated (İzci & Sulu, 2022). Lameness is consistently indicative of poor welfare, sometimes reflecting a very state of welfare (Greenough & Weaver, 1997). The incidence of lameness in dairy cows varies globally, with rates of 35-56% in the United States, 59.5% in the United Kingdom, and over 83% in the Netherlands (Broom, 2000). In Türkiye, Yaylak et al. (2007) reported lameness incidence in dairy cows ranging from 13% to 58%, while the average incidence was found to be 28.2%. In Diyarbakır province, 79% of breeders stated they do not perform hoof care but do so in cases of illness (21%) (Şahanoğlu, 2014). Similarly, in Afyonkarahisar province, 85.1% of breeders were reported not to perform nail care (Öcal, 2020). Conversely, in Ankara province, the incidence of lameness in dairy cattle farms was reported to be 2.3%, with 86.7% of lame cows observed (Öcal, 2020). In the Polatlı district of Ankara, Koçak (2020) found that 79.2% of breeders did not encounter hoof problems, and those who did either sought veterinary assistance or performed hoof cutting and care themselves. In the Ondokuz Mayıs district of Samsun, 94.8% of breeders do not engage in hoof care (Satılmış & Atasever, 2022).

In Burdur, 75% of breeders inject their cows against internal and external parasites once or twice a year. Controlling parasites in animals is crucial not only for animal welfare and human-animal interaction but also for minimizing the risk of potential human infections (Deplazes et al., 2016). Both internal and external parasites pose significant health

and production risks to cattle herds. Reduced performance or productivity of cows can increase susceptibility to diseases and elevate the risk of mortality (Smith, 2023). Therefore, combating parasites in agricultural operations is vital for the welfare of animals as well as for human health. According to Şahanoğlu (2014), 89.1% of breeders in Afyonkarahisar province apply treatments against internal-external parasites, typically 2.03 times a year. Similarly, Koçak (2020) noted that nearly all breeders in the Polatlı district of Ankara face challenges related to parasites. Additionally, 31.3% of breeders prefer using pills once or twice a year for parasite control, while 8.3% opt for biannual internal-external parasite injections, and 2.1% prefer annual injections. Satılmış and Atasever (2022) reported that parasitic diseases were prevalent (25.5%) in the Ondokuz Mayıs district of Samsun.

A significant proportion (71.4%) of shelters and milking parlours are equipped with foot baths at their entrance. The purpose of a foot bath is to disinfect and clean the cow's hooves to prevent lesions. Foot baths play a crucial role in preventing the spread of infectious lesions and reinforcing the hoof walls to prevent non-infectious lesions, particularly effective in preventing conditions like hairy heel warts (Reiter & Bewley, 2024). Consequently, foot baths have become essential equipment in animal shelters. Şahanoğlu (2014) noted that farms in Afyonkarahisar province lack foot baths, posing a risk to the health and welfare of the animals. Conversely, in Ankara, it has been reported that nearly all farms are equipped with foot baths. However, it has been observed that the rate of ketosis in farms without foot baths is three times higher compared to those with foot baths (Öcal, 2020).

In Burdur, 67.9% of the breeders reported conducting general cleaning before disinfection, while 39.3% stated that they perform disinfection once a month. Cleaning and disinfection are essential practices to safeguard the welfare and health of high-yielding animals, such as dairy cows, particularly in modern shelters characterized by high animal density and productivity (Anonymous, 2024b). Thorough cleaning and disinfection play a crucial role in reducing pathogen levels and breaking the disease cycle. Given that dairy cattle farms cannot readily evacuate all animals from the shelter, reducing bacteria in the shelter surroundings is paramount. Different practices regarding disinfection processes exist in dairy cattle farms across the country. For instance, Elmaz et al. (2010) noted that only 11.7% of farms in Burdur province utilized disinfectants, with the majority (88.3%) not employing any disinfectant. Similarly, Yener et al. (2013) reported that 62.5% of dairy cattle breeders in Şanlıurfa province did not apply disinfection in their shelters, while 37.5% did so for protective purposes. Denli et al. (2013) indicated that breeders in Diyarbakır province did not carry out any disinfection processes inside and outside the shelter. In contrast, Koçak (2020) observed that cattle breeders in the Polatlı district of Ankara used various substances for disinfection. Among them, 51.1% reported using disinfectant substances, 19.7% used whitewash, and 16.8% used lime. Additionally, Özsağlıcak and Yanar (2022) stated that 55.9% of farms in the central district of Erzincan conducted general cleaning of the shelter once a year.

Maintaining cleanliness among cows is crucial for ensuring hygienic milk production and promoting the welfare of dairy cows. Body cleanliness scoring involves subjectively assessing the degree of manure contamination in various parts of the cow's body (Aytekin et al., 2021). Upon evaluation, it was observed that 44% of the cows in the shelter were categorized as very dirty (Figure 8). Additionally, the breakdown revealed that cows were clean at a rate of 10.1%, slightly dirty at a rate of 33%, and very dirty at a rate of 12.8%.

In the examination conducted in the shelters, it was observed that the thighs of the cows were dirty at a rate of 44.9% (Figure 8). The breakdown of cleanliness levels among the animals in shelters is as follows: 10.3% were classified as clean, 32.7% as slightly dirty, and 12.1% as very dirty.

It was observed that 44.2% of the cows in the shelters were dirty in the udder-belly area, while 10.6% were clean, 32.7% were slightly dirty, and 12.5% were very dirty (Figure 8).

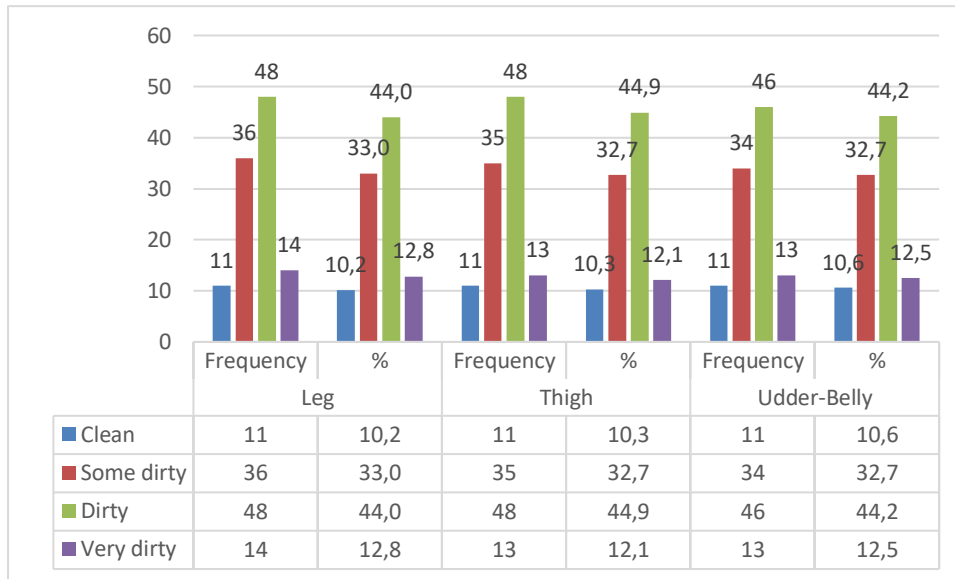


Figure 8. Cleanliness of the legs, thighs and udder-belly areas of the cows

Şekil 8. İneklerin bacak, uyluk ve meme-karın bölgesi temizlik durumu

As noted, during shelter visits in Burdur province, it was observed that cows were generally dirty. The cleanliness of cows is crucial for ensuring hygienic milk production and promoting the welfare of dairy cows. The body cleanliness score serves as a key indicator for evaluating the success of manure management on farms. However, this score is influenced by various factors such as climate conditions, farm financial resources, and animal behaviour (Sant'Anna & Paranhos da Costa, 2011).

Poor hygiene on the farm heightens animals' exposure to environmental pathogens, thereby increasing the incidence of mastitis (Schreiner & Ruegg, 2003). Mastitis, a prevalent issue in herds, is characterized by an increase in somatic cell count and bacterial presence in milk. It poses significant risks to human health (Manlongat et al., 1998), diminishes milk and dairy product quality, and reduces milk yield (Miller et al., 1993; Yalçın et al., 2000). Several studies conducted in Türkiye have reported similar findings regarding cow cleanliness. For instance, Şahanoğlu (2014) reported very dirty cows following shelter inspections in Afyonkarahisar province. Öcal (2020) noted that 60% of cows in Ankara province shelters were dirty, with 13.3% classified as very dirty and 26.7% as clean. Similarly, in the Polatlı district, Koçak (2020) found that 67.7% of cows were very dirty, 30.2% were slightly dirty, and only 2.1% were clean.

Body condition score of cows

During the shelter visits, it was observed that 38.9% of the cows had body condition scores between 2.25 and 3.5 (Figure 9).

Body condition serves as a critical indicator of welfare and herd management in dairy cows. It is closely linked to the health and metabolic status of the cow, as well as the composition of milk during lactation (Huang et al., 2019). Essentially, body condition reflects the animal's body fat reserves, which can be utilized during periods when the cow cannot consume adequate energy to meet its needs. This typically occurs early in lactation for high-producing cows, but can also arise due to illness, poor-quality forage, or restricted feed intake. When cows experience weight loss, they require more feed than usual to regain normal body condition. Ideal condition scores are typically between 3.0-3.25 during the dry period and at birth, and between 2.25-2.75 during peak lactation (Anonymus, 2021). Maintaining optimal body condition is crucial for ensuring the health, productivity, and welfare of dairy cows.

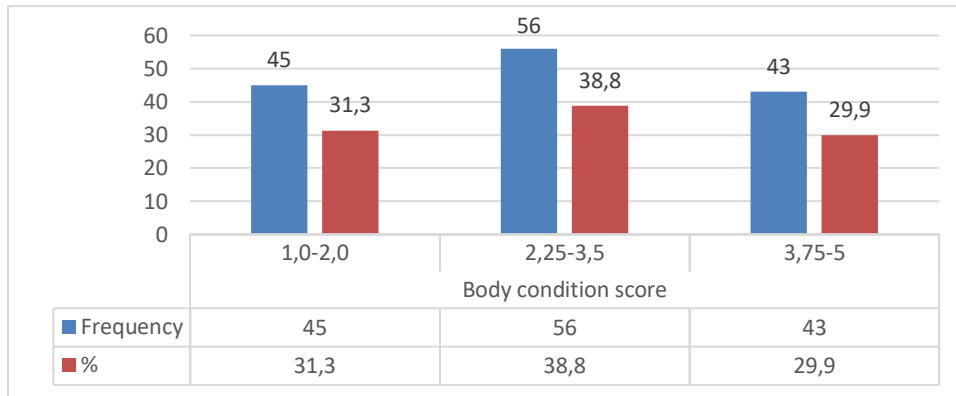


Figure 9. Body condition scores of cows

Şekil 9. İneklerin vücut kondisyon skorları

Rumen score of cows

During shelter visits, the rumen pits of the cows were evaluated (Figure 10). Rumen fullness serves as a valuable indicator of the animals' nutritional status (Hulsen, 2008). The observed rumen pits generally indicate that 38.1% of the animals have a good nutritional status. However, it's worth noting that the rates of score 2 and score 4 are not negligible, accounting for 32% and 29.9% respectively. This suggests variations in the nutritional status among the observed cows, with a portion showing less optimal rumen fullness.

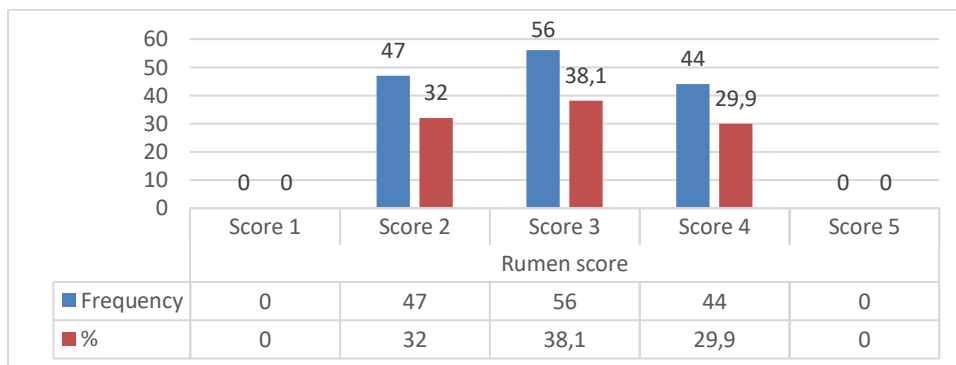


Figure 10. Rumen scores of cows

Şekil 10. İneklerin rumen skorları

Score 3 is generally considered a desirable score in dairy cows, indicating that the cows consume sufficient amounts of feed and that the feed remains in the rumen for the required duration (Hulsen, 2008). The observation that 38.1% of the cows in the shelters visited in Burdur province have a rumen score of 3 suggests that these cows are in the ideal nutritional state, with no adverse welfare implications regarding nutrition. Score 2 in dairy cows is typically observed in the first week after calving. However, if observed in later stages of lactation, it may indicate insufficient feed consumption or rapid passage of feed through the digestive system (Hulsen, 2008). The examination conducted in the shelters revealed that 32% of the cows had a rumen score of 2. Due to the mixed housing of cows in shelters, it is challenging to determine whether these animals are indeed in the first week post-calving. Therefore, it is presumed that the nutrition of these animals is inadequate. Score 4 in dairy cows is suitable for cows approaching the end of lactation or in the dry period (Hulsen, 2008). Although the mixed housing of cows in farms complicates evaluation, it may indicate that the cows with a score of 4 in the examined farms are nearing the end of lactation.

In conclusion, most dairy cattle breeders in Burdur province lack formal training in animal husbandry. Those without Veterinary-Zootechnics education have only taken animal care and nutrition courses, lacking knowledge of animal welfare. Despite varying educational backgrounds, breeders generally prefer semi-open shelters with an east-oriented long axis, suitable for the region's climatic conditions. The east-long axis direction is particularly favoured by university graduates and individuals with master's/doctoral degrees. Shelters typically feature strip ventilation on the roof and walls, lighting bulbs, and concrete flooring. While about half of the shelters have animal-loading ramps, most lack a designated vaccination route. New entrants to the sector tend to prefer vaccination methods on their farms. Urinary canals are lacking in most shelters, with tractors commonly used for manure removal from walking paths. Manure removal frequency varies, with tractors employed monthly and scrapers twice daily. All cows have unrestricted access to water and are fed twice daily. Hoof problems are prevalent, especially among newer breeders, although lameness is less common. Vaccination against internal and external parasites typically occurs monthly or bi-monthly, with foot baths at the shelter and milking parlour entrances. Disinfection generally follows general cleaning in most shelters.

The legs, thighs, and udder-belly areas of cows are frequently dirty. Rumen scores generally indicate adequate nutrition, while body condition scores range from 2.25 to 3.5, with significant occurrences in lean and very fat cows. The results suggest that while some animal welfare criteria are considered in shelter planning for farms with 100 animals or more in Burdur province, significant managerial deficiencies persist. Breeders should be educated on the importance of care, nutrition, and animal welfare, with encouragement to seek government support to address these shortcomings. Detailed explanations of observed welfare deficiencies are essential for breeder understanding and motivation.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors of the article declare that they do not have any conflict of interest. This study is a part of the first author's master's thesis.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

HD: Collecting data and writing the draft version of the article, SÖ: Advisor, writing the final version of the article, HİY: Interpretation and analysis of data regarding shelters.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

The procedures applied in the study were deemed appropriate and approved by Isparta University of Applied Sciences Animal Experiments Local Ethics Committee (29.03.2023/10.1051).

REFERENCES

- Alapala Demirhan, S., & Yenilmez M. (2019). Uşak ili süt sığırı yetiştiriciliğinin mevcut durumu sorunları ve çözümü. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (12), 2198-2203. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i12.2198-2203.2951>
- Anitaş, Ö., & Göncü, S. (2021). Besi hayvanlarında yaralanmalar ve önleme yolları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 36 (2), 177-186. <https://doi.org/10.36846/CJAFS.2021.46>
- Anonymous (2022). *Effects of mouldy feed and mycotoxins on cattle*. <https://www.ontario.ca/page/government-ontario>
- Anonymous (2023). *Improving shed ventilation for the beef herd*. <https://www.farmingforabetterclimate.org/improving-shed-ventilation-for-the-beef-herd/#:~:text=Ventilation%20basics,of%20the%20building%20is%20key>

- Anonymus (2024a). *Housing cattle. Farm Health Online – Animal Health and Welfare Knowledge Hub -Housing*. <https://www.farmhealthonline.com>
- Anonymus (2024b). *Cleaning and disinfection on the dairy farm*. Cornell University College of Veterinary Medicine. <https://www.vet.cornell.edu/animal-health-diagnostic-center/programs/nyschap/modules-documents/disinfectionDairyFarm>
- Arnott, G., Ferris, C.P., & O'Connell, N.E. (2017). Welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal*, 11 (2), 261-273. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001336>
- Aytekin, İ., Altay, Y., Boztepe, S., Keskin, İ., & Zulkadir, U. (2021). The effect of body cleanliness (hygiene) score on some criteria used in the detection milk quality in dairy cattle. *Large Animal Review*, 27 (2), 69-74.
- Bakır, G., & Kibar, M. (2020). Muş ili süt sığırcılığı işletmelerinin barınak özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 1085-1095. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.687242>
- Bewley, J.M., Robertson, L.M., & Eckelkamp, E.A. (2017). A 100-year review: Lactating dairy cattle housing management. *Journal of Dairy Science*, 100, 10418-10431. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13251>
- Broom, D.M. (2000). Effects of dairy cattle breeding and production methods on animal welfare. 21. *World Buiatrics Congress*, December 4-8, Uruguay, 1-7.
- Denli, M., Sessiz, A., & Tutkun, M. (2013). Diyarbakır İli Sığırcılık İşletmelerinin Genel Yapısal Durumu ve Bakım-Besleme Teknikleri Analizi Projesi. Karacadağ Kalkınma Ajansı No: TRC2/13/DFD/0023, s98.
- Deplazes, P., Eckert, J., Mathis, A., von Samson-Himmelstjerna, G., & Zahner, H. (2016). *Parasitology in veterinary medicine*. Wageningen Academic Publishers.
- Doğanay, S., & Yanar, M. (2023). Şanlıurfa ili Eyyubiye ilçesi sığırcılık işletmelerinde bulunan barınakların yapısal özellikleri ve yetiştiricilerin öğrenim durumlarıyla ilişkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 65-74. <https://doi.org/10.18586/msufbd.1337230>
- Elmaz, Ö., Saatçi, M., Özçelik Metin, M., & Sipahi, C. (2010). Burdur İli Süt Sığırcılığı ve Özellikleri. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü, 0038-NAP-08, 106 s.
- Greenough, P.R., & Weaver, A.D. (1997). *Lameness in cattle*. 3rd edition. Philadelphia, Saunders (pp. 3-13).
- Güler, O., Aydın, R., Diler, A., Yanar, M., Koçyiğit, R., & Maraşlı, A. (2017). Sığırcılık işletmelerinin barınak özellikleri üzerine bir araştırma; Erzurum ili Narman ilçesi örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 396-405. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.315389>
- Huang, X., Hu, Z., Wang, X., Yang, X., Zhang, J., & Shi, D. (2019). An improved single shot multibox detector method applied in body condition score for dairy cows. *Animals*, 9 (7), 470. <https://doi.org/10.3390/ani9070470>
- Hulsen, J. (2008). *Cow signals: A practical guide for dairy farm management*. UK/Ireland ed. Zutphen, R. Roodbont Publishers. The Netherlands.
- Hutu, I., & Onan, G. (2019). *Animal management and welfare*. In book: Alternative Swine Management System, pages 53-70. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818967-2.00004-6>
- İzci, C., & Sulu, K. (2022). Hoof trimming in dairy cattle: Effects on animal welfare and productivity. *Journal of Animal Production*, 63 (2), 162-169. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.940933>
- Karslıoğlu Kara, N., & Koyuncu, M. (2011). Sığırlarda taşıma sırasında hayvan refahına etki eden faktörler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 511-516. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.3703>
- Kauppinen, T., Vesela, M.K., & Valros, A. (2012). Farmer attitude toward improvement of animal welfare is correlated with piglet production parameters. *Livestock Sciences*, 143 (2-3), 142-150. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.011>
- Koçak, D. (2020). Ankara ili Polatlı ilçesi küçük ve büyükbaş hayvancılık işletmelerinin barındırma sistemlerinin hayvan refahı bakımından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

- Koçyiğit, R., Yanar, M., Aydın, R., Özdemir, V.F., Ergün, O.F., Bayram, B., Diler, A., & Şat, O. (2023). Erzurum ili Aşkale ilçesi süt sığırı işlemlerinin yapısal barınak özellikleri ile işletme büyüklükleri arasındaki ilişki. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 12 (1), 38-49.
- Koknaroglu, H., & Akunal, T. (2013). Animal welfare: An animal science approach. *Meat Science*, 95 (4), 821-827. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.030>
- Köseman, A., & Şeker, İ. (2016). Malatya ilinde sığırçılık işletmelerinin mevcut durumu: I. Yapısal özellikler. *Fırat University Journal of Health Sciences (Veterinary)*, 30 (1), 5-12.
- Kumar, R., Thakur, A., Thakur, R., & Dogra, P.K. (2021). Livestock shelter management: Climate change perspective. *In Climate Change and Livestock Production: Recent Advances and Future Perspective*. Sejian, V., Chauhan, S.S., Devaraj, C., Malik, P.K., Bhatta, R. (eds). Springer, Singapore. (pp. 129-140). https://doi.org/10.1007/978-981-16-9836-1_11
- MacGregor, L., & Campbell, C. (2024). *Lighting choice and maintenance*. [Cattle Shed Lighting | Helping farmers in Scotland | Farm Advisory Service \(fas.scot\)](https://www.fas.scot.gov.uk/cattle-shed-lighting) (Access: 09.01.2024).
- Manlongat, K., Yang, T.J., Hinckley, L.S., Bendel, R.B., & Krider, H.M. (1998). Physiologic-chemoattractant-induced migration of polymorphonuclear leukocytes in milk. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 5, 375-381.
- Manninen, E., de Pasille, A.M.B., Rushen, J., Norring, M., & Saloniemi, H. (2002). Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Applied Animal Behaviour Science*, 75, 281-292. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00206-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00206-4)
- Miller, R.H., Paape, M.J., Fulton, L.A., & Schutz, M.M. (1993). The relationship of milk somatic cell count to milk yields of Holstein heifers after first calving. *Journal of Dairy Science*, 76, 728-733. [https://doi.org/10.3168/jds.S002-0302\(93\)77396](https://doi.org/10.3168/jds.S002-0302(93)77396)
- Öcal, G.O. (2020). Ankara ili süt sığırçılığı işletmelerinde hayvan refahının barınak ve yetiştirme şartları yönünden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özsağlıcak, S., & Yanar, M. (2022). Erzincan ili merkez ilçesi sığırçılık işletmelerinde barınakların yapısal özellikleri ve işletmecilerin öğrenim durumlarıyla ilişkileri. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 32 (1), 62-75. <https://doi.org/10.18615/Anadolu.1130026>
- Reiter, T., & Bewley, J. (2024). *Prevention of hoof disorders using footbaths*. [Prevention of Hoof Disorders Using Footbaths | Animal & Food Sciences \(uky.edu\)](https://www.uky.edu/animal/ahp/extension/extension-articles/prevention-of-hoof-disorders-using-footbaths) (Access: 16.01.2024).
- RSPCA. (2021). *Welfare standards for dairy cattle*. Royal Society for Prevention of Cruelty to Animals. [RSPCA welfare standards for dairy cattle - RSPCA](https://www.rspca.org.uk/welfare-standards-for-dairy-cattle) (Access: 05.01.2024).
- Sant'Anna, A.C., & Paranhose da Costa, M.J.R. (2011). The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *Journal of Dairy Science*, 94 (8), 3835-3844. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3951>
- Satılmış, M., & Atasever, S. (2022). General properties and effects of some husbandry practices on milk yield in dairy farms of Ondokuz Mayıs district of Samsun province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10 (1), 9-13. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i1.9-13.4564>
- Schreiner, D.A., & Ruegg, P.L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86, 3460-3465. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73950-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73950-2)
- Smith, J. (2023). *Parasite control in beef cattle*. [Parasite Control in Beef Cattle - Management and Nutrition - MSD Veterinary Manual \(msdvetmanual.com\)](https://www.msdvetmanual.com/parasite-control-in-beef-cattle) (Access: 16.01.2024).
- Stabel, J.R. (1998). Johne's disease: A hidden threat. *Journal of Dairy Science*, 81, 283-288. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75577-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75577-8)
- Şahanoğlu, E. (2014). Afyonkarahisar ili süt sığırçılığı işletmelerinde hayvan refahının barınak ve yetiştirme şartları yönünden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Tutkun, M., Denli, M., & Sessiz, A. (2017). Diyarbakır ili süt sığırçılığı işletmelerinin yapısal durum analizi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (5), 476-483. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i5.476-483.933>

- Ünal, N. (2007). Hayvan refahı. *Vilsan Dergisi*, 2 (5), 25-26.
- Van de Water, G., Verjans, F., & Geers, R. (2003). The effects of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livestock Production Science*, 82 (2), 171-179. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00010-1)
- Warnick, L.D., Janssen, D., Guard, C.L., & Gröhn, Y.T. (2001). The effect of lameness on milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84, 1988-1997. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74642-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74642-5)
- WOAH. (2023). *Animal welfare*. <http://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/animal-welfare/> (Access: 15.05.2023).
- Yalçın, C., Cevger, Y., Türkyılmaz, K., & Uysal G. (2000). Estimation of milk yield losses from subclinical mastitis in dairy cows. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 24 (6), 599-604.
- Yaylak, E., Uzmay, C., & Kaya, İ. (2007). Siyah alaca ineklerde topallık puanlaması ve topallığı etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. V. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 5-8 Eylül, Van, 1-18.
- Yener, H., Atalar, B., & Mundan, D. (2013). Şanlıurfa ilindeki sığırcılık işletmelerinin biyogüvenlik ve hayvan refahı açısından değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2 (2), 87-93.
- Yılmaz, H.İ., & Yardımcı, N. (2014). Isparta bölgesinde süt sığırcılığı yapılan işletmelerdeki barınakların hayvan refahı açısından değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18 (4), 27-34.
- Zdanowicz, M., Shelford, J.A., Tucker, C.B., & Weary, D.M. (2004). Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *Journal of Dairy Science*, 87, 1694-1701. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73322-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73322-6)


Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki önemli yaprakpiresi (Hemiptera: Cicadellidae) türlerinin popülasyon gelişimi, yaygınlığı ve yoğunluğu

Population dynamics, distribution and abundance of important leafhopper species (Hemiptera: Cicadellidae) in second crop maize cultivated areas in Mardin, Türkiye

Abdulkadir KOÇHAN¹, Erdal SERTKAYA¹, Çetin MUTLU²

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

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 02.05.2024 Accepted / Kabul: 04.07.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Zararlı Yaprakpiresi Sarı yapışkan tuzak Yaygınlık Yoğunluk</p> <p>Keywords: Pest Leafhopper Yellow sticky trap Prevalence Density</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Çetin MUTLU cetintmutlu21@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.</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 Mardin ili ikinci ürün mısırdaki yaprakpiresi türleri ile önemli türlerin popülasyon değişimlerinin izlenmesi amacıyla 2022-2023 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada ikinci ürün mısır alanlarında toplam 17 cicadellid türü belirlenmiş ve bunların <i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938), <i>Agallia laevis</i> (Ribaut, 1935), <i>Aconurella prolixa</i> (Lethierry, 1885), <i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli, 1932), <i>Austroagallia sinuata</i> (Mulsant et Rey, 1855), <i>Balclutha punctata</i> (Fabricius, 1977), <i>Cicadulina bipunctella</i> (Matsumura, 1908), <i>Neoliturus opacipennis</i> (Lethierry, 1876), <i>Doratura homophyla</i> (Flor, 1871), <i>Empoasca decipiens</i> (Paoli, 1930), <i>Mogangella straminea</i> (Dlabola, 1957), <i>Euscelidus variegatus</i> (Kirschbaum, 1858), <i>Orosius orientalis</i> (Matsumura, 1914), <i>Paralimnus intricatus</i> (Rey, 1981), <i>Phlepsius intricatus</i> (Hemich&Schaffer, 1838), <i>Psammotettix striatus</i> (Linnaeus, 1758) ve <i>Zyginidia sohrab</i> (Zachvatkin, 1947) olduğu kaydedilmiştir. En yaygın ve yoğun türün <i>E. decipiens</i> & <i>A. decedens</i> olduğu (2022 yılı %56, 2023 yılı %67) bu türleri <i>Z. sohrab</i> (2022 yılı %40, 2023 yılı %30) ve <i>P. striatus</i>'un takip ettiği belirlenmiştir. <i>A. decedens</i> & <i>E. decipiens</i> ile <i>Z. sohrab</i>'ın ikinci ürün mısırın fide döneminden itibaren görülmeye başladığı ve bitkilerin generatif dönem sonu ile olgunlaşma dönemi başında popülasyonlarının en üst seviyeye ulaştığı belirlenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was carried out to determine leafhopper species and to monitor the population dynamics of important species in second crop maize in during 2022-2023 in Mardin province, Türkiye. A total of 17 species cicadellid species were recorded in second crop maize cultivated areas and these species were <i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938), <i>Agallia laevis</i> (Ribaut, 1935), <i>Aconurella prolixa</i> (Lethierry, 1885), <i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli, 1932), <i>Austroagallia sinuata</i> (Mulsant et Rey, 1855), <i>Balclutha punctata</i> (Fabricius, 1977), <i>Cicadulina bipunctella</i> (Matsumura, 1908), <i>Neoliturus opacipennis</i> (Lethierry, 1876), <i>Doratura homophyla</i> (Flor, 1871), <i>Empoasca decipiens</i> (Paoli, 1930), <i>Mogangella straminea</i> (Dlabola, 1957), <i>Euscelidus variegatus</i> (Kirschbaum, 1858), <i>Orosius orientalis</i> (Matsumura, 1914), <i>Paralimnus intricatus</i> (Rey, 1981), <i>Phlepsius intricatus</i> (Hemich&Schaffer, 1838), <i>Psammotettix striatus</i> (Linnaeus, 1758) ve <i>Zyginidia sohrab</i> (Zachvatkin, 1947). The most abundant and common species were <i>E. decipiens</i> & <i>A. decedens</i> (56% in 2022, 67% in 2023 respectively), followed by <i>Z. sohrab</i> (40% in 2022, 30% in 2023 respectively) and <i>P. striatus</i>. <i>Asymmetrasca. decedens</i> & <i>E. decipiens</i>, along with <i>Z. sohrab</i>, began to appear from the seedling stage of second crop maize and reached their peak populations from the end of the generative stage to the beginning of the mature period of the plants.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Koçhan, A., Sertkaya, E., & Mutlu, Ç. (2024). Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki önemli yaprakpiresi (Hemiptera: Cicadellidae) türlerinin popülasyon gelişimi, yaygınlığı ve yoğunluğu. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 679-694. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1476848</p>

GİRİŞ

Mısır bitkisi, gerek insan ve gerekse hayvan beslenmesi açısından Türkiye’de çok önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde mısır üretimi buğdaydan sonra 8.5 milyon ton üretim ile ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2022). Ülkemizde mısır yetiştiriciliği yapılan alanların büyük bir bölümü Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Mısır üretim miktarında önde gelen ilk 10 il; Konya (%19), Adana (%15), Mardin (%8), Osmaniye (%6), Karaman (%5), Sakarya (%5), Manisa (%5), Şanlıurfa (%4), Diyarbakır (%4) ve Kahramanmaraş (%4)’tır (Şekil 1.3 b). Bu iller Türkiye’de yapılan mısır üretiminin %75’ini karşılamaktadır. Son yıllarda Ege Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesinde mısır ekim alanları artmış özellikle Manisa ve Konya illeri İç Anadolu Bölgesinde önde gelen iller olmuşlardır (Taşdan, 2021).

Mısır üretim alanlarının artmasına bağlı olarak değişen ekolojik koşullar, yabancı ot tür ve yoğunluğu mısırdaki zararlı kaynaklı ekonomik kayıpları artırmaya devam etmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde hem ana hem de ikinci ürün mısır üretim alanlarında bir çok takım ve familyaya mensup çok sayıda zararlı böcek türünün olduğu bilinmektedir (Gözüaçık & Mart, 2005; Mutlu ve ark., 2008a; Yılmaz & Karsavuran, 2010). Bu zararlı türlerden biride yaprakpireleri olarak bilinen Cicadellidae (Hemiptera) familyasına ait emici böceklerdir (Kalkandelen, 1974; Lodos, 1986; Lodos & Kalkandelen, 1987; Mutlu ve ark., 2008b; Mutlu & Sertkaya, 2015). Yaprakpireleri polifag beslenen zararlı türler arasında yer almaktadır (Kalkandelen, 1974; Lodos, 1986; Novotný, 1994). Bu böcekler öncelikle bitki dokularını emmek suretiyle doğrudan zarara neden olmakta ve beslenme sırasında bitkilerin iletim dokularındaki tahribatlarından dolayı köklerden bitkinin üst organlarına besin elementi ve su gibi hayati maddelerin taşınmasına engel olmaktadır. Bu olumsuz durum bitkinin büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemekte ve bunun sonucunda bitkilerin zayıf düşmesine neden oldukları, yumurta bırakma ve beslenme sırasında diğer zararlara yol açtıkları bildirilmektedir (Bushing & Burton, 1974; Nault, 1980; Lodos, 1986). Ayrıca birçok yaprakpinesi türü bazı virüs ve benzeri hastalıkların vektörü olduğundan dolayı yoldan ekonomik kayba neden olmaktadır (Nault & Ammar, 1989).

Yaprakpirelerinin varlığı ve bitkilerde meydana getirdikleri zarar bilinmesine rağmen Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ana ve ikinci ürün mısırdaki bu familyaya ait çalışmalar sınırlıdır (Şimşek, 1982; Atmaca ve ark., 2021; Baran Yazıcı ve ark., 2023). Daha önce yapılan çalışmalarda Diyarbakır ili ikinci ürün mısır üretimi alanlarında toplam 20 Cicadellidae türü bulunmuş olup bunlardan *Zyginidia sohrab* (Zachvatkin, 1947) en yaygın ve yoğun tür olduğu bu türü takiben *Empoasca decipiens* (Paoli) ve *Asymmetrasca decedens* (Paoli, 1932)’in olduğu bildirilmiştir (Mutlu ve ark., 2008b). Şanlıurfa ili ikinci ürün mısır alanlarında benzer şekilde *Z. sohrab*’ın en yoğun tür olduğu bildirilmiştir (Atmaca ve ark., 2021). Şırnak ili ikinci ürün mısır alanlarında yapılan bir diğer çalışmada ise *E. decipiens* ve *A. decedens*’in en yaygın ve yoğun tür olduğu bu türlerden sonra *Z. sohrab*’ın üçüncü sırada yer aldığı kaydedilmiştir. Ülkemizin diğer bölgelerinde yapılan çalışmalarda Orta Anadolu Bölgesi ana ürün mısırdaki *Z. sohrab*’ın (Alaoglu ve ark., 2007), Ege Bölgesinde ana ve ikinci ürün mısırdaki *Z. pullula* (Boherman, 1845)’nin en yaygın ve yoğun tür olduğu (Yılmaz ve ark., 2007), buna karşın Akdeniz bölgesinde ise *Cicadulina bipunctella* (Matsumura)’nın diğer yaprakpinesi türleri içinde hakim tür olduğu kaydedilmiştir (Akmeşe & Sertkaya, 2021).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ne bağlı illerinin büyük bir çoğunluğunda (Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin ve Şanlıurfa) Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile sulanabilen alanlarda gerek tane mısır ve gerekse silajlık mısır üretimi için ana ve ikinci ürün mısır üretimi artmıştır (Akkurt & Demirbaş, 2021). Bu nedenle mısır üretiminin yapıldığı illerde Cicadellidae familyasına ait vektör özelliği bulunan bu türlerin belirlenmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Mardin ili ikinci ürün mısır üretimi yapılan alanlarda Cicadellidae familyasına yönelik detaylı herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Çalışma bu nedenlerle ele alınmış, Mardin ili ikinci ürün mısır üretiminin yoğun olarak yapıldığı alanlarda zarar yapan Cicadellidae (Hemiptera) türleri ile ve bu türlerin ikinci ürün mısır üretim alanlarında sezon boyunca popülasyon gelişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tarımsal üretimde zararlı böceklerin popülasyon gelişimlerini belirlemek, etkili bir zararlı kontrolü ve sürdürülebilir tarım uygulamaları

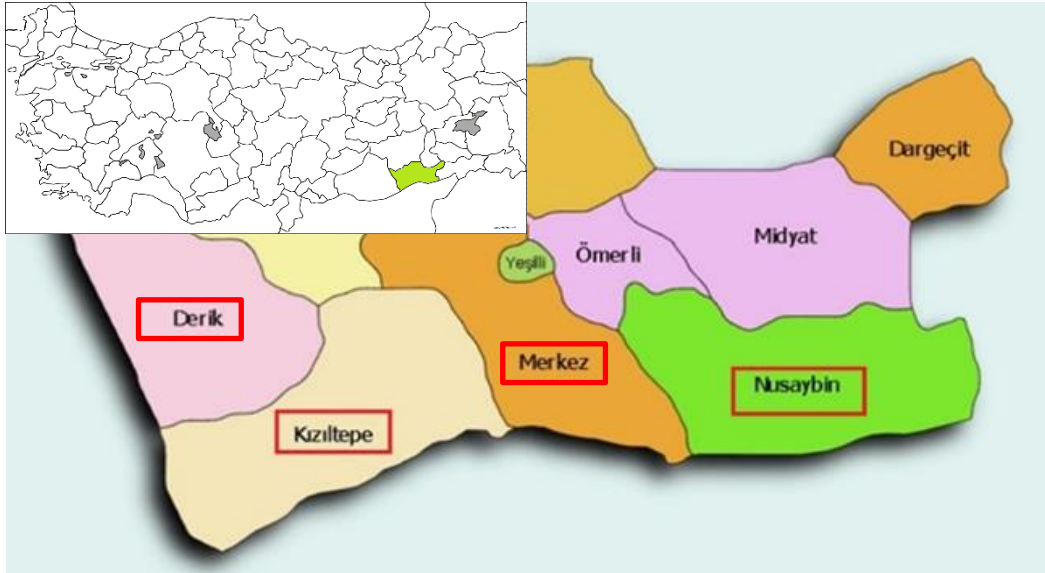
açısından kritik öneme sahiptir (Dent & Binks, 2020). Ayrıca zararlı böceklerin popülasyon dinamiklerini anlamak, bulaşıklık riski ve oranlarını belirlemede ve gerekli kontrol önlemleri için uygun zamanı saptamada yardımcı olmaktadır (Walter, 2003; Dent & Binks, 2020). Çalışma sonucunda elde edilen veriler yaygın ve yoğun olan önemli türlerin entegre mücadele yönetimi çerçevesinde yapılacak olan çalışmalara temel oluşturmuştur

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Mardin ilinin Artuklu, Kızıltepe, Nusaybin ve Derik ilçelerindeki ikinci ürün mısır ekim alanları, yaprakpiresi türleri, standart atrap, vakumlu böcek toplama aleti (D-vac.), 20×25 cm ebadında sarı renkli yapışkan tuzaklar (1016 RAL kodlu), demir çubuklar, bağlama teli, lup, binoküler mikroskop, Eppendorf tüpleri (2 ml) kurutma kağıdı, şeffaf polietilen torbalar, büyüteç, buz kabı, samur fırçalar ve kültür kapları oluşturmuştur.

Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki yaprakpiresi türlerinin belirlenmesi

Cicadellidae familyasına ait türlerin belirlenmesi çalışmaları Mardin ili Artuklu, Kızıltepe, Nusaybin ve Derik ilçelerinde ikinci ürün mısır üretim alanlarında 2022-2023 yıllarında yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmaların yapıldığı Mardin ili ve ilçeleri

Figure 1. Mardin province and its districts where the studies were conducted

Çalışmalara ikinci ürün mısır bitkisinin 2-4 yapraklı olduğu fide döneminden itibaren başlanarak gelişimini oluşturan üç dönemde örnekleme yapılacak şekilde devam edilmiştir. Bu amaçla tarlalardan bitkilerin vejetatif gelişme (erken helezon, orta helezon ve geç helezon), çoğalma (püskül ve koçan püskülü oluşumu) ve olgunluk dönemlerinde birer defa toplam 25 kez D-vac. ve atrap ile sürveyler yapılarak yaprakpiresi örnekleri toplanmıştır (Mutlu ve ark. 2008b). Toplanan örnekler için üzerinde örneğin alındığı yer, tarih ve bitkinin fenolojik dönemi bilgilerini içeren etiketler hazırlanarak içerisine nemlenmeyi önlemek için kurutma kâğıdı konulan polietilen torbalara bırakılıp buz kaplarıyla laboratuvara getirilmiştir. Sarı yapışkan tuzaklar üzerinde bulunan yaprakpiresi türleri ise ince uçlu samur fırça yardımıyla dikkatli bir şekilde alınarak içerisinde %76'lık etil alkol bulunan Eppendorf tüplerine alınarak üzerine örneğin alındığı yer, tarih ve bitkinin fenolojik dönemi bilgilerini içeren etiketler yapıştırılarak laboratuvara getirilmiştir. Elde edilen yaprakpiresi türleri mikroskop altında incelenerek morfolojik olarak ayrılmış ve preparatları yapılarak teşhis için hazırlanmıştır (Emelyanov, 1964). Cicadellidae familyasına bağlı türlerin teşhisleri Sayın Prof.

Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü / SAMSUN) ve Dr. Öğr. Üyesi Rukiye TANYERİ (Sinop Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) tarafından yapılmıştır.

Mardin ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki önemli yaprakpisesi türlerinin popülasyon değişiminin belirlenmesi

Bu çalışma Mardin ili Kızıltepe ve Nusaybin ilçeleri ikinci ürün mısır alanlarında önemli yaprakpisesi türlerinin popülasyon değişiminin belirlenmesi amacıyla 2022-2023 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar Kızıltepe ilçesinde iki, Nusaybin ilçesinde iki mısır tarlası olmak üzere toplam dört tarlada yürütülmüştür. Çalışmaların yapıldığı tarlalara ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Mardin ili (Kızıltepe ve Nusaybin ilçeleri) 2022 ve 2023 yıllarında ikinci ürün mısırdaki önemli yaprakpisesi türlerinin popülasyon değişiminin izlendiği tarlalara ait bilgiler

Table 1. Information regarding the fields in Mardin province (Kızıltepe and Nusaybin districts) where the population dynamics of important leafhopper species in second crop maize were monitored during the years 2022 and 2023

İlçe	Tarla Koordinatları	Tarla Büyüklüğü (da)	Ekilen Çeşit	Ekim Tarihi	Hasat Tarihi
Kızıltepe	37°20' 31" N 40°22' 35" E	150	Dekalb	20 Haziran 2022	18 Kasım 2022
Nusaybin	37°14'63" N 40°86'22" E	180	May Tohum	27 Haziran 2022	23 Kasım 2022
Kızıltepe	37°16' 47" N 40°56' 88" E	150	Dekalb	24 Haziran 2023	16 Kasım 2023
Nusaybin	37°14' 21" N 40°86' 23" E	180	May Tohum	30 Haziran 2023	23 Kasım 2023

Cicadellidae türlerinin popülasyon değişimlerinin belirlenebilmesi için sarı yapışkan renk tuzakları kullanılmıştır (Mutlu ve ark., 2008a). Popülasyon takibi yapılan her bir tarlanın 3 farklı noktasındaki sıra aralarına mısır bitkisinin boyuna yakın yükseklikte sarı renkli yapışkan tuzakları yere dik olacak şekilde yerleştirilmiştir (Mutlu ve ark., 2008a; Mutlu & Sertkaya, 2015). Tuzaklar her hafta yenileri değiştirilmiş, sayımlar ise bitkilerin 2-4 yapraklı olduğu dönemden itibaren olgunlaşma dönemine kadar haftalık yapılmıştır. Laboratuvara getirilen tuzaklar üzerindeki Cicadellidae familyasına ait türlerin ayrımı stereoskopik mikroskop ile yapılarak ayrı ayrı kaydedilmiştir. Toplam ergin bireyler sayıları hesaplanarak haftalık popülasyon yoğunluğu hesaplanmıştır. Bu çalışmada yer alan *A. decedens* ve *E. decipiens* erginlerinin morfolojik olarak birbirlerine benzediklerinden dolayı tür ayrımı sadece erkek bireylerin genitalyasından yapılmaktadır (Emelyanov, 1964). Bu durumdan dolayı bu iki türe ait bireylerin ayrımı tuzaklar üzerinde anlık olarak yapılmasını olanaksız kıldığından bu iki türe ait sayımları beraber değerlendirilmiştir (Mutlu ve ark., 2008a).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki yaprakpisesi türleri

Çalışmaların yapıldığı 2022 ve 2023 yıllarında Mardin ili ve ilçelerinde elde edilen cicadellid türlerine ait bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Mardin ili ikinci ürün mısır alanlarından 2022-2023 yıllarında elde edilen Cicadellidae familyasına ait türler
Table 2. Cicadellidae species determined in second crop maize cultivated areas in Mardin province, Türkiye during 2022-2023

Takım	Familya	Altfamilya	Türler
Hemiptera	Cicadellidae	Agallinae	<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938) <i>Austroagallia sinuata</i> (Mulsant et Rey, 1855) <i>Anaceratagallia (Agallia) laevis</i> (Ribaut, 1935)
		Deltocephalinae	<i>Aconurella prolixa</i> (Lethierry, 1885) <i>Psammotettix striatus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Neoliturus opacipennis</i> (Lethierry, 1876) <i>Mogangella straminea</i> (Dlabola, 1957) <i>Orosius orientalis</i> (Matsumura, 1914) <i>Cicadulina bipunctella</i> (Matsumura, 1908) <i>Doratura homophyla</i> (Flor, 1871) <i>Balclutha punctata</i> (Fabricius, 1775) <i>Euscelidius variegatus</i> (Kirschbaum, 1858) <i>Phlepsius intricatus</i> (Herrich & Schäffer, 1838) <i>Paralimnus pulchellus</i> (Rey, 1891)
		Typhlocybinae	<i>Zyginidia sohrab</i> (Zachvatkin, 1947) <i>Empoasca decipiens</i> (Paoli, 1930) <i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli, 1932)

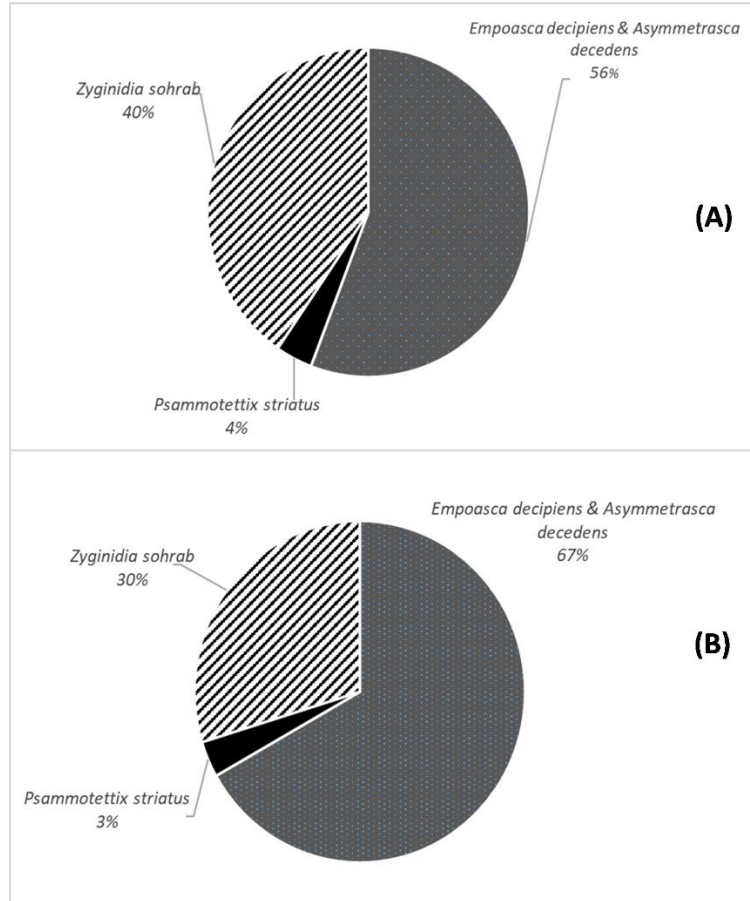
Çalışma sonucunda Mardin ili ikinci ürün mısır üretim alanlarında Cicadellidae familyasına bağlı 17 tür tespit edilmiştir. Elde edilen türlerin 3'ünün Agallinae, 11'nin Deltocephalinae ve kalan 3'ünün ise Typhlocybinae alt familyasına bağlı olduğu belirlenmiştir. Belirlenen türlerin örnekleme yapılan alanlardaki dağılımlarına ait veriler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Mardin ili ikinci ürün mısır alanlarında belirlenen Cicadellidae familyası türlerinin yayılış alanları
Table 3. Distribution areas of Cicadellidae family species determined in second crop corn areas of Mardin province

Yıllar	2022-2023			
	Mardin			
İlçeler	Kızıltepe	Derik	Nusaybin	Artuklu
<i>Austroagallia sinuata</i>	x	x		
<i>Asymmetrasca decedens</i>	x		x	
<i>Empoasca decipiens</i>	x	x	x	x
<i>Zyginidia sohrab</i>	x	x	x	x
<i>Aconurella prolixa</i>	x		x	
<i>Cicadulina bipunctella</i>	x		x	x
<i>Orosius orientalis</i>	x		x	
<i>Psammotettix striatus</i>	x	x	x	x
<i>Euscelidius variegatus</i>	x			
<i>Phlepsius intricatus</i>		x		
<i>Anaceratagallia ribauti</i>	x		x	
<i>Anaceratagallia (Agallia) laevis</i>	x			
<i>Doratura homophyla</i>			x	
<i>Balclutha punctata</i>	x			
<i>Paralimnus pulchellus</i>			x	
<i>Mogangella straminea</i>	x		x	
<i>Neoliturus opacipennis</i>	x			x

Mardin ili ikinci ürün mısır üretim alanlarında belirlenen cicadellid türlerin örnekleme yapılan alanlardaki bulunma durumları örnekleme yapılan yerlere göre değişiklik göstermiştir. Çalışmada en yaygın türlerin sırasıyla *A. decedens*, *E. decipiens*, *Z. sohrab* ve *P. striatus* türleri olduğu ve survey yapılan bütün alanlarda bulunduğu kaydedilmiştir (Çizelge 3). Çalışma sonucunda elde edilen diğer türler ise örnekleme yapılan farklı ilçelerde az sayıda tespit edilmiş olmasına karşın *P. intricatus* ise sadece Derik ilçesinde kaydedilmiştir.

Surveylerde en yaygın ve yoğun olarak belirlenen türlerin kendi içinde bulunma oranlarına ait veriler Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarında belirlenen önemli yaprakpisesi türlerinin bulunma oranları 2022 yılı (A), 2023 yılı (B)

Figure 2. Occurrence rates of important leafhopper species recorded in second crop maize cultivation areas in Mardin province, 2022 year (A), 2023 year (B)

Mardin ili ve ilçelerinde sarı yapışkan tuzaklarda 2022 yılında yapılan sayımlarda, ikinci ürün mısır üretim alanlarında en yoğun olarak bulunan türlerin sırasıyla *E. decipiens & A. decedens* (%56), *Z. sohrab* (%40) ve *P. striatus* (%4) olduğu tespit edilmiştir. İkinci yıl (2023) çalışmalarında ise bir önceki yıldan daha yüksek oranda *E. decipiens & A. decedens* (%67) elde edilmiş ve bu türleri takiben *Z. sohrab* (%30) ve *P. striatus* (%) türü takip etmiştir. Elde edilen diğer türler nadir ve az sayıda bulunduğundan tür bulunma oranları içindeki dağılımları verilmemiştir.

Mardin ili ve ilçeleri ikinci ürün mısır alanlarında 2022 ve 2023 yıllarında yapılan bu çalışmada, Cicadellidae familyasına bağlı toplam 17 tür belirlenmiştir. Elde edilen türler içerisinde en yaygın ve yoğun türlerin *E. decipiens & A. decedens*, *Z. sohrab* ve *P. striatus* olduğu bu çalışmada bir kez daha kaydedilmiştir. Bu sonuçlara benzer şekilde Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri mısır ve darılarda yapılan ilk çalışmada en yaygın ve yoğun olarak *Z. sohrab* türü kaydedilmiş (Şimşek, 1982), Diyarbakır ili ikinci ürün mısır ekim alanlarında ise 20 cicadellid tür belirlenerek bu

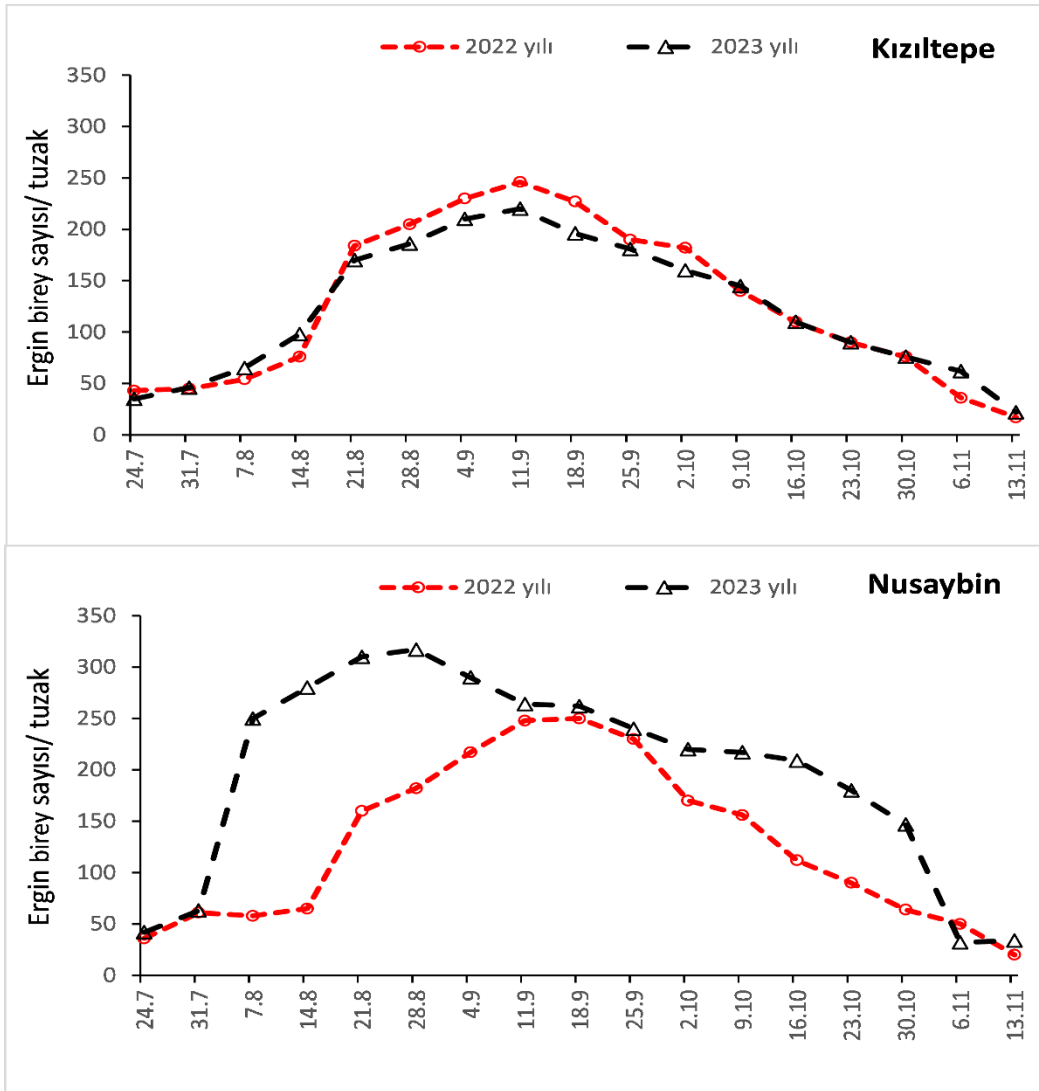
türler içinde en yaygın ve yoğun olan türlerin sırasıyla %94 oranında *Z. sohrab*, bunu takiben *E. decipiens* & *A. decedens* ve *P. striatus* olduğu bildirilmiştir (Mutlu ve ark., 2008a;b), benzer sonuç Şanlıurfa ili ikinci ürün mısır alanlarında da kaydedilmiştir (Atmaca ve ark., 2021). Konya ilinde ana ürün mısırdaki yapılan çalışmalarda üç cicadellid türü belirlenmiş bunlar içinde en yoğun türün %99.5 oranında *Z. sohrab*, *E. decipiens* ve *P. striatus* olduğu açıklanmıştır (Ercan, 2006; Alaoğlu ve ark., 2007). Buna karşın Ege bölgesinde yapılan bir diğer çalışmada *Z. pullula*'nın en yaygın ve yoğun tür olduğu bunu *E. decipiens*'in takip ettiği belirtilmiştir (Yılmaz ve ark., 2007; Yılmaz & Karsavuran, 2010). Doğu Akdeniz bölgesinde yapılan çalışmalarda ise en yoğun bulunan türün *C. bipunctella* olduğu (%30.4), bunu takiben *Z. pullula* (%20.8), *B. punctata* (%15.2) ve *P. provincialis* (%13.3) türleri olduğu açıklanmıştır (Kaya & Başpınar, 2019). Adana, Mersin, Osmaniye ve Hatay illerini kapsayan bir diğer çalışmada ise *C. bipunctella* %61 oranında en yoğun olan tür olduğu bunu takiben *A. decedens* & *E. decipiens*, *Zyginidia sohrab* ve *B. punctata* türlerinin yaygın ve yoğun türler olduğu belirlenmiştir (Akmeşe & Sertkaya, 2021).

Ülkemizde özellikle ana ve ikinci ürün mısır ekim alanlarında yapılan bu çalışmalarda cicadellid türlerin gerek tür çeşitliliği ve gerekse yaygınlığının bölgeden bölgeye değişiklik gösterdiği görülmektedir. Genel olarak Ege, Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde baskın türün *Zyginida* spp. olduğu, buna karşın Akdeniz bölgesinde ise *C. bipunctella* türünün hakim olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada Mardin ili ve çevresi için elde edilen sonuçlar Baran Yazıcı ve ark. (2023) ile tam bir uyum içerisindedir. Buna göre Şırnak ili ikinci ürün mısırdaki hakim türün %70 oranında *E. decipiens* olduğu buna karşın *Z. sohrab* (%27) ile *P. striatus* (%3) daha düşük oranlarda kaydedilmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeyinde kalan Diyarbakır ilinde hakim tür *Z. sohrab* iken güney kesiminde yer alan Mardin ve Şırnak illerinde *A. decedens* & *E. decipiens* ikilisinin daha baskın olması bu çalışmada elde edilen ilgi çekici sonuçlardan biri olmuştur. Bunun nedeninin her iki ilde mısır ekim alanlarına yakın veya bitişik olan alanlardaki yabancı ot türlerinden özellikle domuz pıtrağının (*Xanthium strumarium* L.) yoğun olması ve *A. decedens* & *E. decipiens* türlerinin bu yabancı ot üzerinde daha çok beslenmesi ile açıklanabilir (Mutlu ve ark., 2008a;b). Yabancı otlar ile yaprakpiresi türleri arasındaki ilişki belirsiz olsa da yabancı otların yaprakpiresi yoğunluğunu artıran bir unsur olduğu gözlemi önceki yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Andow, 1992; Oloumi-Sadeghi ve ark., 1989; Margues ve ark., 2012; Mutlu & Sertkaya, 2015).

Çalışmaya konu bir diğer tür olan *P. striatus*, bu çalışmada en düşük yoğunluğa sahip bir tür olarak ülkemizin farklı bölgelerinde de aynı düşük yoğunluklarda kaydedilmiştir (Mutlu ve ark., 2008a;b; Yılmaz ve ark., 2007; Akmeşe & Sertkaya, 2019; Atmaca ve ark., 2021; Baran Yazıcı ve ark., 2023). Ancak bu türü önemli yapan asıl faktörün, diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda buğday ve mısır alanlarında bazı virüs ve fitoplazma hastalıklarının vektörü olması ve önemli zararlara yol açmasının neden olduğu kaydedilmiştir (Mutlu ve ark., 2023).

Mardin ili ikinci ürün mısır ekim alanlarındaki önemli yaprakpiresi türlerinin popülasyon değişimleri

Yapılan çalışmalar sonucunda *A. decedens* & *E. decipiens*, *Z. sohrab* ve *P. striatus* türlerinin diğer türlere göre daha yaygın ve yoğun oldukları belirlenerek bu türlerin popülasyon değişimleri izlenmiştir. Sözkonusu türlerin ikinci ürün mısırdaki popülasyon değişimine ait veriler *A. decedens* & *E. decipiens* için Şekil 3'te, *Z. sohrab* için Şekil 4'te ve *P. striatus* için ise Şekil 5'te verilmiştir.



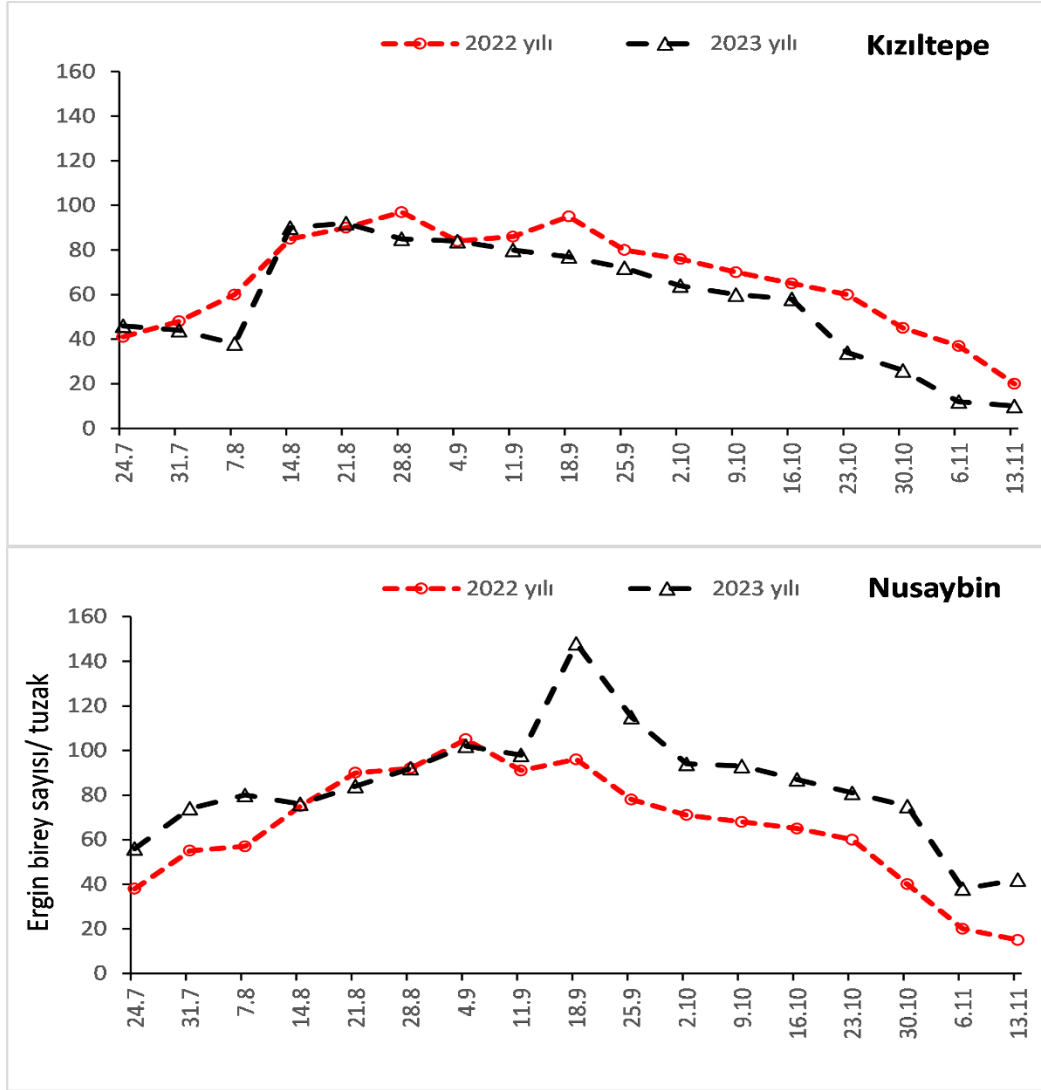
Şekil 3. Mardin ili Kızıltepe ve Nusaybin ilçeleri ikinci ürün mısırdaki *Empoasca decipiens* & *Assymetresca decedens*'in 2022-2023 yıllarında belirlenen popülasyon değişimi

Figure 3. The population dynamic of *Empoasca decipiens* & *Assymetresca decedens* in second crop maize Mardin province Kızıltepe and Nusaybin districts' in the years 2022-2023

Kızıltepe ilçesinde ikinci ürün mısır tarlasında fenoloji başında 24.07.2022 tarihinde yapılan ilk sayımda 43 ergin birey bulunmuştur. Sonraki üç hafta artan popülasyonda tuzaklarda sırasıyla 45, 54 ve 76 ergin birey tuzaklarda kaydedilmiştir. Ağustos ayının son iki haftasında ise 184 ve 205 ergin birey tuzaklarda sayılmıştır. Bitkilerin olgunlaşmaya başladığı 04.09.2022 tarihinde 230 ergin belirlenmiş, sonraki haftalarda ise popülasyonda göreceli olarak düşüşler olmuş ve eylül ayının ikinci haftasından itibaren sırasıyla 246, 227, 190, 182, 140, 110, 90, 76 birey elde edilmiştir. Hasat öncesi son iki sayımda ise tuzaklarda 36 ve 17 ergin birey tespit edilmiştir (Şekil 3). Nusaybin ilçesinde ikinci ürün mısır tarlasında tuzaklarda 16.07.2022 tarihinde 36 ergin birey saptanmıştır. Sonraki haftalarda sırasıyla 61, 58, 65 ergin birey bulunmuştur. Ağustos ayının ilk haftasından itibaren (03.08.2022) popülasyon artış göstermiş ve tuzaklarda ortalama olarak sırasıyla 160, 182, 217, 248, 250, 257 ergin birey kaydedilmiştir. Eylül ayının son haftası 230 ergin birey bulunup, sonraki haftalarda mısır yapraklarının kurumasından dolayı popülasyonda kademeli olarak azalma görülmüş ve sarı yapışkan renk tuzaklarında ortalama 170, 156, 112, 90, 64, 50 ergin birey kaydedilmiştir. Son haftada 20 ergin birey tespit edilmiştir (Şekil 3).

Kızıltepe ilçesinde tuzakların asıldığı diğer tarlada ilk hafta (15.07.2023) tuzaklarda ortalama 35 ergin birey tespit edilmiştir. İkinci ve devam eden sonraki haftalarda popülasyon artmaya başlamış ve tuzaklarda sırasıyla ortalama 46, 65, 98 ergin birey elde edilmiştir. Ağustos ayının son üç haftasında *E.decipiens* & *A. decedens* popülasyonu artışa devam etmiş ve tuzaklarda sırasıyla 170, 186, 210 birey tespit edilmiştir. Eylül ayının 02.09.2023 tarihinde 220 ergin birey kaydedilmiş, sonraki haftalarda ise popülasyon aşağıya doğru seyrederek tuzaklarda 196, 181, 160, 145 birey kaydedilmiştir. Ekim ayında tarladaki sulamaların kesilmesi ve yaprakların kurumaya başlamasıyla *E.decipiens* & *A. decedens* popülasyon yoğunluğu azalmış ve ekim ayının ilk haftasında 110 sonraki haftalarda ise sırasıyla 90, 76, 62 ergin birey tespit edilmiştir. Hasat öncesi yapılan son sayımda ise (13.11.2023) tuzaklarda ortalama 22 ergin birey kaydedilmiştir (Şekil 3).

Nusaybin ilçesinde ikinci ürün mısır tarlasında temmuz ayının üçüncü haftasında (22.07.2023) tuzaklarda yapılan sayımlarda ortalama 42 ergin birey bulunmuştur. Temmuz ayının son haftasında ise 63 ergin birey bulunmuş, ağustos ayında ilk haftasında 250 ergin bireye çıkan popülasyon, bu ayın son haftasında (26.08.2023) ise artışa geçerek 317 ergin bireye ulaşmıştır. Ağustos ayında en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşan *E.decipiens* & *A. decedens*, diğer haftalarda düşüşe geçmiş ve eylül ayında ise sırasıyla 290, 264, 262, 240 ergin birey tespit edilmiştir. Ekim ayında da popülasyon yoğunluğunun sürekli azaldığı sırasıyla 217, 209, 180, 147 ergin birey olduğu kaydedilmiştir. Hasattan önceki sayımlarda ise tuzaklarda ortalama 32 ve 14 ergin birey kaydedilmiştir (Şekil 3). *Zyginidia sohrab*'ın ergin bireylerin 2022-2023 yılları ikinci ürün mısır tarlalarında sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak izlenen popülasyon değişimi Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Mardin ili Kızıltepe ve Nusaybin ilçeleri ikinci ürün mısırdaki *Zyginida sohrab*'ın 2022-2023 yıllarında belirlenen popülasyon değişimi

Figure 4. The population dynamic of *Zyginida sohrab* in second crop maize Mardin province Kızıltepe and Nusaybin districts' in the years 2022-2023

Kızıltepe ilçesi ikinci ürün mısır tarlasında 24.07.2022 yapılan kontrollerde ilk haftada 41 ergin birey saptanmıştır. Sonraki haftalarda yapılan sayımlarda tuzaklarda ortalama 48 ve 60 ergin birey bulunmuştur. Mısırın olgunlaşma döneminde popülasyonun giderek arttığı 14.08.2022 tarihinde 85 ergin birey, bunu takip eden sonraki haftalarda ise 90, 97, 84, 86 ergin birey kaydedilmiştir. Eylül ayının üçüncü haftasında (18.09.2022) sarı yapışkan tuzaklarda 95 ergin birey, bunu takiben sonraki haftalarda popülasyonda düşüş görülmüş ve ortalama sırasıyla 80, 76, 70, 65, 60 ergin birey bulunmuştur. Hasat öncesindeki son 3 haftada yapılan sayımlarda ortalama sırasıyla 45, 37, 20 ergin birey tespit edilmiştir (Şekil 4).

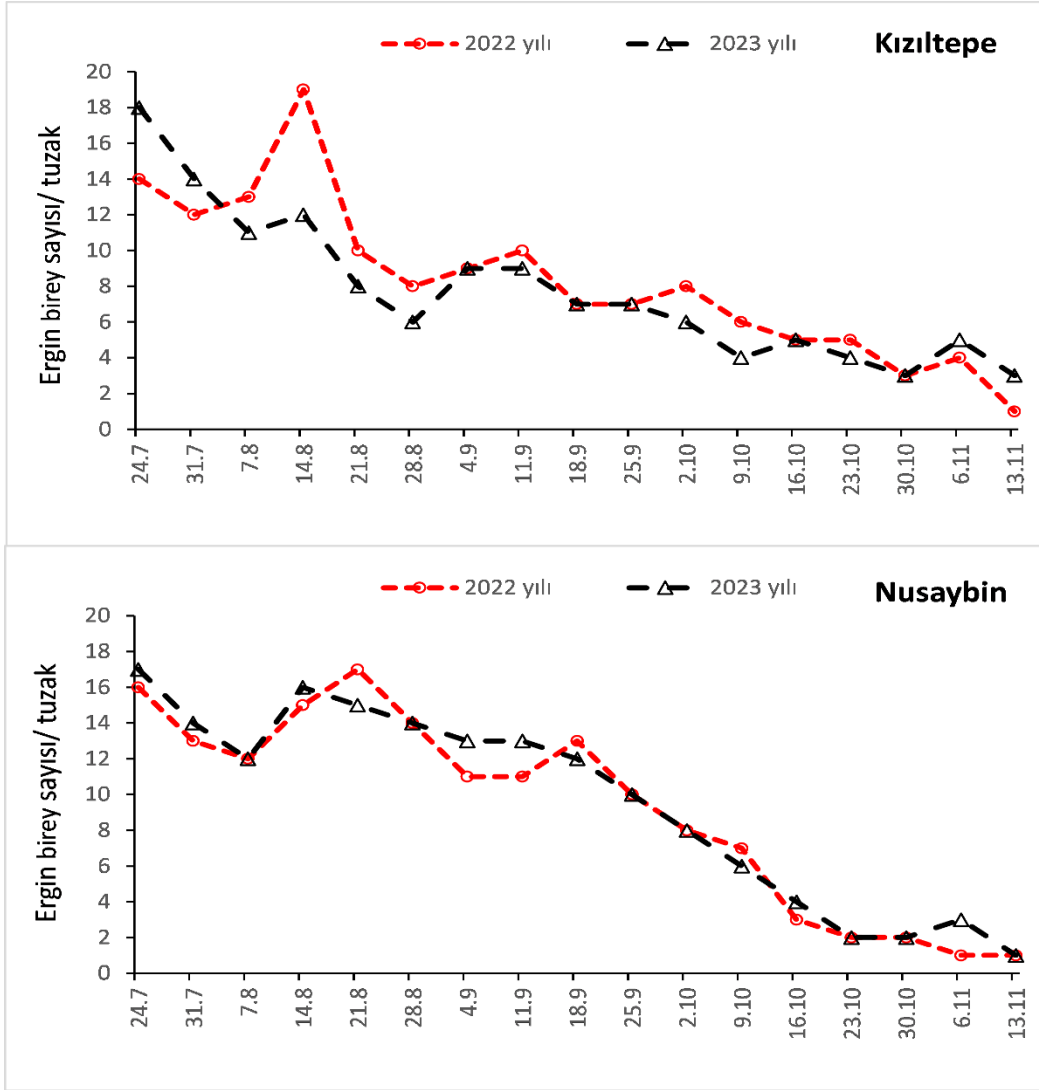
Çalışmanın yürütüldüğü Nusaybin ilçesinde ikinci ürün mısır tarlasında ilk hafta yapılan (16.07.2022) yapılan sayımda tuzaklarda 38 ergin birey kaydedilmiştir. Sonraki haftalarda (2. ve 3. haftada) tuzaklarda ortalama sırasıyla 55, 57 ergin birey belirlenmiştir. Mısırın olgunlaşma döneminde popülasyonun arttığı 06.08.2022 tarihinde 75 ergin birey kaydedilmiş, hasada yakın olan sonraki haftalarda *Z. sohrab* popülasyonu sırasıyla 90, 92, 105, 91 ergin birey sayısına ulaşmıştır. Eylül ayının 3. haftası olan 18.09.2022 tarihinde ise 96 ergin birey kaydedilmiş, sonraki haftalarda ise popülasyonda düşüş görülmüş ve sırasıyla 78, 71, 62, 65, 60 *Z. sohrab* ergin bireyi tespit edilmiştir. Bitkilerin

olgunlaşmasından dolayı yaprakların kuruması popülasyonda düşüşe neden olmuş ve hasat öncesi son 3 haftada tuzaklarda sırasıyla 40, 20, 15 ergin birey bulunmuştur (Şekil 4).

İkinci yapılan çalışmalarda Kızıltepe ilçesindeki tarladan denemenin kurulduğu ilk hafta olan 15.07.2023 tarihinde alınan üç tuzak ortalamasına göre toplamda 46 ergin birey belirlenmiştir. *Zyginida sohrab* popülasyon takip eden haftalarda (2. ve 3. haftalar) tuzaklarda ortalama 44 ve 38 ergin birey bulunmuştur. Mısırın olgunlaşma dönemi olan ağustos ayında popülasyonun giderek arttığı gözlenmiş ve 4. haftadan itibaren tuzaklarda sırasıyla ortalama 90, 92, 85,84 ergin birey tespit edilmiştir. Eylül ve Ekim ayında bitkilerin kurumasından dolayı popülasyon giderek azalmış ve hasada kadar geçen haftalarda sırasıyla 80, 77, 72, 64, 60, 58, 34, 26, 12 ve 10 ergin birey tespit edilmiştir (Şekil 4).

Nusaybin ilçesinde örnekleme yapılan diğer tarlada 22.07.2023 tarihinde sayım yapılan tuzaklarda ilk iki haftada tuzaklarda ortalama 56 ve 74 ergin birey kaydedilmiştir. *Zyginida sohrab* popülasyonu ağustos ayında yükselmiş ve tuzaklarda sonraki haftalarda sırasıyla 80, 76, 84 ve 92 ergin tespit edilmiştir. Eylül ayının ortasında 148 ergin birey bulunmuş ve *Z. sohrab* popülasyonu en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Eylül ayında yapılan sayımlarda popülasyon dalgalı bir seyir izlemiş ve tuzaklarda 102, 98, 115 ve 94 ergin birey bulunmuştur. Ekim ayında giderek azalan popülasyon nedeniyle tuzaklarda ilgili ayın haftalarında sırasıyla 93, 87, 81 ve 75 ergin birey bulunmuştur. Çalışmaların sonlandırılmasından önceki son iki haftada (06.11- 13.11.2023) tuzaklarda en düşük sayıda (sırasıyla 38 ve 42 ergin) *Z. sohrab* kaydedilmiştir (Şekil 4).

Psammodettix striatus'un ergin bireylerin 2022-2023 yılları ikinci ürün mısır tarlalarında sarı yapışkan tuzaklar kullanılarak izlenen popülasyon değişimi Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Mardin ili Kızıltepe ve Nusaybin ilçeleri ikinci ürün mısırdaki *Psammotetix striatus*'un 2022-2023 yıllarında belirlenen popülasyon değişimi

Figure 5. The population dynamic of *Psammotetix striatus* in second crop maize Mardin province Kızıltepe and Nusaybin districts' in the years 2022-2023

Psammotetix striatus'un popülasyon değişiminin izlendiği birinci yıl (2022) çalışmalarında, Kızıltepe ilçesi ikinci ürün mısır tarlasında sayım yapılan temmuz ayının ilk haftasında (24.07.2022) toplamda 14 ergin birey bulunmuştur, sonraki iki hafta (2. ve 3.) tuzaklarda 12 ve 13 ergin birey kaydedilmiştir. Ağustos ayında yükselen *P. striatus* popülasyonu 19 ergin birey ulaşmış sonra ki üç hafta ise tuzaklarda sırasıyla 10, 8, 9 ergin birey tespit edilmiştir. Eylül ayında popülasyonda inişli çıkışlı bir seyir devam etmiş ve ekim ayına kadar tuzaklarda ortalama 10, 7, 7, 8, 6 ergin birey elde edilmiştir. Ekim ayında popülasyonun giderek azaldığı görülmüş ve bu ay içerisinde tuzaklarda sırasıyla 5, 5, 3, 4 ergin birey tespit edilmiştir. Çalışmaların sonlandırıldığı son haftada ise 1 ergin birey kaydedilmiştir (Şekil 5).

Popülasyon değişimi izlenen Nusaybin ilçesi ikinci ürün mısır tarlasında yapılan ilk sayım olan 16.07.2022 tarihinde toplam 16 ergin birey, sonraki haftalarda ise 13, 12, 15 ergin birey bulunmuştur. Ağustos ayının ilk haftası olan 06.08.2022 tarihinde tuzaklarda 17 ergin birey belirlenmiş, daha sonra haftalarda ise düşüşe geçen popülasyon sırasıyla 14, 11, 11, 13, 10 olarak elde edilmiştir. Kasım ayında hasada doğru popülasyon giderek azalmış ve

tuzaklarda ortalama 8, 7, 3, 2 birey bulunmuştur. Çalışmaların son üç haftasında (30.10-13.11.2022) ise popülasyon en düşük seviyeye inmiş ve tuzaklarda sırasıyla 2, 1, 1 ergin birey kaydedilmiştir (Şekil 5).

Çalışmaların yürütüldüğü ikinci yıl (2023) çalışmalarında, Kızıltepe ilçesi ikinci ürün mısır tarlasında temmuz ayının ikinci haftasında (15.07.2023) yapılan ilk sayımda tuzaklarda 18 ergin birey kaydedilmiş, sonraki iki haftada ise sırasıyla 14 ve 11 ergin birey bulunmuştur. Ağustos ayında yükselen *P. striatus* popülasyonu 12 ergin bireye ulaşmış sonraki üç hafta (5, 6 ve 7. haftalar) da tuzaklarda sırasıyla 8, 6, 9 ergin birey kaydedilmiştir. Eylül ayında popülasyonda inişli çıkışlı seyir devam etmiş ve tuzaklarda sırasıyla 9, 7, 7, 6, 4 ergin birey elde edilmiştir. Ekim ayında popülasyonun giderek azaldığı kaydedilmiş ve bu aya ait haftalarda sırasıyla 5, 4, 3, 5 ergin birey sayılmıştır. Hasat öncesi son haftada ise tuzaklarda ortalama 3 ergin birey kaydedilmiştir (Şekil 5).

Nusaybin ilçesinde ikinci ürün mısır tarlasında alınan tuzaklarda 22.07.2023 tarihinde ilk sayımda 17 ergin birey, sonraki haftalarda ise sırasıyla 14, 12, 16 ergin birey tespit edilmiştir. Ağustos ayının üçüncü haftası olan 19.08.2023 tarihinde tuzaklarda 15 ergin birey belirlenmiş ve popülasyon düşüşe geçerek ilgili haftalarda sırasıyla 14, 13, 13, 12, 10 ergin birey olarak tespit edilmiştir. Hasat dönemi olan Kasım ayında popülasyon kademeli olarak azalmış ve bu ay içerisinde tuzaklarda sırasıyla 8, 6, 4, 2 birey belirlenmiştir. Çalışmaların sonlandırılmasından önce yapılan son üç haftada ise tuzaklarda 2, 3, 1 ergin birey kaydedilmiştir (Şekil 5).

Popülasyon değişiminin izlendiği *A. decedens* & *E. decipiens* ikilisi ile *Z. sohrab* popülasyonunun her iki ilçede (Kızıltepe ve Nusaybin) ikinci ürün mısırın fide döneminden itibaren başlayarak yoğunluklarının arttığı ve mısır bitkisinin generatif dönem sonu ile olgunlaşma dönemi başında en üst seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. Hasat döneminde ise yaprakların kuruması sonucu popülasyon yoğunluklarının oldukça düştüğü görülmüştür. Elde edilen bu sonuç her üç zararlı yaprakpiresinin popülasyon değişimiyle ilgili yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermiştir (Mutlu ve ark., 2008a; Yılmaz ve ark., 2007; Yılmaz & Karsavuran, 2010; Akmeşe & Sertkaya, 2019; Atmaca ve ark., 2021; Baran Yazıcı ve ark., 2023). Yaprakpirelerinin yoğun olduğu Ege Bölgesi birinci ve ikinci ürün mısır alanında yapılan bir diğer çalışmada ise bu çalışma sonucunun aksine *A. decedens* türünün mısırın olgunlaşma döneminde yoğun popülasyon gösterdiği belirtilmiştir (Yılmaz & Karsavuran, 2010). Buna karşın Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ana ürün mısır ve darıda yapılan çalışmalarda *Z. sohrab* türün yoğun olduğu özellikle mısır bitkisinin kardeşlenme, koçan ve püskül döneminde yoğun bulunduğunu bildirilmiştir (Şimşek, 1982).

Çalışma konusu diğer tür olan *P. striatus* popülasyon değişimi yukarıda açıklanan diğer üç cicadellid türe göre farklılık göstermiştir. Çünkü *A. decedens* & *E. decipiens* türleri ile *Z. sohrab* türlerinde ilk hafta düşük sayıda belirlenen popülasyon bitkilerin büyümesine paralel olarak sonraki haftalarda artış göstermiş ve hasada doğru sayısal olarak oldukça azalmıştır. Ancak *P. striatus* türünde ise çalışma yapılan her iki yıl ve yerde tuzakların asıldığı ilk haftadan itibaren sarı yapışkan tuzaklarda önemli sayıda birey elde edilmiştir. Bu sonuç *P. striatus*'un mısır dışında diğer kültür bitkilerinde tarla kenarlarındaki yabancı otlar üzerinde beslendiği ve daha sonra ikinci ürün mısıra beslenmek amacıyla geçtiğini bir kez daha ortaya koymuştur. Elde edilen bu gözlemi destekler nitelikte *P. striatus*'un Diyarbakır, Şanlıurfa ve Şırnak illeri ikinci ürün mısır alanlarında mısır bitkisinin 4-6 yapraklı olduğu dönemden sonra yoğun olarak görüldüğü ve oluşan popülasyonun büyük ölçüde mısır tarlasına bitişik pamuk alanlarından geçtiği bildirilmiştir (Mutlu ve ark., 2008a; Atmaca ve ark., 2021; Baran Yazıcı ve ark., 2023). Bu çalışmada örnekleme yapılan alanlara komşu pamuk tarlalarının olduğu ve ilk dönemde oluşan *P. striatus* popülasyonunun pamuk alanlarından geçtiği düşünülmektedir. *Psammotettix striatus*'un pamuk bitkisinde zararlı bir tür olduğu ve pamuk üzerinde beslendiği kaydedilmiş (Göçmen ve ark., 1996). Bir diğer çalışmada Mutlu ve ark. (2008a) *P. striatus*'un pamuk tarlasından bitişik mısır tarlalarına mısır bitkisinin 2-4 yapraklı dönemde geçtiği ve mısır yapraklarında beslenerek son dölünü mısır bitkisinde tamamladıklarını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada yabancı ot tür ve yoğunluklarının ikinci ürün mısır tarlalarında yaprakpiresi popülasyon yoğunluğu üzerine etkisinin kısmen de olsa etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu konuda Mutlu ve ark. (2008a) tarla kenarlarında ve içlerinde bulunan başta kanyaş, darıcan, domuz pıtrağı, horozibiği ve tarla sarmaşığı gibi yabancı otların yaprakpirelerinin yoğunluklarını artırdığı hipotezini öne sürmüşlerdir. Bu çalışmada örnekleme yapılan

Kızıltepe ve Nusaybin ilçelerinde yer alan ikinci ürün mısır tarlalarında yapılan gözlemlerde, çalışmaya konu yaprakpıresi türlerinin popülasyon yoğunluklarının farklı olmasının yabancı otların tür ve yoğunluğuna bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ersin ve ark. (2017), *Z. pullula*'nın Ege Bölgesi ikinci ürün mısır alanlarında popülasyon yoğunluğunun örnekleme yapılan her bir tarlada farklılık göstermesine rağmen özellikle yabancı ot kontrolü yapılmayan tarlalarda popülasyon yoğunluğunu oldukça arttırdığı gözlemlenmiştir. Farklı ürünlerdeki yapılan benzer çalışmalarda bazı yabancı otların (topalak, domuz pıtrağı, ayırık, darıcan ve kanyaş gibi) Cicadellidae popülasyonunu önemli oranda arttırdığı ve yabancı ot mücadelesinin yapılmasının gerektiği rapor edilmiştir (Andow, 1992; Oloumi-Sadeghi ve ark., 1989; Margues ve ark., 2012; Mutlu & Sertkaya, 2015). Bununla beraber bir bölgedeki yabancı ot tür ve popülasyonunun fitofag ve diğer böcekleri cezbedtiği onlar için besin kaynağı, barınak, kışlama alanları ve üreme gibi aktivitelerinin yanısıra bunların popülasyonunu arttırıcı özellikte olduğu bilinmektedir (Southwood & Way, 1970; Altieri, 1999). Ancak yukarıda belirtilen yabancı ot türlerinin yaprakpıresi popülasyonlarını ne ölçüde arttırdığı ile ilgili detaylı çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; bu çalışma Mardin ili ve ilçelerindeki (Kızıltepe, Nusaybin, Derik, Artuklu) ikinci ürün mısır üretim alanlarında, Cicadellidae familyasına bağlı türler ile önemli türlerin popülasyon yoğunluklarını belirlemek amacıyla 2022-2023 yıllarında yapılmıştır. Çalışma sonucunda Cicadellidae familyasına bağlı 17 tür tespit edilmiş ve bu türler içinde en yaygın ve yoğun olan türlerin *E. decipiens* & *A. decedens*, *Z. sohrab* ve *P. stiatius* olduğu kaydedilmiştir. Popülasyon değişiminin izlendiği *A. decedens* & *E. decipiens* ikilisi ile *Z. sohrab* popülasyonunun Kızıltepe ve Nusaybin ilçesinde ikinci ürün mısırın fide döneminden itibaren başlayarak yoğunluklarının artışı ve mısır bitkisinin generatif dönem sonu ile olgunlaşma dönemi başında en üst seviyeye ulaştığı kaydedilmiştir. Sonuç olarak Mardin ili ikinci ürün mısır alanlarında yaprakpirelerinin bitkilerin en hassas olduğu fide döneminden itibaren beslenip zarara neden oldukları ve bu nedenle popülasyonlarının takip edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Popülasyonun yüksek olduğu ve ekonomik zarar eşliğinin üzerinde olan alanlarda bu zararlılara karşı öncelikle yabancı ot mücadelesi yapılması gerektiği, kimyasal mücadele yapılması halinde doğal düşmanlara etkisi en düşük olan spesifik insektisitlerin uygulanması gerektiği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

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

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

Akmeşe, V., & Sertkaya, E. (2021). Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki mısır alanlarında Cicadellidae (Hemiptera) türlerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26, 497-505. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.942002>.

- Akkurt, E., & Demirbaş, N. (2021). Türkiye’de mısır üretiminde kendine yeterliliğin değerlendirilmesi. XV. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi, Bulgaristan, 29-30.
- Alaoglu, Ö., Ercan, B., Soylu, S., Öztemiz, S., Palta, Ç., Güneş, A., Uysal, M., & Tezel, M. (2007). *Zyginidia sohrab* Zachvatkin (Hemiptera: Cicadellidae)’ın mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde populasyon gelişimi ile yoğunluğunun verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 8-17. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/>
- Altieri, M.A. (1999). *The ecological role of biodiversity in agroecosystems. In Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes* (pp. 19-31). Elsevier.
- Andow, D.A. (1992). Population density of *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) in weedy beans. *Journal of Economic Entomology*, 85 (2), 379-383. <https://doi.org/10.1093/jee/85.2.379>
- Atmaca, A., Mamay, M., & Mutlu, Ç. (2021). Population dynamics and parasitism rate of leafhopper species (Hemiptera: Cicadellidae) in maize (*Zea mays* L.) crop. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12, 448-457. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.12.2.0609>.
- Baran Yazıcı, A., Mutlu, Ç., & Zeybekoğlu, Ü. (2023). Determination of leafhopper (Hem.: Cicadellidae) species and population dynamics of important species in second crop maize in Şırnak Province, Türkiye. *Harran Journal of Agricultural and Food Sciences*, 27, 372-386. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1307776>.
- Bushing, R.W., & Burton, V.F. (1974). Leafhopper damage to silage corn in Colifornia. *Journal of Economic Entomology*, 67, 656-658. <https://doi.org/10.1093/jee/67.5.656>
- Dent, D., & Binks, R. (2000). *Insect pest management*, (pp. 1-424). Cabi Publishing, Newyork, USA.
- Emelyanov, A.F. (1964). Suborder Cicadinea (Auchenorrhyncha). *Keys to the Insects of the European USSR. Apterygota, Palaeoptera, Hemimetabola*, Ga. Ya. Bei-Bienko (ed.). Vol. I. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Keys to the Fauna of the USSR, 84: 421-551.
- Ercan, B. (2006). Konya ilinde mısırdaki zararlı Cicadellidae (Homoptera: Auchenorrhyncha) türleri üzerine tespiti ve popülasyon gelişimi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ersin, F., Yılmaz, E., Kaya, E., İlker, E., & Turanlı, F. (2017). Ege Bölgesinde ikinci ürün mısırdaki zararlı *Zyginidia pullula* (Boherman, 1845) Hemiptera: Cicadellidae’nın neden olduğu ürün kaybı ve ekonomik zarar eşiği üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (3), 285-292. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.387889>
- Göçmen, H., Güçlü, Ş., & Dağlı, Ş. (1996). Antalya’da pamukta zararlı Cicadellidae türleri ve populasyon dalgalanmaları. *Türkiye III. Entomoloji Kongresi*, Ankara, Türkiye, 23-28.
- Gözüaçık C., & Mart, C. (2005). Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde mısırdaki zararlı Lepidoptera türleri, yoğunlukları ve yayılışlarının belirlenmesi üzerinde çalışmalar. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (4), 11-16. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/56034>
- Kaya, K., & Başpınar, H. (2019). Hatay ilinde ışık tuzağı ile belirlenen Cicadellidae familyası türleri ve populasyon yoğunlukları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 31-36. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/72281>
- Lodos, N. (1986). *Türkiye entomolojisi (Genel, uygulamalı ve faunastik) Cilt II*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1987). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey, XXV. Family Cicadellidae: Deltocephalinae: Paralimnini (Part I). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 11, 151-162. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/64303>
- Marques, R.N., Teixeira, D.C., Yamamoto, P.T., & Lopes, J.R.S. (2012). Weedy hosts and prevalence of potential leafhopper vectors (Hemiptera: Cicadellidae) of a phytoplasma (16srix group) associated with huanglongbing symptoms in citrus groves. *Journal of Economic Entomology*, 105 (2), 329-337. <https://doi.org/10.1603/EC11254>

- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008a). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında Cicadellidae (Homoptera) familyasına bağlı önemli türlerin populasyon değişimleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32, 21-32. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/65029>
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008b). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında bulunan Cicadellidae (Homoptera) türleri ve yayılış alanları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32, 281-301. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/65049>
- Mutlu, Ç., & Sertkaya, E. (2015). Diyarbakır ilinde mısırdaki zararlı *Zyginidia sohrab* Zachvatkin (Hemiptera: Cicadellidae)'ın biyokolojisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55, 15-30. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/713045>
- Mutlu, Ç., Karaca, V., Tonga, A., & Zeybekoğlu, Ü. (2023). Diversity of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) species in various field crops in Southeastern Anatolia, Turkey. *Entomological News*, 130 (5), 397-415. <https://doi.org/10.3157/021.130.0501>
- Nault, L.R. (1980). Maize bushy stunt ve corn stunt: A comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, ve vectors. *Phytopathology*, 70, 659-662. <https://doi.org/10.1094/Phyto-70-659>
- Nault, L.R., & Ammar, E.D. (1989) Leafhopper and Planthopper transmission of plant viruses. *Annual Review of Entomology*, 34, 503-529. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.002443>
- Novotný, V. (1994). Association of polyphagy in leafhoppers (Auchenorrhyncha, Hemiptera) with unpredictable environments. *Oikos*, 223-232. <https://doi.org/10.2307/3545633>
- Oloumi-Sadeghi, H., Zavaleta, L.R., Kapusta, G., Lamp, W.O., & Armbrust, E.J. (1989). Effects of potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and weed control on alfalfa yield and quality. *Journal of Economic Entomology*, 82 (3), 923-931. <https://doi.org/10.1093/jee/82.3.923>
- Southwood, T.R.E., & Way, M.J. (1970). Ecological background to pest management. p. 6-29. In R.L. and R.E. Guthrie (ed.) Concepts of pest management. *Proceedings of a conference held at North Carolina State University, Raleigh*, 272 p.
- Şimşek, Z. (1982). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Mısır ve Darılarda Zararlı Olan Böcek Türleri, Tanınmaları, Yayılış Alanları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayını No: 6, 86 s.
- TÜİK. (2022). *Bitkisel üretim istatistikleri*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=BitkiselUretimIstatistikl_2022-45504 (Erişim Tarihi: 31.03.2024).
- Walter, G.H. (2003). *Insect pest management and ecological research*, (pp. 386) Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Yılmaz, E., & Karsavuran, Y. (2010). İzmir ili mısır tarlalarında *Asymmetrasca decedens* (Paoli, 1932) ve *Zyginidia pullula* (Boheman, 1845) (Homoptera: Cicadellidae) türlerinin populasyon değişimi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34 (2), 241-250. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/65093>
- Yılmaz, E., Karsavuran, Y., & Başpınar, H. (2007). Aydın, İzmir ve Manisa illeri mısır ekiliş alanlarında görülen Cicadellidae (Homoptera) familyasına bağlı türlerin saptanması üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44 (3), 43-58. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/59268>

Socio-economic evaluation and technical efficiency of soybean (*Glycine max* L. Merrill) production in North-West Nigeria: A parametric approach

Kuzey-Batı Nijerya'da soya fasulyesi (*Glycine max* L. Merrill) üretiminin sosyo-ekonomik değerlendirmesi ve teknik verimliliği: Parametrik bir yaklaşım

Olugbenga Omotayo ALABI¹, Ibrahim MAHARAZU², Jeremiah Samuel ALUWONG³,
Paul Akinwumi ATTEH⁴, Augustine OBIDA⁵



¹University of Abuja, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, PMB 117 Gwagwalada-Abuja, Federal Capital Territory, Nigeria.

²Kaduna State University (KASU), Faculty of Agriculture, Department of Agricultural-Economics, Kaduna State, Nigeria.

³Nuhu Bamali Polytechnic, School of Agricultural Technology, Department of Agricultural-Extension and Management, Zaria, Samaru Katak Campus, Kaduna State, Nigeria.

⁴Federal University of Lafia, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension, PMB 146 Lafia, Nasarawa State, Nigeria.

⁵Federal University of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Zuru, Kebbi State, Nigeria.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 30.05.2024 Accepted / Kabul: 12.07.2024</p> <p>Keywords: Technical efficiency Soybean production Parametric approach North-west Nigeria</p> <p>Anahtar Kelimeler: Teknik verimlilik Soya fasulyesi üretimi Parametrik yaklaşım Kuzeybatı Nijerya</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Olugbenga Omotayo ALABI omotayoalabi@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.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>This aim of study examined socioeconomic evaluation and technical efficiency (TE) of soybean (<i>Glycine max</i>) production with a parametric approach in North West, Nigeria. The multistage sampling method was used to select 160 soybean farmers. Primary data were used. Data were analyzed using descriptive statistics and the stochastic production efficiency frontier model (SPEFM). The result shows that the mean age of a soybean farmer was 46 years. Soybean production was profitable with an estimated Gross Margin and Net Farm Income of 899,237.80 and 824, 468.22 Naira respectively. The Gross Margin Ratio and Rate of Return on Investment was calculated at 0.583 and 1.15 respectively. The significant socio-economic factors that increase the TE of soybean production include household size, age, years of experience, level of education, members of cooperatives, and number of extension contacts. The mean TE scores of soybean farmers was 53.77%, leaving a gap of 46.23% for improvement. This study recommends that credit with single-digit interest rates should be made available to soybean farmers.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışmanın amacı, Kuzeybatı Nijerya'da soya fasulyesi (<i>Glycine max</i>) üretiminin sosyoekonomik değerlendirmesini ve teknik verimliliğini (TE) parametrik bir yaklaşımla incelemektir. 160 soya fasulyesi çiftçisini seçmek için çok aşamalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Birincil veriler kullanılmıştır. Veriler tanımlayıcı istatistikler ve stokastik üretim verimliliği sınır modeli (SPEFM) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, bir soya fasulyesi çiftçisinin ortalama yaşının 46 olduğunu göstermektedir. Soya fasulyesi üretimi, sırasıyla 899.237,80 ve 824.468,22 Naira tahmini Brüt Kar Marjı ve Net Çiftlik Geliri ile karlıydı. Brüt Kar Marjı Oranı ve Yatırım Getirisi Oranı sırasıyla 0,583 ve 1,15 olarak hesaplanmıştır. Soya fasulyesi üretiminin TE'sini artıran önemli sosyoekonomik faktörler arasında hanehalkı büyüklüğü, yaş, deneyim yılı, eğitim seviyesi, kooperatif üyeleri ve uzatma temaslarının sayısı yer almaktadır. Soya fasulyesi çiftçilerinin ortalama TE puanları %53,77 olup, iyileştirme için %46,23'lük bir boşluk bırakılmıştır. Bu çalışma, soya fasulyesi çiftçilerine tek haneli faiz oranlarıyla kredi sağlanmasını önermektedir.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Alabi, O.O., Maharazu, I., Aluwong, S.J., Atteh, A.P., & Obida, A. (2024). Socio-economic evaluation and technical efficiency of soybean (<i>Glycine max</i>) production in North-West Nigeria: A parametric approach. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 695-706. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1492376</p>

INTRODUCTION

Soybean (*Glycine max*) is the 4th major cereal crop in the world after wheat (1st), maize (2nd), and rice (3rd) (Grassini et al., 2021). Nigeria is the largest producer of soybean in Central and West Africa (Umar, 2020). In 2022, Nigeria produces 1, 060, 000 metric tons of soybean with a total land area of 1,200,000 hectares (FAO, 2022). As of 2022, global soybean production stood at 348,856,427.48 metric tons (FAO, 2022). Thanks to its rich vitamin B content, it stands out as a nutritious food (Kaya and Ateş, 2024). Soybean is a good source of inexpensive high quality protein and oil. In terms of protein content, soybean is the highest among all food crops, and in terms of oil content, it is second to groundnut among food legumes, with an average oil content of 20% and protein content of 40% (Umar, 2020). Soybeans can be used to produce edible oils, milk, and animal feed. Soybean is a versatile crop that can be used to derived products like soybean oil, soy-milk, soy-cheese, soy-flour, soybean fufu, soy-sauce, livestock feed, and Baby foods such as Babeena, Golden morn, Cerelac, and Nutrend (Omoigui et al., 2020). In the industry, soybean is used in the manufacture of infant food supplements, edible oils, pharmaceuticals, cosmetics, paints, soap making, and animal feed (Biam et al., 2015). In addition, soybean is used in industries to make printing ink, wood veneer, adhesive, paper coating, and alkyd resins (Mairabo et al., 2023).

The consumption of soybean is estimated to be 1.275 million tons in Nigeria between 2021 and 2022 (Donley, 2021). Even with increases in domestic soybean production, local soybean demand cannot be met. There is huge supply gap of soybean in Nigeria. The research gap is more of technical inefficiency (TIE) among smallholder soybean farmers, the viable option is to close the supply gap and for farmers to maximize the use of available production and socio-economic resources. Agricultural growth which means increasing or enhancing agricultural productivity, plays a key role in reducing food insecurity and rural poverty in Africa (Okello et al., 2019). Sakurai et al. (2006) reported that agricultural productivities do` not only depend on crop yield, but also on efficiency. It is important to know that ways of increasing agricultural productivity in sub-Saharan Africa, Nigeria inclusive, must be geared toward improving the efficiency of smallholder soybean farming activities and the allocation of resources to different enterprises (AGRA, 2014). Efficiency of smallholder farms and its predisposing factors are key issues for better farm planning and policy makers decision- making. Tung (2013) reported that smallholder soybean farmers need to develop new farm plans or change their existing ones and that their output will expand due to the increased or enhanced efficiency in soybean production. According to Amaza and Maurice (2005), efficiency is defined as the possibility of farms, (or firms) producing at a given optimal level of output (product) from a certain bundle of inputs or at a given level of output at minimum cost. Efficiency is an important or significant factors in productivity growth of an economy, especially in Africa, where resources are scarce and opportunities for new technologies are lacking. Therefore, studies on soybean efficiency will show that it is possible to raise productivity by improving or enhancing efficiency without increasing the resource base or developing new technology.

According to Miassi et al. (2023), efficiency can also be defined or explained as the ability or potential of soybean producers to produce the maximum quantity of output with the minimum production. TE according to Miassi et al. (2023) can be defined as ways to measure the ability or potential of a soybean production unit to obtain the maximum possible output or yield from a combination of production inputs. Adeyemi et al. (2017) defined a technically efficient firm or farm as one that produces the maximum output or yield for a certain amount of inputs, on the condition that production technology is available to it. TE (Technical Efficiency) is a very important instrument or tool in estimating the technical performance of soybean farms and those producing grains or cereals (Miassi et al., 2023). TE estimates the efficiency of the use of farm resources and factors of production. This implies that it is concerned with allocation of farm inputs (resources) involved in the production process of a given level of output. In order to improve the efficiency of smallholder soybean farmers, resource allocation levels must be known. According to Adeyemi et al. (2017), soybean production can be improved by increasing the efficiency of resources allocation. Therefore, soybean production systems should be focused on estimating the model by

combining production inputs, estimating the determinants of TE in soybean production and acting upon them to enhance the performance of the sector. Bhatt and Bhat (2014) reported that it is important to develop agricultural policies that optimize farmers efficiency to improve crop yields and soybean supply.

Several studies have reported that certain factors or parameters have significant effect on the efficiency level of farms (Miassi et al., 2023). These socioeconomic factors include the age of farmers, the level of education received, the membership of a farmer group, the size of the farm, and access to credit (Nuama, 2006). The methods for estimating productive efficiency are based on a non-parametric approach using DEA (Data Envelopment Analysis) and a parametric approach using a stochastic production frontier efficiency model. Several studies have focused on studying the TE of farms using DEA and little using the stochastic production frontier method because DEA allows for the development of a production frontier without any restriction on the functional form (Hayran and Gul, 2020; Bhatt and Bhat, 2014).

Evidence has suggested that very small is known about the general level of inefficiency of most smallholder farms, very small is known about the exact level of inefficiency in allocation of resources among smallholder farms in Africa (AGRA, 2014). The study fill a research gap existing in the literature and adds to the discussion of soybean production efficiency. The major objective of this study is to examine the socioeconomic evaluation and technical efficiency of soybean (*Glycine max*) production in North West, Nigeria: a parametric approach. The specific objectives include; identify the socioeconomic, institutional and farm-specific characteristics of soybean farmers; analyzing the profitability of soybean production, evaluating the factors influencing soybean production TE, estimating the TE scores of soybean farmers, and determining the constraints facing soybean farmers.

MATERIALS and METHODS

This work was conducted in Kaduna and Kano States, Nigeria. Kaduna State lies between the Longitudes 06° 15' and 08° 50' East and Latitudes 09° 02' and 10° 36' North of the equator. Kaduna state has total land area of 4.5 million hectares. The mean rainfall was approximately 1,482mm. The population of Kaduna state was 8.9 million as of 2021. Kano State lies between Longitudes 08° 30' E and Latitudes 12° 02' N. The state has total land area of 20, 230 Km², the population of Kano State is 15,462, 200 people with an annual population change of 3.2% (NPC, 2022). The people of the 2 states engaged in farming activities. A multistage method of sampling method was employed in this study. The total sample size of soybean farmers selected within the 2 states was 160 respondents comprising 80 soybean farmers from Kaduna State and 80 soybean farmers from Kano State. Primary sources of data were obtained. A structured and correct questionnaire was administered to the respondents using well-trained agricultural extension officers. The structured questionnaire was subjected to validity and reliability tests. This research work used the estimating formula reported by Yamane (1967) in the calculation of the sample size. The formula is given as:

$$n = \frac{N}{1+N(e^2)} = 160 \dots \dots \dots (1)$$

Where,

n = The Calculated Sample Size (Number)

N = The Sample Frame of Soybean Farmers (Number for the 2 States)

e = Margin of Error (Maximum) Acceptable and as Determined by the Researcher (5%)

Data were estimated using the following descriptive statistics and econometric tools as stated below:

Descriptive statistics

This includes the use of mean, percentage, frequency distribution, and standard deviation. This information will be used to summarize the socioeconomic, institutional and, farm specific characteristics of soybean farmers.

Farm budgetary technique

Gross margin model (GM) according to Alabi et al. (2022) is stated thus:

$$GM = TR - TVC \dots \dots \dots (2)$$

The net farm income(NFI) is defined as:

$$NFI = \sum_{i=1}^n P_i Q_i - [\sum_{j=1}^m P_j X_j + \sum_{k=1}^k GK] \dots \dots \dots (3)$$

Where

P_i = Price of Soybean ($\frac{N}{Kg}$),

Q_i = Quantity of Soybean (Kg),

P_j = Price of Factor Inputs ($\frac{N}{Unit}$),

X_j = Quantity of Factor Inputs (Units),

TR = Total Revenue (The Sales of Soybean) (N),

TVC = Total Variable Cost (N),

GK = Cost of all Fixed Inputs (Naira)

NFI = Net Farm Income (Naira)

Financial analysis

The GMR (Gross Margin Ratio) following to Alabi et al. (2020), is given as:

$$Gross\ Margin\ Ratio = \frac{Gross\ Margin}{Total\ Revenue} \dots \dots \dots (4)$$

The RORI (Rate of Return per Naira Invested) is calculated as:

$$RORI = \frac{NFI}{TC} \dots \dots \dots (5)$$

Where,

NFI = Net Farm Income from Soybean Production (Naira),

TC = Total Cost (Naira)

Stochastic production efficiency frontier model (SPEFM)

The parametric and non-parametric approaches are generally used to measure TE. If the production model can be represented explicitly by a function and parameters such as the Cobb-Douglas production function, the approach used is called parametric (Houngue and Nonvide, 2020).

According to Alabi et al. (2022), the SPEFM is stated thus:

$$Y_i = f(X_i, \beta_i) e^{v_i - u_i} \dots \dots \dots (6)$$

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \sum_{j=1}^5 \beta_j \ln X_i + (v_i - u_i) \dots \dots \dots (7)$$

Technical efficiency (TE_i) would be estimated as follows:

$$TE_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} \dots \dots \dots (8)$$

$$TE_{ij} = \frac{F(X_i, \beta) \exp(v_i - u_i)}{F(X_i, \beta) \exp(v_i)} \dots \dots \dots (9)$$

$$TE_{ij} = \exp(-u_{ij}) \dots \dots \dots (10)$$

Since the actual production is usually < the frontier production ($Y_i \leq Y_i^*$), the values for TE lies between 0 and 1, with a TE of 1 indicating that the actual production = to the frontier production and farm is said to be technically efficient (Ahmed and Melesse, 2018).

where,

Y_i = Output of Soybean (Kg)

Y_i^* = Unobserved Frontier Output of Soybean (Kg)

X_i = Vectors of Variable Inputs

β_i = Vectors of Estimated Parameters

V_i = Random Variations in Soybean Output

U_i = Error Term due to TIE (Technical Inefficiency)

X_1 = Seed (Kg)

X_2 = Fertilizer (Kg)

X_3 = Farm Size (Ha)

X_4 = Labour Input (Mandays)

X_5 = Chemical (Litres)

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 + \alpha_3 Z_3 + \alpha_4 Z_4 + \alpha_5 Z_5 + \alpha_6 Z_6 \dots \dots \dots (11)$$

where,

Z_1 = Age (Years)

Z_2 = Household Size Measured in Number

Z_3 = Level of Education in Years

Z_4 = Years of Farm Experience in Years

Z_5 = Members of Cooperatives (1, Member; 0, Otherwise)

Z_6 = Extension Contact (Number per Month)

α_0 = Constant Term

$\alpha_1 - \alpha_6$ = Estimated Parameters

U_i = Error Term due to TIE

RESULTS and DISCUSSION

Socioeconomic, institutional and farm specific characteristics of soybean farmers

The summary statistics of the socioeconomic, institutional and farm-specific characteristics of the soybean farmer are presented in Table 1. The average age of soybean farmers is 46 years, indicating that they are young, strong, and energetic in their productive years. The farmers have spent an average of 11 years in soybean production. In terms of gender, approximately 78% of soybean farmers are male. Household sizes are large, with a mean value of 9 persons per household. This result is in consistent with the outcomes of Saliu et al. (2017), who reported an average household size of 9 persons among smallscale soybean farmers in Kaduna State. Soybean farmers have acquired formal education, and have spent an average of 12 years in school. Education plays a significant role in enhancing the adoption of new practices, innovations and technologies, which in turn increases the TE of soybean production. The result is in consistent with Mairabo et al. (2023), who observed that 92.7% of soybean farmers had formal education and were literate in Niger state, Nigeria. Soybean producers are smallholder farmers with an average farm size of 1.75 ha. The total revenue from one hectare of a soybean farm was 1, 540, 000 Naira, with a mean output of 2,200 kg ha⁻¹. In terms of institutional variables, approximate 56% of soybean farmers are members of cooperatives, implying that soybean farmers can access credit, purchase necessary farm inputs and, dispose of their farm products in bulk through cooperative associations. The mean credit value accessed per soybean farmers was 250, 000 Naira.

Table1. Descriptive statistics of socioeconomic, institutional and production variables

Çizelge 1. Sosyoekonomik, kurumsal ve üretim değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Variables	Unit of Measurement	Mean Statistics
Age	Years	46
Gender	Percentage Male	78%
Household Size	Number	9
Farm Experience	Years	11
Level of Education	Years	12
Farm Size	Hectares	1.75
Output	Kg ha ⁻¹	2,200
Revenue	Naira/ha	1,540,000
Extension Contact	Number of Contact/Month	4
Amount of Credit Accessed	Naira	250,000
Membership of Cooperatives	Percentage	56
Number of Farmers	Number	160

Source: Field Survey (2024)

The costs and returns analysis (profitability) of soybean production per hectare

The costs involved and revenue obtained in soybean production were estimated based on the prevailing market price at the time this field survey was conducted, and the result are presented in Table 2. The total cost (TC) is the addition of TVC (Total Variable Cost) and the total fixed cost (TFC). The TVC was calculated at 640, 762.20 Naira per hectare accounting for 89.56% of TC. The TFC was estimated at 74, 769.58 Naira per hectares, accounting for 10.44% of TC. The TVC includes seed input (5.26%), agrochemicals (4.56%), fertilizer input (31.96%), labour input (41.51%), loading and offloading cost (2.27%), transportation (1.99%), fees and commission (1.12%), and bags/sacks/sewing (0.88%). The fertilizer input and the labour input accounted for the highest percentage of the TVC. The TFC includes depreciation on farm implements (3.90%), land rent (3.15%), taxes (2.75%), and capital interest (0.64%). The TC was calculated at 715, 458.78 Naira per hectare. The TR (Total Revenue) and GM (Gross Margin) was estimated at 1, 540, 000 Naira and 899, 237.80 Naira per hectare. This gives a net farm income (NFI) of 824, 468.22 Naira per hectare. This indicates that soybean production is profitable in the area. The GMR (Gross Margin Ratio) was calculated at 0.583, this implying that for every naira invested in soybean production approximate 58 kobo covered expenses, profits, depreciation, and taxes. The RORI was calculated at 1.15, indicating that for every one Naira invested in soybean production, 15 kobo was earned. This finding is in consistent with Olorunsanya et al. (2009), who documented that soybean production was profitable in Kwara State, Nigeria.

Table 2. The costs, returns and profitability analysis of soybean production per hectare

Çizelge 2. Hektar başına soya üretiminin maliyetleri, getirileri ve karlılık analizi

Variables	Units	Value (N)	% TC
Variable Cost (VC)			
Seed	Kg	37,655.30	05.26
Agrochemicals	Litre	32,657.93	04.56
Fertilizer	Kg	228,678.94	31.96
Labour	Mandays	296,993.65	41.51
Loading and Offloading	Naira	16,231.32	02.27
Transportation	Naira	14,235.87	01.99
Fees and Commission	Naira	7,987.21	01.12
Bags/Sacks/Sewing	Naira	6,321.98	00.88
Total Variable Cost (TVC)	Naira	640,762.20	89.56
Fixed Cost (FC)			
Depreciation on Farm Implement	Naira	27,892.18	03.90
Land Rent	Naira	22,563.87	03.15
Taxes	Naira	19,673.21	02.75
Interest Paid on Capital	Naira	4,567.32	00.64
Total Fixed Cost (TFC)		74,769.58	10.44
Total Cost (TC)		715,458.78	100.00
Quantity Sold	2,200 Kg		
Price	700Naira Kg ⁻¹		
Total Revenue (TR)	Naira	1,540,000	
Gross Margin (GM)	Naira	899,237.80	
Net Farm Income (NFI)	Naira	824,468.22	
Gross Margin Ratio (GMR)	Number	0.5839	
Rate of Return on Investment(RORI)	Number	1.15	

Source: Field Survey (2024)

Exchange rate is 950 Naira = 1USD

Factors influencing TE of soybean production

The MLEs (Maximum Likelihood Estimates) using the SPEFM for analyzing factors influencing soybean TE are presented in Table 3. The various factors considered in the model include seed, fertilizer, farm size, labour, and chemical. The seed and fertilizer inputs significant in influenced TE of soybean production at ($P < 0.01$). The farm size and chemical input were significant at ($P < 0.05$), whereas labour input significantly influenced TE ($P < 0.10$). A 1% increase in fertilizer input, with all other variables fixed gives rise to 53.12% increase in soybean output. In addition, a 1% increase in labour input, fixing all other variables will give rise to 27.13% increase in soybean output. The RTS (Return to Scale) is the summation of the elasticities of production for all variables included in the TE component. The calculated RTS was 1.7017, which implies an increasing RTS. An increased RTS signifies that an increase in the variable inputs included in the TE components of soybean production will lead to more than proportional increase in the output. In the diagnostic statistics component, the coefficient of variance ratio (γ) was 0.8249, indicating that 82.49% of variations in the yield of soybean were due to differences in TE. The coefficient of total variance (σ^2) was 2.8310, which was statistically significant at ($P < 0.01$). This signifies that the data and model are well fitted. The Log-Likelihood function was -417.23. The results of this study agree with Mairabo et al. (2023), who reported that farm size, seed, and labour were significant factors influencing soybean TE in Niger State, Nigeria.

Socioeconomic factors influencing TE and TIE of soybean production

The maximum likelihood estimates (MLE) using the SPEFM for evaluating the socioeconomic factors influencing TE and TIE of soybean production are presented in Table 3. Socioeconomic factors under consideration in the TIE component include age, household size, years of experience, level of education membership in cooperatives, and number of extension contacts. Socioeconomic factors with negative coefficients increase TE of soybean production, whereas those with positive coefficients increase TIE. All socioeconomic factors included in the TIE component have negative coefficients. Age, level of education, household size, cooperative membership, and number of extension contacts were statistically significant socioeconomic factors that increase TE or decrease TIE of soybean production at ($P < 0.05$). The years of experience was a statistically significant socioeconomic factor that increase TE or decrease TIE of soybean production at ($P < 0.01$). A 1% increase in the level of education of soybean farmers by fixing all other factors will give rise 24.13% increase in TE or decrease in TIE for soybean production. In addition, a 1% increase in the number of extension contacts among soybean farmers with all other factors fixed will give rise to a 28.19% increase in TE or decrease in TIE for soybean production. This finding is in conformity with Yusuf et al. (2022), who observed that age was a significant socioeconomic factor that increase the TE of soybean production in Sabon Gari Local Government Area, Kaduna State, Nigeria.

Table 3. Maximum likelihood results of the SPEFM

Çizelge 3. Stokastik üretim verimliliği sınır modelinin maksimum olasılık sonuçları

Variables	Parameters	Coefficient	Standard Error	t-Value
Constant	β_0	2.1245**	0.7153	2.97
Seed	β_1	0.4530***	0.1416	3.20
Fertilizer	β_2	0.5312***	0.1348	3.94
Farm Size	β_3	0.2043**	0.0687	2.97
Labour	β_4	0.2713*	0.1195	2.27
Chemical	β_5	0.2419**	0.0837	2.89
RTS		1.7017		
TIE Component				
Constant	α_0	1.8201**	0.7398	2.46
Age	α_1	-0.2338**	0.1003	-2.33
Household Size	α_2	-0.2718**	0.1037	-2.62
Education Level	α_3	-0.2413**	0.0868	-2.78
Years of Farm Experience	α_4	-0.3564***	0.0968	-3.68
Members of Cooperatives	α_5	-0.3219**	0.1118	-2.88
Number of Extension Contact	α_6	-0.2819**	0.0952	-2.96
Diagnostic Statistics	σ^2			
Total Variance (Sigma Squared)	γ	2.8310***		
Variance Ratio (Gamma)		0.8249		
Log-Likelihood Function		-417.23		

Source: Data Analysis (2024) *-Significant at ($P < 0.10$), **-Significant at ($P < 0.05$), ***-Significant at ($P < 0.01$)

TE (technical efficiency) scores of soybean producers

Table 4 summarizes statistics of soybean producers TE scores. About 74.66 % of soybean farmers had efficiencies between 21 to 80 %. The mean TE was 53.77%, leaving an inefficiency gap of 46.23 % for improvement. Therefore, soybean farmers can obtain 53.77% of the potential output from a given mixture of production inputs. Thus, opportunity still exists for increasing soybean productivity and net farm income by increasing the efficiency using available resources and by adopting new farm technologies and techniques used by the best performing soybean farmers. In addition, the lowest TE score was 7%, whereas the best performing soybean farms had the highest TE score of 97%. If average soybean producers were to achieve the level of TE like most of their efficient counterparts, then average soybean producers could make 44.57% cost savings calculated as $\left[\left[1 - \frac{53.77}{97.00} \right] \times 100 \right]$. The calculated value for the most technically inefficient soybean farmers revealed a cost savings of 92.78% calculated as $\left[\left[1 - \frac{7.00}{97.00} \right] \times 100 \right]$. This result agrees with findings of Mohammed et al. (2016) who obtained an average TE score of 61% among soybean farmers in Northern Region of Ghana. In addition, Moses (2017) obtained an average TE score of 90% among soybean farmers in the Mubi North Local Government Area of Adamawa State, Nigeria.

Table 4. Summary statistics of TE scores

Çizelge 4. Teknik verimlilik puanlarının özet istatistikleri

Efficiency score	Frequency	Percentage
0.00 to 0.20	19	12.67
0.21 to 0.40	23	15.33
0.41 to 0.60	41	27.33
0.61 to 0.80	48	32.00
0.81 to 1.00	19	12.67
Mean	0.5377	
Standard deviation	0.2435	
Minimum	0.07	
Maximum	0.97	

Source: Field Survey (2024)

Constraints faced by soybean producers

The frequency distribution of constraints faced by soybean farmers is presented in Table 5. Soybean farmers were allowed multiple responses. Lack of improved seeds had the highest frequency of 154 which accounted for 22.71% of all constraints encountered and was ranked 1st(first). Lack of credit was ranked 2nd with frequency of 127 and this accounted for 18.73% of all constraints encountered. Inadequate extension officers with a frequency of 116, which accounted for 17.11% of all constraints encountered by soybean farmers was ranked 3rd.

Table 5. Constraints faced by soybean farmers

Çizelge 5. Soya fasulyesi çiftçilerinin karşılaştığı sorunlar

Constraint	*Frequency	Percentage	Rank
Lack of Improved Seeds	154	22.71	1 st
Lack of Credit	127	18.73	2 nd
Lack of Extension Officers	116	17.11	3 rd
High Cost of Fertilizers	109	16.08	4 th
Bad Road Infrastructures	87	12.83	5 th
High Cost of Labour	85	12.53	6 th
Total	678	100.00	

Source: Field Survey (2024) *Multiple Responses

In conclusion, this research established that soybean production in the study area is profitable. Soybean producers were young, strong, agile, energetic, and resourceful. The mean age of soybean producers was 46 years, and they had formal education with an average of 12 years of school education. The GM (Gross Margin) and NFI (Net Farm Income) was computed at 899,237.80 and 824, 468.22 Naira, respectively. Significant factors influencing soybean TE include seed, fertilizer, farm size, labour, and pesticide. Socioeconomic factors that increase the TE of soybean production include age, household size, education level, cooperative membership, years of experience, and number of extension contacts. The estimated RTS was 1.7017, indicating an increase in the RTS. The average TE score of soybean farmers was estimated at 53.77% leaving a gap of 46.23% for improvement. The major constraints faced by soybean farmers include a lack of improved seeds (1st), lack of credit (2nd), and inadequate extension officers (3rd). Based on the outcomes, the following recommendations were made:

- (i) Credit at a low interest rate (single digit) devoid of cumbersome administrative procedures should be made available to soybean farmers by government and private institutions to increase productivity.
- (ii) Fertilizer input, improved seed, chemical inputs and other farm inputs should be made available to soybean farmers by government and private institutions to increase TE and productivity.
- (iii) Extension officers should be deployed to disseminate innovations, research findings, and new farm technologies and techniques to soybean farmers.
- (iv) Feeder road infrastructures should be constructed to move soybean produce from production areas to nearby market centres.
- (v) Labour saving technologies, equipments and machines should be given to soybean farmers to increase efficiency and productivity.

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

- Adeyemi, B.B., Okoruwa, V.O., & Ikudaisi, A. (2017). Cost efficiency among rice millers in Southwest, Nigeria. *International Journal of Social Economics*, 44 (12), 2450-2464. <https://doi.org/10.1108/IJSE-06-2015-0137>
- Ahmed, M., & Melesse, K. (2018). Impact of off-farm activities on technical efficiency: Evidence from maize producers of Eastern Ethiopia. *Agricultural and Food Economics*, 6 (3). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40100-018-0098-0>
- Alabi, O.O., Oladele, A.O., & Maharazu, I. (2022). Economies of scale and technical efficiency of smallholder pepper (*Capsicum species*) production in Abuja, Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 67 (1), 63-82. <https://doi.org/10.2298/JAS2201063A>
- Alabi, O.O., Oladele, A.O., & Oladele, N.O. (2020). Economic market decisions among marginal maize farmers in Abuja, Nigeria: Applications of double hurdle model and factor analysis. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 8 (104), 114-125. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2020-08.14>
- Alliance for a Green Revolution in Africa, AGRA (2014). Africa Agriculture Status Report 2014, Climate Change and Smallholder Agriculture in Sub-Saharan Africa. Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA), Nairobi, Kenya.
- Amaza, P.S., & Maurice, D.C. (2005). Identification of factors influencing technical efficiency in rice-based production systems in Nigeria. *Workshop on Rice Policy and Food Security in Sub-Saharan Africa*, WARDA, Cotonou, November, 7-9,70p.
- Biam, C.K., Okorie, A., & Nwibo, S.U. (2015). Economic efficiency of smallscale soyabean farmers in central agricultural zone, Nigeria: A cobb-douglas stochastic frontier cost function approach. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 8 (3), 52-58.
- Bhatt, M.S., & Bhat, S.A. (2014). Technical efficiency and farm size productivity micro-level evidence from Jammu & Kashmir. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2 (4), 27-49.
- Donley, A. (2021). Nigerian soybean demand on the rise. Available at: <https://www.world-grain.com/articles/15474-nigerian-soybean-output-demand-on-the-rise>
- FAO. (2022). Food and Agriculture Organization, Statistical Data Base, Rome, Italy.
- Grassini, P., La Menza, N.C., Edreira, J.I.R., Monzon, J.P., Tenorio, F.A., & Specht, J.E. (2021). Soybean. In: Sadras, V.O & Calderini, D.F (Eds), *Crop Physiology Case Histories for Major Crops*, pp 282-319, Academic Press.
- Haryan, S., & Gul, A. (2020). Technical efficiency of green pepper production in greenhouses. The case of Mersin Province Turkey. *Tarim Ekonomisi Dergisi*, 25, (1), 33-40. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.516795>
- Houngue, V., & Nonvide, A.M.G. (2020). Estimation and Determinants of efficiency among rice farmers in Benin. *Cogent Food & Agriculture*, 6 (1), 1819004. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1819004>
- Kaya, A. & Ateş, M. (2024). The change of soybean production in Türkiye and its place in the world. Avrasya 11th International Conference on Applied Sciences, August 1-5, Tashkent.
- Mairabo, A., Jibrin, S., Audu, H., Salihu, M.Y., & Elisha, Y. (2023). Technical efficiency of soyabean production in Niger State, Nigeria. *FUDMA Journal of Sciences*, 7, (1), 201-206. <https://doi.org/10.33003.fjs-2023-0701-1286>
- Miassi, Y.E., Akdemir, S., Dossa, F.K., & Omotayo, A.O., (2023). Technical efficiency and constraints related to rice production in West Africa: The case of Benin Republic. *Cogent Food and Agriculture*, 9 (1), 2191881. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2191881>
- Moses, J.D. (2017). Technical efficiency of soyabean production in mubi north local government area of Adamawa State, Nigeria. *International Journal of Environmental & Agricultural Research*, 3 (6), 36-42.
- Mohammed, S.A.R., Al-hassan, S., & Amegashie, D.P.K. (2016). Technical efficiency of soyabean farmers in the Northern Region of Ghana. *ADRRRI Journal of Agriculture and Food Sciences*, 11 (2), 20-38.
- NPC. (2022). National Population Commission of Nigeria, Data Base.

- Nuama, E. (2006). Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de cultures vivrières en Côte-d'Ivoire. *Économie Rurale*, 269 (296), 39-56. <https://doi.org/10.4000/economierurale.1892>
- Okello, D.M., Bonabana-Wabbi, J & Mugonola, B (2019). Farm level allocative efficiency of rice production in Gulu and Amuru Districts Northern Uganda. *Agricultural and Food Economics*, 7, 19. <https://doi.org/10.1186/s40100-019-0140-x>
- Olorunsanya, E.O., Babatunde, R.O., Orebiyi, J.S., & Omotesho, J.O. (2009). Economic analysis of soybean production in Kwara State, North Central, Nigeria. *Global Approaches to Extension Practice (GAEP)*, 5 (2), 45-53.
- Omoigui, I.O., Kamara, A.Y., Kamai, N., Dugie, I.Y., Ekeleme, F., Lava Kumar, P., Ademulegun, T., & Solomon, R. (2020). *Guide to soyabean production in Northern Nigeria-Revised edition*. Ibadan, International Institute Of Tropical Agriculture (IITA), 23pp.
- Sakurai, T., Furuya, J., & Futakuchi, K. (2006). Rice millers cluster in Ghana and its effects on efficiency and quality improvement. *International Association of Agricultural Economics*, 34-45 pp.
- Saliu, I.A., Abdulrazaq, S.A., & Yette, F.E. (2017). Socio-economic analysis of soyabean production among smallscale farmers in Kaduna State, Nigeria. *Conference Proceedings of the 18th Annual National Conference of the Nigerian Association of Agricultural Economics held at Federal University of Agriculture, Abeokuta, Nigeria 16th – 19th October*.
- Tung, D. (2013). Changes in the technical and scale efficiency of rice production activities in the Mekong Delta, Vietnam. *Agricultural and Food Economics*, 1 (16). <https://www.agrifoodecon.com/content/1/1/16>
- Umar, S.A. (2020). The competitiveness of Nigeria's sesame and soyabean export in international trade: 1986-1997. Unpublished PhD Thesis Department of Agricultural Economics, University of Abuja, Nigeria.
- Wilson, D., Etwire, P.M., Martey, E., Etwire, J.C., Baba, I.I.Y., & Salise, A. (2013). Economics of soyabean production, evidence from Saboba and Chereponi Districts of Northern Region of Ghana. *Journal of Agricultural Science*, 5 (12), 28-46.
- Yamane, T. (1967). *Statistics: An introductory analysis*. 2nd Edition, New York: Harper and Row. Pp. 33-50.
- Yusuf, H.O., Omokore, D.F., Olawoye, R., Yusuf, H.A., & Shuaibu, H. (2022). Analysis of production efficiency among small scale soybean farmers in Sabon Gari Local Government Area of Kaduna State, Nigeria. *International Journal of Agricultural Economics, Management and Development*, 8, 195-205.

Comparative analysis of different supervised methods for satellite-based land-use classification: A case study of Reyhanlı

Uydu tabanlı arazi kullanımının sınıflandırılması için farklı denetimli yöntemlerin karşılaştırmalı analizi: Reyhanlı örneği

Mustafa ÖZBULDU¹, Yunus Emre ŞEKERLİ¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 16.05.2024 Accepted / Kabul: 12.07.2024</p> <p>Keywords: Geographical information systems Land-use classification Machine learning Sentinel-2 Landsat-9</p> <p>Anahtar Kelimeler: Coğrafik bilgi sistemleri Arazi kullanım sınıflandırması Makine öğrenmesi Sentinel-2 Landsat-9</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Mustafa ÖZBULDU mustafaozbuldu@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Satellite-based land-use classification plays a crucial role in various Earth observation applications, ranging from environmental monitoring to disaster management. This study presents a comparative analysis of machine learning techniques applied to land cover classification using Landsat-9 and Sentinel-2 satellite imagery in the Reyhanlı district in southern Türkiye. Three different classification algorithms, Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), and Maximum Likelihood Classification (MLC), were evaluated for their ability to distinguish different land cover classes. High resolution multispectral satellite imagery processed under the same conditions using Geographic Information System (GIS) software was utilized in this study. Visual inspection and statistical evaluation, including overall accuracy and kappa coefficient, were employed to assess classification performance. The classification of Sentinel-2 and Landsat-9 satellite imagery using different machine learning algorithms resulted in the highest overall accuracy (OA = 0.911, Kappa = 0.879) for Sentinel 2 imagery with the RF algorithm. These findings highlight the importance of satellite image selection and algorithm optimization for accurate land cover mapping. This study provides valuable insights for local planners and authorities and underscores the potential of Sentinel-2 imagery combined with machine learning techniques for effective land-use classification and monitoring.</p> <p>ÖZET</p> <p>Uydu tabanlı arazi kullanımının sınıflandırılması, çevre izlemesinden afet yönetimine kadar çeşitli yeryüzü gözlem uygulamalarında hayati bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin güneyindeki Reyhanlı ilçesinde, Landsat-9 ve Sentinel-2 uydu görüntülerine uygulanan makine öğrenimi tekniklerinin arazi örtüsü sınıflandırması için karşılaştırmalı bir analizini sunmaktadır. Rastgele Orman (RO), Destek Vektör Makinesi (DVM) ve Maksimum Olabilirlik Sınıflandırması (MOS) olmak üzere üç farklı sınıflandırma algoritması, farklı arazi örtüsü sınıflarını ayırt etme başarısı açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı kullanılarak eşit koşullarda işlenmiş yüksek çözünürlüklü multispektral uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görsel inceleme ve istatistiksel değerlendirme, genel doğruluk ve kappa katsayısı da dahil olmak üzere sınıflandırma performansını değerlendirmek için kullanılmıştır. Sentinel-2 ve Landsat-9 uydu görüntülerinin farklı makine öğrenmesi algortimaları ile sınıflandırılması sonucunda en yüksek genel doğruluğun (GD = 0.911, Kappa = 0.879) Sentinel-2 görüntüleri için RF algoritması ile elde edildiği tespit edilmiştir. Bulgular, uydu görüntüsü seçiminin ve algoritma optimizasyonunun doğru arazi örtüsü haritalaması için önemini vurgulamaktadır. Bu çalışma, yerel planlamacılar ve otoriteler için önemli bir bakış açısı sunmakta ve Sentinel-2 görüntüleri ile makine öğrenme tekniklerinin etkili arazi kullanımı, sınıflandırması ve izlenmesi için potansiyelini ortaya koymaktadır.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Özbuldu, M., & Şekerli, Y.E. (2024). Comparative analysis of different supervised methods for satellite-based land-use classification: A case study of Reyhanlı. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 707-723. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1485236</p>

INTRODUCTION

For seventy years, obtaining information about land-use without physical contact, through satellite imagery, has been a critical component in various Earth observation applications (Fröhlich et al., 2013). These applications including environmental monitoring, land-use change, urban planning, crop yield estimation, disaster management, carbon modeling, and forest management (Zhu et al., 2012; Fröhlich et al., 2013; Paul & Kumar, 2019; Leeuwen and Kovacs, 2020).

The demand for land-use maps has increased due to their role in land and resource planning and management, with land-use maps delineating biophysical land-use maps depicting human activities within specific land-use types. Different methods have been developed to map land-use patterns and changes using satellite data, including both traditional ground-based mapping and satellite-based approaches (Talukdar et al., 2020; Darem et al., 2023; Irvem & Ozbuldu, 2023). Due to the time-consuming, costly, and personnel-intensive nature of manual digitization of land-use or land surveying methods, new automated digitalization methods that extract land-use information using remote sensing and satellite imagery data are increasingly gaining importance (Fröhlich et al., 2013; Geçen, 2019). Remote sensing data are pivotal tools for monitoring Earth's surface features and understanding the spatio-temporal variability of land surfaces. With the progression of remote sensing techniques and the integration of microwave sensors, satellites furnish data across diverse spatial and temporal scales. This technology offers a cost-effective means of rapidly acquiring land-use information, significantly reducing the expenses compared with traditional ground surveys (Paul & Kumar, 2019; Bouslihim et al., 2022; Dhakal et al., 2022; Zhang & Li, 2022). Given the capability to acquire swift, regular, and precise data through remote sensing systems, satellite imagery stands out as a significant source for generating land-use maps utilizing image classification techniques (Topaloglu et al., 2016).

The global availability of imagery from cost-free platforms such as Landsat-9 and Sentinel-2 underscores their status as the most extensively used optical remote sensing satellites, driving the need for increasingly efficient and accurate classification techniques to extract meaningful insights from the advancing technology (Paul & Kumar, 2019; Bouslihim et al., 2022). However, accurate classification of land-use from satellite imagery poses several challenges due to the complexity and variability of terrestrial surfaces, as well as the influence of atmospheric conditions and sensor characteristics on remote sensing data (Talukdar et al., 2020; Abdelmajed & Juszczak, 2024). Traditional classification methods (band ratios, pixel comparing with reference spectra etc.) have limitations in capturing the intricate spectral, spatial, and temporal patterns present in satellite imagery (Talukdar et al., 2020; Turner et al., 2022). In contrast, machine learning techniques, with their ability to learn from data and adapt to diverse patterns, have demonstrated significant promise in overcoming these challenges and achieving higher classification accuracies (Razafinimaro et al., 2022).

Numerous classifiers, including maximum likelihood, neural networks, decision trees, support vector machines, and random forest, have been developed and evaluated for land-use classification (Zhu et al., 2012). In the field of machine learning, methodologies are commonly categorized into two primary sub-types: supervised and unsupervised techniques (Talukdar et al., 2020). Nonparametric methods such as Support Vector Machines (SVM) and Random Forests (RF), along with parametric approaches like the Maximum Likelihood Classifier (MLC), have proven effective in remote sensing image classification (Deilmay et al., 2014; Zhang et al., 2018; Gunlu, 2021; Saboori et al., 2022). In addition, SVM and RF are becoming popular in image classification research due to their robust capacity to effectively manage the challenges posed by unbalanced data distributions (Leeuwen & Kovacs, 2020). In the realm of remote sensing, the SVM emerges as a foremost non-parametric classifier, offering unparalleled potential for accurate land-use classification, owing to its capability to operate without presumptions about the underlying data distribution (Paul & Kumar 2019; Leeuwen & Kovacs, 2020;). RF stands out as the prevailing classification approach documented in the literature, leveraging class-specific statistics within each band as a

normally distributed function whereas MLC classification is based on a parametric approach that assumes the selected classes of signature in the normal distribution (Deilmai et al., 2014; Dang et al., 2020; Leeuwen & Kovacs, 2020; Gunlu, 2021). According to the comparison performed by Mondal et al. (2012) between SVM and MLC for land-use classification, non-parametric SVM outperformed MLC. Gosh and Joshi (2014) found that highly accurate and similar classification results are offered by SVM and RF algorithms. Compared with other machine learning approaches, SVM and RF are generally regarded as the optimal methods for land-use mapping (Deilmai et al., 2014; Camargo et al., 2019; Jamali, 2019).

This study provides a comprehensive evaluation of the accuracy of different machine learning techniques for land-use classification from satellite imagery. We focus on assessing the performance of various supervised classifiers, including SVM, RF, MLC, in accurately discriminating between different land-use classes. These classifiers represent a diverse range of machine learning paradigms, each with unique strengths and characteristics suitable for handling different types of land-use classification tasks. The evaluation was conducted on a diverse set of satellite imagery datasets covering various geographical regions and land-use types, including Bare Land, Urban, Cropland (Planted), Cropland (Unplanted), and Water Bodies. Each dataset presents its own set of challenges and opportunities, allowing for a comprehensive assessment of classifier performance under different environmental conditions and land-use compositions.

MATERIALS and METHODS

Description of the study area

The study area is a district located in the southern part of Türkiye (Figure 1). The district covers an area of 367 km² and has an average elevation of 160 m above sea level. 80% of the district's surface area is composed of flatlands. The Afrin River runs through the northern part of the district and joins the Orontes River in the Amik Plain to the west. The Mediterranean climate prevails in the study area. The average annual temperature was 18°C, and the average annual precipitation was 600 mm (Bilginer, 2023). Alluvial and Red Mediterranean soils are common in Reyhanlı. Alluvial soils, which constitute 65% of the district's total land area, are highly suitable for agricultural production. Approximately 60% of the agricultural land in the district is used for irrigated agriculture (Atasoy & Geçen, 2014).

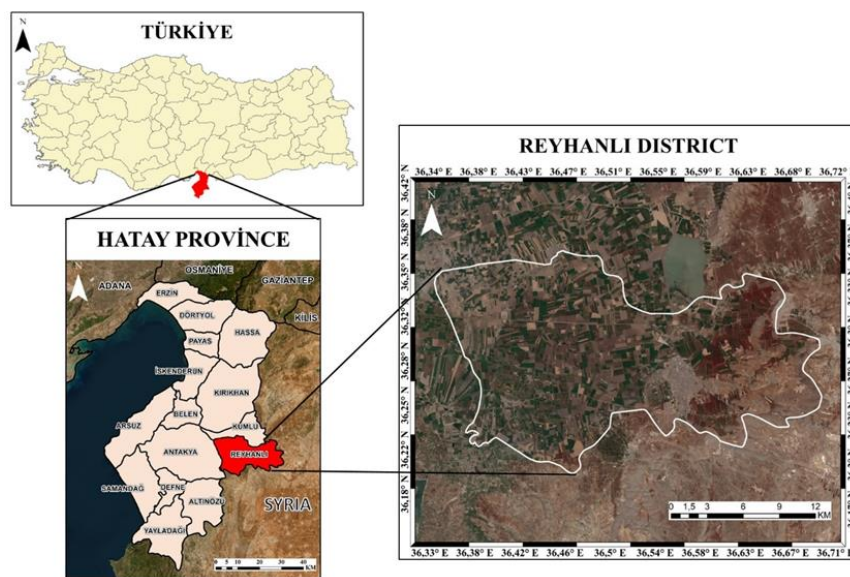


Figure 1. The location of the study area (Reyhanlı District)

Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Reyhanlı İlçesi)

Satellite data

Remote sensing techniques are becoming increasingly valuable for mapping land-use over large and remote areas. Researchers can gain valuable insight into land-use patterns using spectral bands from different wavelengths of the electromagnetic spectrum. However, high-resolution imagery of the Earth's surface is essential for accurate land-use classification, and such data are not always readily available. This study aims to compare the performance and assess the feasibility of using high-resolution multispectral imagery for land-use classification. To achieve this objective, two freely available satellite products with 5% cloud cover were used (Table 1). Satellite imagery was acquired in the summer season to include as many different land use classes as possible in the plain, taking into account the low cloud cover. In July, when the images were obtained, there are generally second crop maize, cotton and soybean on the fields that can be classified as green in imagery.

Landsat-9 is a satellite, which has been instrumental in Earth observation and remote sensing. It is equipped with two advanced instruments: the Thermal Infrared Sensor-2 (TIRS-2) and the Operational Land Imager-2 (OLI-2) (McCorkel et al., 2018). These instruments play a vital role in capturing multispectral images that are essential for various applications such as land-use analysis, remote sensing, and environmental monitoring. The data collected by Landsat-9 are instrumental in modeling land surface processes and monitoring changes in the Earth's surface over time (Cristóbal et al., 2018).

Table 1. Landsat-9 and Sentinel-2's main characteristics

Çizelge 1. Landsat-9 ve Sentinel-2'nin temel özellikleri

Satellite	Bands	Spectral range (μm)	Pixel size (m)	Revisit time (days)	Granule ID
Landsat-9	Band 1-Coastal/Aerosol	0.433–0.453	30	16	LC09_L2SP_174035_20230724_20230802_02_T1
	Band 2-Blue	0.450–0.515	30		
	Band 3-Green	0.525–0.600	30		
	Band 4-Red	0.630–0.680	30		
	Band 5-NIR	0.845–0.885	30		
	Band 6-SWIR 1	1.560–1.660	30		
	Band 7-SWIR 2	2.100–2.300	30		
	Band 8-Panchromatic	0.500–0.680	15		
	Band 9-Cirrus	1.360–1.390	30		
	Band 10-TIRS 1	10.30–11.30	100		
	Band 11-TIRS 2	11.50–12.50	100		
Sentinel-2	Band 1-Coastal	0.433–0.453	60	5	S2B_MSIL1C_20230724T081609_N0509_R121_T37SBA_20230724T094100
	Band 2-Blue	0.457–0.522	10		
	Band 3-Green	0.542–0.577	10		
	Band 4-Red	0.650–0.680	10		
	Band 5-Veg. Red Edge	0.679–0.718	20		
	Band 6-Veg. Red Edge	0.732–0.747	20		
	Band 7-Veg. Red Edge	0.773–0.793	20		
	Band 8-NIR	0.784–0.899	10		
	Band 8A-Veg. Red Edge	0.855–0.885	20		
	Band 9-Water Vapor	0.935–0.955	60		
	Band 10-Cirrus	1.360–1.390	60		
	Band 11-SWIR 1	1.565–1.655	20		
Band 12-SWIR 2	2.100–2.280	20			

Sentinel-2 is a high-resolution (10 m) satellite imaging system that captures imagery in 13 bands across the visible, near-infrared, and shortwave infrared parts of the spectrum (Tricht et al., 2018). The Sentinel-2 satellite offers several advantages that make it a valuable tool for various applications. One key advantage is its decametric

resolution in terms of space and time, which provides a ground sample distance of up to 10 m and a revisit time of five days (Khaliq et al., 2019). This high temporal availability of Sentinel-2 images allows for frequent monitoring, aiding in the development of systems to keep maps up-to-date (Helber et al., 2019). Sentinel-2's high temporal frequency and spatial resolution have significantly contributed to phenological research and improved land mapping research (Mishra et al., 2020).

Google Earth Engine (GEE) is a cloud-based platform that facilitates rapid processing of geospatial data. It provides access to a vast array of geospatial datasets, including satellite imagery, radar data, land-use maps, and more. Additionally, GEE offers powerful processing tools that enable users to analyze and visualize these datasets efficiently (Wang et al., 2019). The Google Earth Engine provides access to a large number of processed satellite images, including Landsat-9 and Sentinel-2 (Tariq et al., 2021; Gašparović et al., 2021; Castillo et al., 2022). Landsat-9 Collection 2 Tier 1 top-of-atmosphere (TOA) reflectance and Sentinel-2 level (L2A) bottom-of-atmosphere (BOA) calibrated satellite images of the study area were obtained using the GEE cloud platform. While obtaining Landsat-9 and Sentinel-2 images, care was taken to ensure that the cloudiness was less than 5% and that they were obtained on recent dates. RGB and Colour Infrared (NIR, R, G) composite images were also created using the GEE cloud program (Figure 2). The obtained images were transferred to ArcGIS 10.8 GIS software for the application of classification algorithms. To observe the effect of different spatial resolutions of the images, no pan sharpening method was applied to Landsat-9 images.

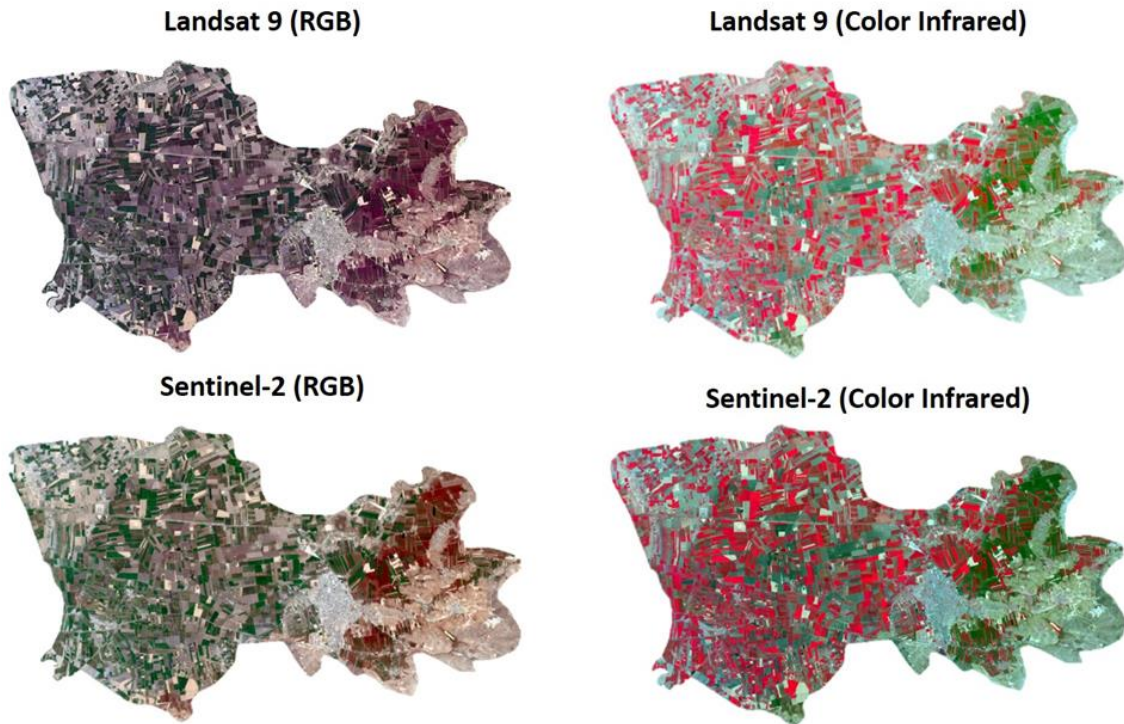


Figure 2. Landsat-9 and Sentinel-2 satellite images for Reyhanlı District

Şekil 2. Reyhanlı İlçesi için Landsat-9 ve Sentinel-2 uydu görüntüleri

Methodology for land-use classification

In this study, a framework was developed to compare the performance and applicability of different classification methods available in ArcGIS software using images from two different satellites (Figure 3). The classification procedure was carried out with three different supervised methods (RF, SVM and MLC), and land-use prediction performances were compared. GPS-verified sample points in the study area for five different land-use classes (Bare Land, Cropland (Planted), Cropland (Unplanted), Water Body, Urban) were used to train and test the models (Table

2). Of these sample points, 70% were used for training the models and 30% were used for testing the models. The success of the classified maps obtained for both satellite images was evaluated by calculating the overall accuracy and kappa accuracy.

Table 2. Number of test and training samples for each class

Çizelge 2. Her sınıf için test ve eğitim örneklerinin sayısı

Class	Training Data	Testing Data
Bare Land	70	30
Cropland (Planted)	150	70
Cropland (Unplanted)	130	51
Water Body	20	10
Urban	50	19
Total	420	180

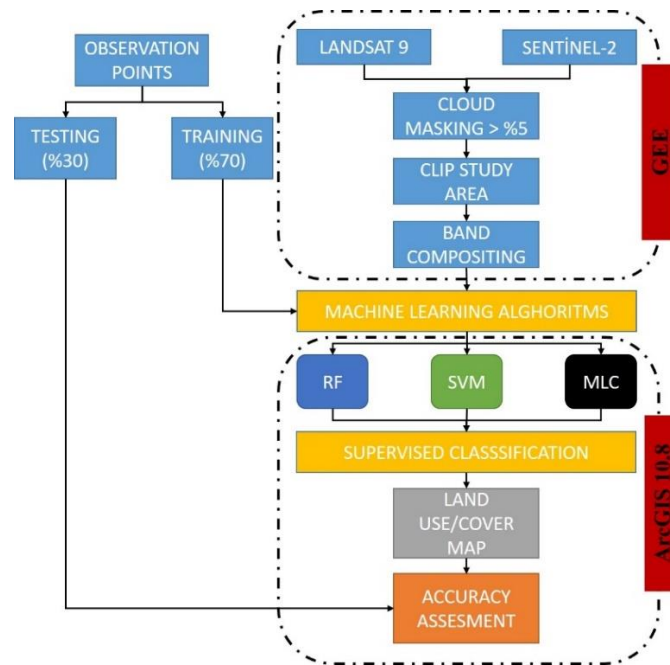


Figure 3. Flow chart of the study

Şekil 3. Çalışmanın akış şeması

Classification methods

Random Forest (RF)

Random forest/random tree is a robust machine learning algorithm widely used across various fields due to its accuracy and robustness. It is an ensemble learning method that builds multiple decision trees during training and outputs the mode of the classes for classification or the average prediction for regression tasks (Breiman, 2001). One of the key strengths of the RF algorithm is its effectiveness in handling large datasets with high dimensionality and numerous input attributes (Cerrada et al., 2016). The algorithm is also known for its ability to resist overfitting, making it suitable for processing data with missing values, noise, and outliers (Ma & Fan, 2017). The RF algorithm has gained significant attention in the fields of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) due to its effectiveness in handling complex datasets and improving classification accuracy (Peng et al., 2021). The application of RF in GIS and RS extends to various domains, including agriculture, forest monitoring, and land-use classification (Li & Xu, 2021; Wei et al., 2023)

Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine is a widely used classification methodology in data mining and machine learning. SVMs achieve this by identifying an optimal hyperplane within a high-dimensional space. This hyperplane effectively separates data points belonging to distinct classes, allowing for accurate categorization of new data instances (Daribayev et al., 2021). To establish the hyperplane, SVMs strategically select a subset of data points termed support vectors. The margin, which represents the distance between the support vectors and the hyperplane, is maximized by the SVM algorithm. This optimization process ensures robust classification performance (Vapnik, 2013). SVM's ability to handle large datasets efficiently is a key factor contributing to its popularity. In the field of GIS, SVM has been widely used for tasks such as image classification, object recognition, and land-use mapping (Morgan et al., 2022).

Maximum Likelihood Classifier (MLC)

Maximum Likelihood Classification is a widely used method in GIS and RS for image classification. MLC is a supervised classification technique that aims to assign each pixel in an image to the class that maximizes the likelihood of the pixel's spectral signature belonging to that class. This method is particularly effective in identifying different land-use types such as urban areas, vegetation, water bodies, and hills (Sisodia et al., 2014). In the field of remote sensing, MLC has been extensively applied for various purposes such as mapping vegetation, monitoring land-use changes, and classifying different types of terrain (Rakwatin et al., 2010). A qualitative assessment of the spectral reflectance variance and covariance for each class is performed by MLC, as described in Equation 1.

$$L = \frac{1}{(2\lambda)^2 |\Sigma_k|^{\frac{1}{2}}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \mu_k) \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k)^t \right] \quad (1)$$

where; n represents spectral resolution, L represents the likelihood of X belonging to class k , X represents belonging to class k , μ_k represents the mean vector of class k , and Σ_k represents the variance-covariance matrix of class k .

Classification accuracy

Accuracy assessment is one of the most important steps in land-use classification. This assessment ensures that the sampled pixels are effectively assigned to the relevant land-use classes. The accuracy assessment of the land-use classification is done by calculating a confusion matrix by comparing the calculated land-use information with the test data. A confusion matrix serves as a valuable tool for measuring the overall accuracy and Kappa coefficient (Ahady & Kaplan, 2022). Overall accuracy refers to the ratio of correctly classified reference samples to the total number of reference samples (Eq.2)

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\text{no of correct classified feature}}{\text{total feature}} \times 100 \quad (2)$$

Kappa accuracy, also known as the Kappa coefficient, is a statistical measure that assesses the agreement between observed and predicted classifications while considering the agreement occurring by chance (Eq.3). It is widely used in various fields such as remote sensing, land-use classification, and image processing to evaluate the accuracy of classification results (Ahmad et al., 2021). The Kappa coefficient provides a more robust assessment of accuracy than overall accuracy by incorporating both diagonal and off-diagonal elements, making it a valuable metric in classification tasks (Islami et al., 2022).

$$\text{Kappa Accuracy } (\kappa) = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3)$$

where; r denotes the total number of rows in the error matrix, x_{ii} signifies the count of observations at the intersection of row i and column i , x_{i+} represents the sum of observations within row i , x_{+i} represents the total of observations in column i , and N represents the total number of observations included in the matrix.

RESULTS and DISCUSSIONS

Land-use classification results

Landsat-9 and Sentinel-2 satellite images were classified using RF, SVM, and MLC algorithms, and the obtained classification maps are shown in Figure 4. A total of six classification maps were created and five different land-use classes were evaluated. On the basis of general visual inspection, it was found that the classification performance of combinations using Sentinel-2 imagery was better than classification using Landsat-9 imagery. In general, when compared with other classification combinations, Sentinel 2+RF was found to be more successful. It was observed that the Sentinel-2+SVM misclassified some Cropland (Unplanted) areas as Bare Land, and some Cropland (Planted) areas as Water Body. The Sentinel-2+MLC was found to often confuse Bare Land, Urban, and Cropland (Unplanted) areas when classifying them. When the classifications performed with Landsat-9 imagery were evaluated, it was observed that the most successful classification result was achieved with the Landsat-9+RF combination. In particular, the Landsat-9+MLC tended to misclassify Cropland (Planted) areas as Water Body. The reason why Sentinel-2 imagery were more successful than Landsat-9 images are the presence of red edge bands and their higher spatial resolution. It was considered that visual control at a higher spatial scale would allow for better analysis and comparison of the classification results, so images from four different locations (Figure 4-8) were evaluated separately on the study area.

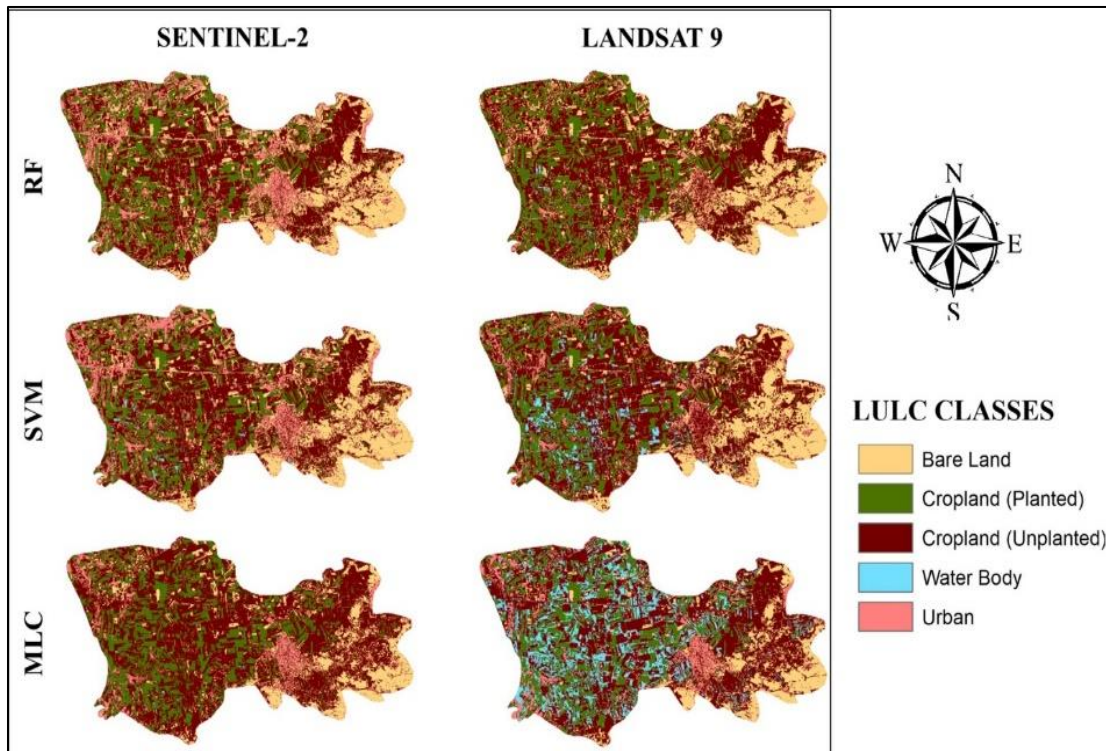


Figure 4. Land-use classification maps obtained by processing Sentinel-2 and Landsat-9 satellite imagery with RF, SVM and MLC

Şekil 4. Sentinel-2 ve Landsat-9 uydu görüntülerinin RF, SVM ve MLC ile işlenmesiyle elde edilen arazi kullanım sınıflandırma haritaları

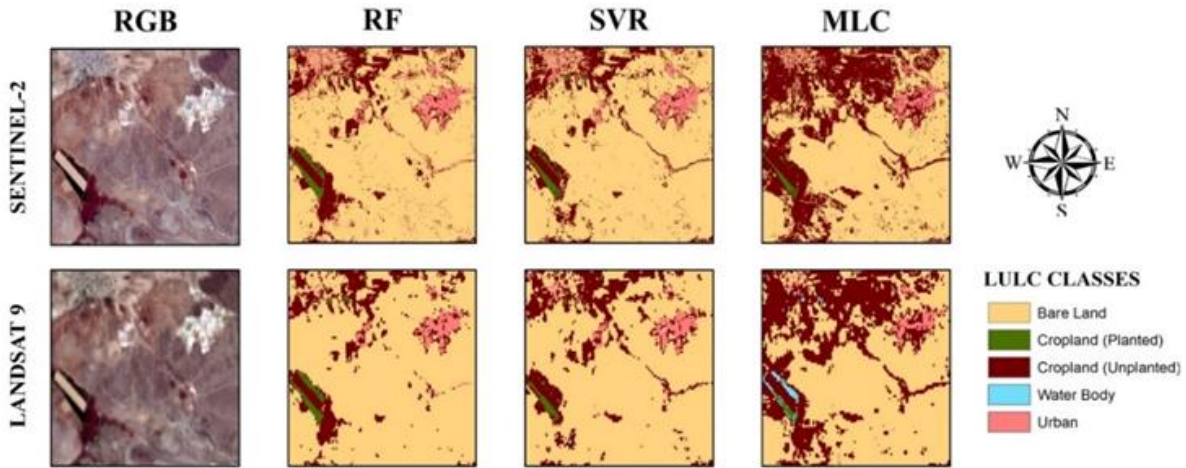


Figure 5. Comparison of classification maps for Bare Land class weighted location

Şekil 5. Çıplak Arazi sınıfı açısından yoğun konum için sınıflandırma haritalarının karşılaştırılması

The eastern part of the Reyhanlı district is depicted in Figure 5 and is mainly characterized by the Bare Land class. As can be observed from the figures, Sentinel-2+RF and Sentinel-2+SVM successfully distinguished both Bare Land and other classes. However, the RF and SVM models for Landsat-9 were successful in the classification of Bare Land, while they were not as successful in the classification of other classes, particularly Urban. In addition, the MLC models for both satellite imageries were not sufficiently successful in differentiating between Bare Land and Cropland (Unplanted). It was also found that the Landsat-9+MLC misclassified Cropland (Planted) areas as Water Body.

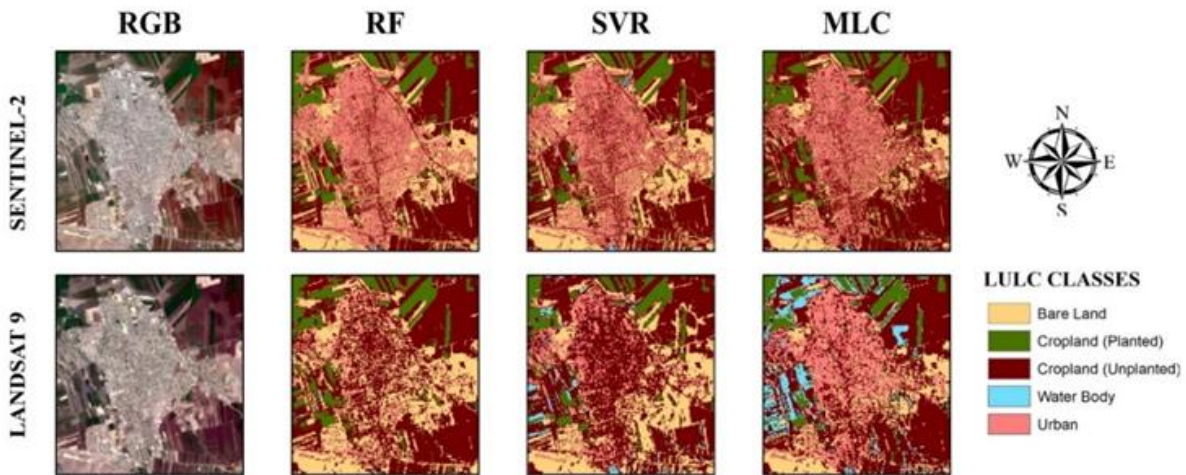


Figure 6. Comparison of classification maps for Urban class weighted location

Şekil 6. Kent sınıfı açısından yoğun konum için sınıflandırma haritalarının karşılaştırılması

As depicted in Figure 6, a location in the city center of the Reyhanlı district, where the urban class is more abundant. The RF, SVM, and MLC models were found to be successful in predicting urban areas for the Sentinel-2 imagery. Remarkably, the Sentinel-2+RF was also found to be very accurate in predicting all other land-use classes. The Landsat-9+RF was determined to have difficulty distinguishing between Urban and Bare Land, while the Landsat-9+SVM struggled to differentiate between Urban and Cropland (Unplanted) classes. In contrast, Urban areas were successfully classified by the Landsat-9+MLC, whereas Cropland (Planted) areas were misclassified as Water Bodies.

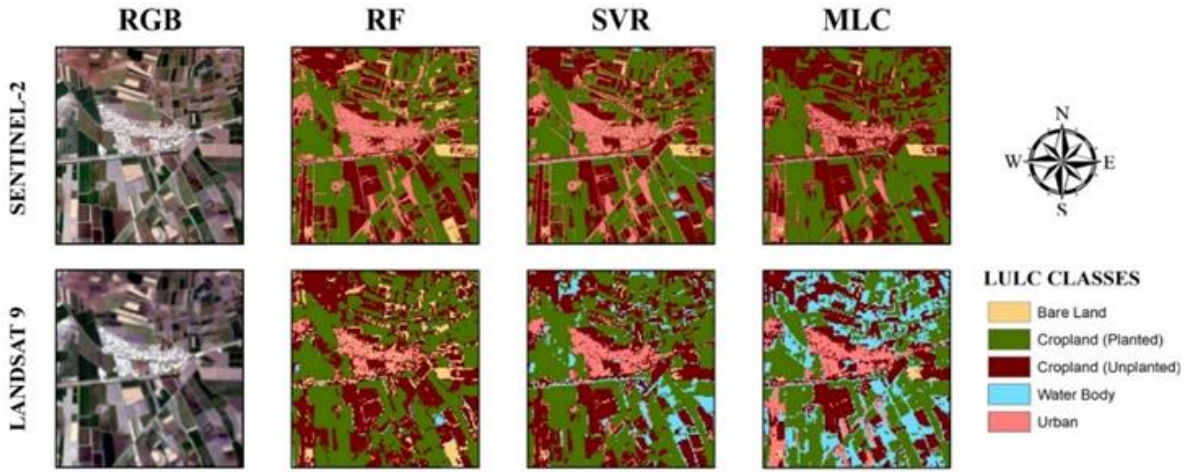


Figure 7. Comparison of classification maps for Cropland (Planted) class weighted location
 Şekil 7. Tarım alanı (Ekili) sınıfı açısından yoğun konum için sınıflandırma haritalarının karşılaştırılması

As shown in Figure 7, a region characterized by the prevalence of the Cropland (Planted) class in the southeast of Reyhanlı district. It is noteworthy that the Sentinel-2+RF and Sentinel-2+SVM performed better in classifying these areas. In contrast, the Landsat-9+RF struggled to differentiate between Urban and Bare Land. Furthermore, Landsat-9+SVM and Landsat-9+MLC exhibited difficulties in separating Cropland (Planted) from Water Body leading to unsuccessful classifications.

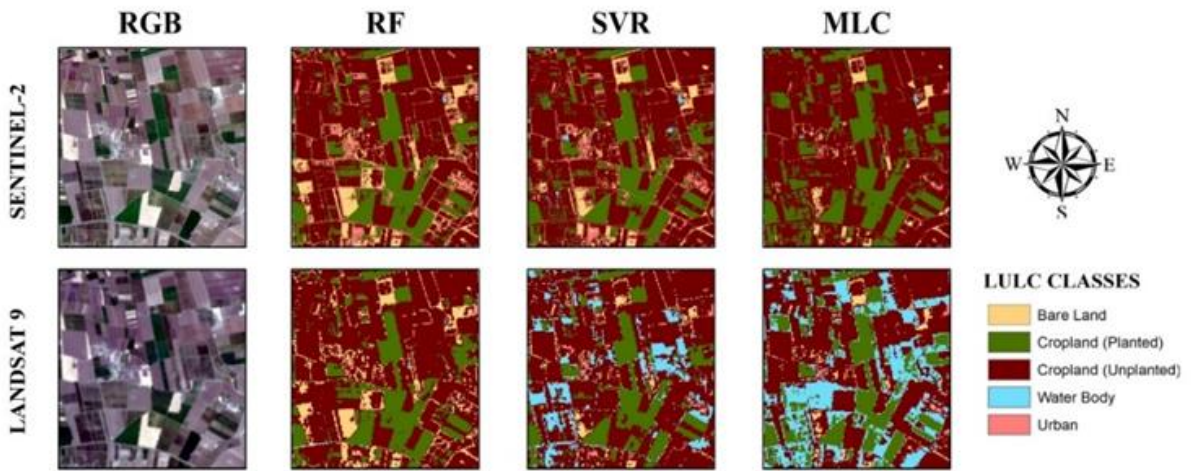


Figure 8. Comparison of classification maps for Cropland (Unplanted) class weighted location
 Şekil 8. Tarım alanı (Ekilmemiş) sınıfı açısından yoğun konum için sınıflandırma haritalarının karşılaştırılması

The central part of the Reyhanlı district, where the Cropland (Unplanted) class is more prevalent, is shown in Figure 8. Sentinel-2+RF, Sentinel-2+SVM, Sentinel-2+MLC, and Landsat-9+RF were generally successful in classifying Cropland (Planted) areas. However, they had difficulty in distinguishing some areas of Cropland (Unplanted) from Bare Land. Additionally, it was observed that Sentinel-2+SVM and Sentinel-2+MLC classified some Cropland (Planted) areas as Water Body. Landsat-9 and Sentinel-2+MLC were found to be insufficiently successful in classification.

Accuracy assessment of the classification

The performance of each land-use class was evaluated based on the confusion matrix results for overall accuracy and Kappa coefficient (Table 3). Comparison of the RF model classification results of Landsat-9 and Sentinel-2 imagery revealed that the Sentinel-2+RF (OA = 0.911, Kappa = 0.879) outperformed Landsat-9+RF (OA = 0.878, Kappa = 0.832). The Sentinel-2+RF slightly outperformed Landsat-9+RF (67/70) in the classification of Cropland (Planted) (68/70). Both combinations classified Bare Land with the same accuracy level. The Sentinel-2+RF achieved highly successful predictions for the Water Body (10/10) and Urban (19/19) classes. On the other hand, the Landsat-9+RF (41/51) gave more successful predictions for the Cropland (Unplanted) class than the Sentinel-2+RF (38/51). In comparing the SVM model classification results for Landsat-9 and Sentinel-2 imagery, it was observed that the Sentinel-2+SVM (OA = 0.900, Kappa = 0.864) outperformed the Landsat-9+SVM (OA = 0.862, Kappa = 0.810). The Sentinel-2+SVM was slightly superior to the Landsat-9+SVM (67/70 vs. 66/70) for the classification of Cropland (Planted). Both combinations classified the Bare Land and Cropland (Unplanted) classes with the same accuracy level. The Sentinel-2+SVM achieved better prediction accuracy for the Water Body (10/10) and Urban (16/19) classes. In the case of the use of MLC model, the classification results showed a clear advantage for the Sentinel-2 imagery. The Sentinel-2+MLC achieved a higher overall accuracy (OA = 0.900, Kappa = 0.862) compared to the Landsat-9+MLC (OA = 0.861, Kappa = 0.809). In this regard, the Sentinel-2+MLC performed exceptionally well in classifying the Water Body (10/10) and Urban (15/19) classes. Whereas the Landsat-9+MLC provided better accuracy in classifying Bare Land (28/30). In contrast, both models achieved similar classification accuracies for the Cropland (Unplanted) class.

A comprehensive evaluation of the results revealed that Sentinel-2 imagery outperformed Landsat 9 imagery across all three supervised classification models. The key factor contributing to this advantage lies in the difference in spatial resolution. High-resolution pixels in Sentinel-2 imagery enable more accurate identification of land-use types. Conversely, lower-resolution pixels in Landsat-9 data tend to generalize heterogeneity within a single pixel, hindering precise classification (Zhao et al., 2014). The overall evaluation revealed that the models struggled to distinguish between Cropland (unplanted) and Bare Land classes. This is probably due to the similar reflectivity of these land-use types (Bouslihim et al., 2022). Furthermore, the misclassification of Cropland (Planted) areas as Water Body is likely due to the image acquisition date in July, coinciding with a potential irrigation period for planted crops. This highlights the importance of considering image acquisition timing in relation to land-use characteristics for improved classification accuracy. As Landsat-9 imagery has only recently become available, there are relatively few land-use classification studies using these images. Therefore, the results of studies that have used Landsat-8 data are also considered for discussion in this study. Several studies have reported the potential advantages of Sentinel-2 imagery compared to Landsat for land-use applications. Htitiou et al. (2019) used Landsat-8 and Sentinel-2 imagery to classify irrigated agricultural areas in Morocco. They revealed that Sentinel-2 (OA=0.93 and Kappa=0.91) outperformed Landsat-8 (OA=0.90 and Kappa=0.88) in terms of classification accuracy. Similarly, Nyamekye et al. (2021) compared the classification performance of Landsat-8 and Sentinel-2 imagery for mapping small-scale mining in Ghana. The results indicated that Sentinel-2 (OA = 0.95 and Kappa = 0.94) outperformed Landsat-8. Bouslihim et al. (2022) used RF and SVM models to classify land-use using Sentinel-2 and Landsat-9 imagery. Also Sentinel-2 combinations were more accurate at prediction than Landsat-9 combinations. Manessa et al. (2024) investigated changes in reef habitats on Derawan Island, Indonesia, using Landsat-9 and Sentinel-2 imagery with different classification models. According to the results, Sentinel-2 imagery were found to be more successful than Landsat-9 imagery due to the significant effect of spatial resolution and image quality on classification accuracy. In accordance with the results of current study, previous studies also recommended the use of Sentinel-2 imagery for land-use mapping due to the higher resolution and accuracy when combined with different classification models.

Table 3. Confusion matrix for combinations of supervised methods with Sentinel-2 and Landsat-9 imagery with predictions (columns) and reference samples (rows)

Çizelge 3. Sentinel-2 ve Landsat-9 görüntüleri ile denetimli yöntemlerin kombinasyonları için karışıklık matrisi, tahminler (sütunlar) ve referans örnekler (satırlar)

Model	ClassValue	Bare Land	Cropland (Planted)	Cropland (Unplanted)	Water Body	Urban	OA	Kappa
Sentinel-2+RF	Bare Land	29	0	11	0	0	0.911	0.879
	Cropland (Planted)	0	68	0	0	0		
	Cropland (Unplanted)	1	2	38	0	0		
	Water Body	0	0	0	10	0		
	Urban	0	0	2	0	19		
Landsat-9+RF	Bare Land	29	0	8	1	2	0.878	0.832
	Cropland (Planted)	0	67	1	1	0		
	Cropland (Unplanted)	1	3	41	2	2		
	Water Body	0	0	0	6	0		
	Urban	0	0	1	0	15		
Sentinel-2+SVM	Bare Land	29	0	11	0	0	0.900	0.864
	Cropland (Planted)	0	67	0	0	0		
	Cropland (Unplanted)	1	3	38	0	1		
	Water Body	0	0	0	10	0		
	Urban	0	0	2	0	18		
Landsat-9+SVM	Bare Land	29	0	9	1	2	0.862	0.810
	Cropland (Planted)	0	66	1	1	0		
	Cropland (Unplanted)	1	4	38	2	1		
	Water Body	0	0	2	6	0		
	Urban	0	0	1	0	16		
Sentinel-2+MLC	Bare Land	25	0	8	0	0	0.900	0.862
	Cropland (Planted)	0	69	0	0	0		
	Cropland (Unplanted)	5	1	43	0	4		
	Water Body	0	0	0	10	0		
	Urban	0	0	0	0	15		
Landsat-9+MLC	Bare Land	28	0	7	1	1	0.861	0.809
	Cropland (Planted)	0	66	0	1	0		
	Cropland (Unplanted)	2	0	42	1	6		
	Water Body	0	4	2	7	0		
	Urban	0	0	0	0	12		

* OA: Overall Accuracy, RF: Random Forest, SVM: Support Vector Machine, MLC: Maximum Likelihood Classifier

RF was found to be superior to SVM and MLC in both visual and statistical comparisons. In particular, the SVM and MLC classifications showed significant confusion between Cropland (planted) and Water Body classes, as well as Cropland (unplanted) and Bare Land classes. This highlights the advantage of RF in dealing with complex classification tasks. This may be due to its ability to handle large datasets efficiently and reduce overfitting, contributing to superior performance (Shi et al., 2019). Numerous previous studies on this topic have reported that the RF model is more successful than other models. Toosi et al. (2019) found that the RF model achieved superior performance for mangrove cover identification in Iran using various machine learning techniques. Adam et al. (2021) obtained an overall accuracy of 93.07% for RF while SVM provided 91.80% for land-use classification in East Africa. Similarly, Adugna et al. (2022) reported an accuracy advantage of 3% for RF compared to SVM in large-scale

land-use mapping across Africa. In another study conducted in South Africa, Jombo and Adelabu (2023) investigated the effectiveness of RF and k-Nearest Neighbor (kNN) models for land-use classification using Landsat 9, Landsat 8, and Sentinel-2 imagery. The study found that RF combinations achieved OA values of 0.92-0.96, outperforming the kNN model. Palanisamy et al. (2023) evaluated Landsat-9 and Sentinel-2 imagery using different classification methods in Delhi, India. As a result of the evaluation of all input combinations for both Landsat-9 and Sentinel-2 datasets, they found that the RF model (OA = 0.96) outperformed the other models. Similar to the results of the current study, these studies show that preferring the RF model for land-use classification provides more accurate predictions.

In this study, machine learning algorithms including RF, SVM and MLC were used to assess the capability of Landsat-9 and Sentinel-2 imagery for land-use mapping. The focus area was the Reyhanlı district in southern Türkiye. The same training and validation data were used under identical processing conditions to produce six land-use maps, three from each satellite source. These maps were then compared both visually and statistically. The evaluation revealed that the combination of RF and Sentinel-2 imagery produced the most accurate land-use map (OA = 0.91, Kappa = 0.88). This combination had significantly fewer misclassifications compared to other algorithms and satellite image pairings. Conversely, the MLC algorithm applied to Landsat-9 imagery produced the least accurate map (OA = 0.861, Kappa = 0.809). The findings of this study provide valuable insights into the utilization of satellite imagery for land-use mapping and monitoring. The results suggest that Sentinel-2 imagery combined with the RF algorithm could be more effective for classification. Future research should extend these findings by incorporating a wider range of satellite imagery and classification algorithms, including deep learning methods. In addition, evaluating imagery with different spatial and temporal resolutions and using more ground truth data to assess accuracy would strengthen future studies. Further development of these aspects will allow researchers to optimize the selection of satellite imagery and algorithms for improved land-use classification, particularly in the identification of cultivated agricultural areas. Eventually, such advances will contribute to the continued development and optimization of satellite imagery in land-use mapping and monitoring applications.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Abdelmajeed, A.Y.A., & Juszczak, R. (2024). Challenges and limitations of remote sensing applications in Northern Peatlands: present and future prospects. *Remote Sensing*, 16 (3), 591. <https://doi.org/10.3390/rs16030591>
- Adam, E., Mutanga, O., Odindi, J., & Abdel-Rahman, E.M. (2014). Land-use/cover classification in a heterogeneous coastal landscape using RapidEye imagery: Evaluating the performance of random forest and support vector machines classifiers. *International Journal of Remote Sensing*, 35 (10), 3440-3458. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.903435>
- Aduigna, T., Xu, W., & Fan, J. (2022). Comparison of random forest and support vector machine classifiers for regional land cover mapping using coarse resolution FY-3C images. *Remote Sensing*, 14 (3), 574. <https://doi.org/10.3390/rs14030574>

- Ahady, A.B., & Kaplan, G. (2022). Classification comparison of Landsat-8 and Sentinel-2 data in Google Earth Engine, study case of the city of Kabul. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 7 (1), 24-31. <https://doi.org/10.26833/ijeg.860077>
- Ahmad, A., Sakidin, H., Sari, M.Y.A., Amin, A., Sufahani, S.F., & Rasib, A.W. (2021). Naïve bayes classification of high-resolution aerial imagery. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12 (11). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2021.0121120>
- Aldiansyah, S., & Saputra, R.A. (2022). Comparison of machine learning algorithms for land use and land cover analysis using Google Earth Engine (Case study: Wanggu Watershed). *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 19 (2), 197-210. <http://dx.doi.org/10.30536/i.ijreses.2022.v19.a3803>
- Atasoy, A., & Geçen, R. (2014). Reyhanlı İlçesi topraklarında tuzlanma problemi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 62, 21-28.
- Bilginer, Ş. (2023). Kuraklığa uyum sürecinde etkili su kullanım yöntemleri ve toprak verimliliğinin iklim-akıllı tarım uygulamaları çerçevesinde incelenmesi: Reyhanlı (Hatay) ilçesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 104 s.
- Bouslihim, Y., Kharrou, M.H., Miftah, A., Attou, T., Bouchaou, L., & Chehbouni, A.G. (2022). Comparing pan-sharpened Landsat-9 and Sentinel-2 for land-use classification using machine learning classifiers. *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, 6 (35). <https://doi.org/10.1007/s41651-022-00130-0>
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5-32.
- Camargo, F.F., Sano, E.E., Almeida, C.M., Mura, J.C., & Almeida, T.D. (2019). A comparative assessment of machine-learning techniques for land use and land cover classification of the Brazilian tropical savanna using ALOS-2/PALSAR-2 polarimetric images. *Remote Sensing*, 11 (13), 1600. <https://doi.org/10.3390/rs11131600>
- Castillo, G.V., de Freitas, L.J., Cordeiro, V.A., Orellana, J.B., Reategui-Betancourt, J., Nagy, L., & Matricardi, E.A. (2022). Assessment of selective logging impacts using UAV, Landsat, and Sentinel data in the Brazilian Amazon rainforest. *Journal of Applied Remote Sensing*, 16 (1), 014526. <https://doi.org/10.1117/1.jrs.16.014526>
- Cerrada, M., Zurita, G., Cabrera, D., Sánchez, R., Artés, M., & Li, C. (2016). Fault diagnosis in spur gears based on genetic algorithm and random forest. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 70-71, 87-103. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2015.08.030>
- Cristóbal, J., Jiménez-Muñoz, J.C., Prakash, A., Mattar, C., Skokovic, D., & Sobrino, J.A. (2018). An improved single-channel method to retrieve land surface temperature from the Landsat-8 thermal band. *Remote Sensing*, 10 (3), 431. <https://doi.org/10.3390/rs10030431>
- Dang, V.H., Hoang, N.D., Nguyen, L.M.D., Bui, D.T., & Samui, P. (2020). A novel GIS-based random forest machine algorithm for the spatial prediction of shallow landslide susceptibility. *Forests*, 11 (1), 118. <https://doi.org/10.3390/f11010118>
- Darem, A.A., Alhashmi, A.A., Almadani, A.M., Alanazi, A.K., & Sutantra, G.A. (2023). Development of a map for land use and land cover classification of the Northern Border Region using remote sensing and GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26, 341-350. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2023.04.005>
- Daribayev, B., Mukhanbet, A.A., Nurakhov, Y., & Imankulov, T. (2021). Implementation of the solution to the oil displacement problem using machine learning classifiers and neural networks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (4 (113)), 55-63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.241858>
- Deilmai, B.R., Ahmad, B.B., & Zabihi, H. (2014). Comparison of two classification methods (MLC and SVM) to extract land use and land cover in Johor Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 20 (1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/20/1/012052>
- Dhokal, S., Kandel, S., Puri, L., & Shrestha, S. (2022). Assessment on land use land cover mapping: Sentinel-2 versus Landsat-9. *Forestry: Journal of Institute of Forestry, Nepal*, 19 (01), 56-63. <https://doi.org/10.3126/forestry.v19i01.55704>

- Fröhlich, B., Bach, E., Walde, I., Hese, S., Schullius, C., & Denzler, J. (2013). Land cover classification of satellite images using contextual information. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, II-3/W1*, 1-6. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-ii-3-w1-1-2013>
- Gašparović, M., Zorić, Š., & Singh, S.K. (2021). Urbanisation impact on creation of heat islands in large cities. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B3-2021*, 313-318. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliii-b3-2021-313-2021>
- Geçen, R. (2019). Uydu görüntüsü kullanılarak tarımsal alanlarda parsel-tabanlı ürün sınıflandırması: Amik Ovası örneği. E Akköprü ve MF Döker (Eds.), *Coğrafya araştırmalarında coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları* (1.Baskı, s. 241-266). Pegem.
- Ghosh, A., & Joshi, P.K. (2014). A comparison of selected classification algorithms for mapping bamboo patches in lower Gangetic plains using very high resolution WorldView 2 imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26, 298-311. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2013.08.011>
- Gunlu, A. (2021). Comparison of different classification approaches for land cover classification using multispectral and fusion satellite data: A case study in Ören Forest Planning Unit. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 23 (1), 306-322. <https://doi.org/10.24011/barofd.882471>
- Helber, P., Bischke, B., Dengel, A., & Borth, D. (2019). Eurosat: a novel dataset and deep learning benchmark for land use and land cover classification. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12 (7), 2217-2226. <https://doi.org/10.1109/jstars.2019.2918242>
- Htitiou, A., Boudhar, A., Lebrini, Y., Hadria, R., Lionboui, H., Elmansouri, L., Tychon, B., & Benabdelouahab, T. (2019). The performance of random forest classification based on phenological metrics derived from Sentinel-2 and Landsat 8 to map crop cover in an irrigated semiarid region. *Remote Sensing Earth Systems Science*, 2 (4), 208-224. <https://doi.org/10.1007/s41976-019-00023-9>
- Irvem, A., & Ozbuldu, M. (2023). Downscaling of the land surface temperature data obtained at four different dates in a year using the GWR model: a case study in Antakya, Turkey. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 51, 1241-1252. <https://doi.org/10.1007/s12524-023-01700-5>
- Islami, F.A., Tarigan, S., Wahjunie, E.D., & Dasanto, B.D. (2022). Accuracy assessment of land use change analysis using google earth in sadar watershed mojokerto regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 950 (1), 012091. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012091>
- Jamali, A. (2019). Evaluation and comparison of eight machine learning models in land use/land cover mapping using Landsat 8 OLI: a case study of the northern region of Iran. *SN Applied Sciences*, 1, 1448. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1527-8>
- Jombo, S., & Adelabu, S. (2023). Evaluating Landsat-8, Landsat-9, and Sentinel-2 imageries in land use and land cover (LULC) classification in a heterogeneous urban area. *GeoJournal*, 88 (1), 377-399. <https://doi.org/10.1007/s10708-023-10982-8>
- Khaliq, A., Comba, L., Biglia, A., Aimonino, D.R., Chiaberge, M., & Gay, P. (2019). Comparison of satellite and uav-based multispectral imagery for vineyard variability assessment. *Remote Sensing*, 11 (4), 436. <https://doi.org/10.3390/rs11040436>
- Leeuwen, B.V., Tobak, Z., & Kovács, F. (2020). Comparison of different machine learning techniques for land use/land cover classification of medium resolution optical satellite imagery focusing on temporary inundated areas. *Journal of Environmental Geography*, 13 (1-2), 43-52. <https://doi.org/10.2478/jengeo-2020-0005>
- Li, S., & Xu, X. (2021). Study on remote sensing monitoring model of agricultural drought based on random forest deviation correction. *INMATEH Agricultural Engineering*, 413-422. <https://doi.org/10.35633/inmateh-64-41>
- Ma, L., & Fan, S. (2017). Cure-smote algorithm and hybrid algorithm for feature selection and parameter optimization based on random forests. *BMC Bioinformatics*, 18 (1). <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1578-z>

- Manessa, M.D.M., Ummam, M.A.F., Efriana, A.F., Semedi, J.M., & Ayu, F. (2024). Assessing Derawan Island's Coral Reefs over two decades: A machine learning classification perspective. *Sensors*, 24 (2), 466. <https://doi.org/10.3390/s24020466>
- McCorkel, J., Montanaro, M., Efremova, B., Pearlman, A., Wenny, B.N., Lunsford, A., & Reuter, D.C. (2018). Landsat-9 thermal infrared sensor 2 characterization plan overview. *IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Spain, 8845-8848.
- Mishra, P.K., Rai, A., & Rai, S.C. (2020). Land use and land cover change detection using geospatial techniques in the Sikkim Himalaya, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23 (2), 133-143. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2019.02.001>
- Mondal, A., Kundu, S., Chandniha, S.K., Shukla, R., & Mishra, P.K. (2012). Comparison of support vector machine and maximum likelihood classification technique using satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing and GIS*, 1 (2), 116-123.
- Morgan, G.R., Wang, C., Li, Z., Schill, S.R., & Morgan, D.R. (2022). Deep learning of high-resolution aerial imagery for coastal marsh change detection: a comparative study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11 (2), 100. <https://doi.org/10.3390/ijgi11020100>
- Nyamekye, C., Ghansah, B., Agyapong, E., Obuobie, E., Awuah, A., & Kwofie, S. (2021). Examining the performances of true color RGB bands from Landsat-8, Sentinel-2 and UAV as stand-alone data for mapping artisanal and small-scale mining (ASM). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 24, 100655. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100655>
- Palanisamy, P.A., Jain, K., & Bonafoni, S. (2023). Machine learning classifier evaluation for different input combinations: a case study with Landsat 9 and Sentinel-2 data. *Remote Sensing*, 15 (15), 3241. <https://doi.org/10.3390/rs15133241>
- Paul, S., & Kumar, D.N. (2019). Comparison of Landsat-8 and Sentinel-2 data for classification of Rabi crops over Karnataka, India. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-3/W6, 579-584. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-3-w6-579-2019>
- Peng, X., Liu, H., Chen, Y., Qiao, C., Wang, J., Li, H., & Zhao, A. (2021). A method to identify dactyidium pierrei hickel using unmanned aerial vehicle multi-source remote sensing data in a chinese tropical rainforest. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 50 (1), 25-35. <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01453-z>
- Rakwatin, P., Longépé, N., Isoguchi, O., Shimada, M., & Uryu, Y. (2010). Mapping tropical forest using alos palsar 50m resolution data with multiscale glcm analysis. *2010 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, USA, 1234-1237. <https://doi.org/10.1109/igarss.2010.5651347>
- Razafinimaro, A., Hajalalaina, A.R., Rakotonirainy, H.L., & Zafimarina, R. (2022). Land cover classification based optical satellite images using machine learning algorithms. *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, 8 (3), 362-380. <https://doi.org/10.26555/ijain.v8i3.803>
- Rwanga, S.S., & Ndambuki, J.M. (2017). Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS. *International Journal of Geosciences*, 8 (4), 611-622. <https://doi.org/10.4236/ijg.2017.84033>
- Saboori, M., Homayouni, S., Shah-Hosseini, R., & Zhang, Y. (2022). Optimum feature and classifier selection for accurate urban land use/cover mapping from very high resolution satellite imagery. *Remote. Sensing*, 14 (9), 2097. <https://doi.org/10.3390/rs14092097>
- Shi, Y., Qi, Z., Li, X., Niu, N., & Zhang, H. (2019). Urban land use and land cover classification using multisource remote sensing images and social media data. *Remote Sensing*, 11 (22), 2719. <https://doi.org/10.3390/rs11222719>
- Simons, G., Bastiaanssen, W., Ngô, L.A., Hain, C., Anderson, M.C., & Senay, G.B. (2016). Integrating global satellite-derived data products as a pre-analysis for hydrological modelling studies: a case study for the red river basin. *Remote Sensing*, 8 (4), 279. <https://doi.org/10.3390/rs8040279>

- Sisodia, P.S., Tiwari, V., & Kumar, A. (2014). Analysis of supervised maximum likelihood classification for remote sensing image. *International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE-2014)*, India, 1-4. <https://doi.org/10.1109/icraie.2014.6909319>
- Talukdar, S., Singha, P., Mahato, S., Shahfahad, Pal, S., Liou, Y., & Rahman, A. (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations - a review. *Remote Sensing*, 12 (7), 1135. <https://doi.org/10.3390/rs12071135>
- Tariq, A., Hong, S.Y., Gagnon, A.S., Li, Q., Mumtaz, F., Hysa, A., & Munir, I. (2021). Assessing burned areas in wildfires and prescribed fires with spectral indices and sar images in the margalla hills of pakistan. *Forests*, 12 (10), 1371. <https://doi.org/10.3390/f12101371>
- Toosi, N.B., Soffianian, A.R., Fakheran, S., Pourmanafi, S., Ginzler, C., & Waser, L.T. (2019). Comparing different classification algorithms for monitoring mangrove cover changes in southern Iran. *Global Ecology and Conservation*, 19, e00662. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00662>
- Topaloglu, R.H., Sertel, E., & Musaoğlu, N. (2016). Assessment of classification accuracies of Sentinel-2 and Landsat-8 data for land cover/use mapping. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 1055-1059. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xli-b8-1055-2016>
- Tricht, K.V., Gobin, A., Gilliams, S., & Piccard, I. (2018). Synergistic use of Radar Sentinel-1 and Optical Sentinel-2 imagery for crop mapping: a case study for Belgium. *Remote Sensing*, 10, 1642. <https://doi.org/10.3390/rs10101642>
- Turner, L., Wagner, T.J., Auclair, P., & Langhals, B.T. (2022). Machine learning land cover and land use classification of 4-band satellite imagery. *Faculty Publications*, 1407, 1-17.
- Vapnik, V. (2013). *The nature of statistical learning theory (2nd ed.)*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3264-1>
- Wang, Y., Ma, J., Xiao, X., Wang, X., Dai, S., & Zhao, B. (2019). Long-term dynamic of Poyang Lake surface water: a mapping work based on the Google Earth Engine cloud platform. *Remote Sensing*, 11 (3), 313. <https://doi.org/10.3390/rs11030313>
- Wei, J., Shang, J., Han, L., Li, X., & Li, X. (2023). Parameter optimization strategy of random forest algorithm for land use classification. *Fourth International Conference on Geoscience and Remote Sensing Mapping (GRSM 2022)*, China, 1255123. <https://doi.org/10.1117/12.2668073>
- Zhang, C., & Li, X. (2022). Land use and land cover mapping in the era of big data. *Land*, 11 (10), 1692. <https://doi.org/10.3390/land11101692>
- Zhang, P., Ke, Y., Zhang, Z., Wang, M., Li, P., & Zhang, S. (2018). Urban land use and land cover classification using novel deep learning models based on high spatial resolution satellite imagery. *Sensors*, 18 (11), 3717. <https://doi.org/10.3390/s18113717>
- Zhao, Y., Gong, P., Yu, L., Hu, L., Li, X., Li, C., Zhang, H., Zheng, Y., Wang, J., Zhao, Y., Cheng, Q., Liu, C., Liu, S., & Wang, X. (2014). Towards a common validation sample set for global land-cover mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 35 (13), 4795-4814. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.930202>
- Zhu, Z., Woodcock, C.E., Rogan, J., & Kellndorfer, J. (2012). Assessment of spectral, polarimetric, temporal, and spatial dimensions for urban and peri-urban land cover classification using Landsat and SAR data. *Remote Sensing of Environment*, 117, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.07.020>

'Alata' çekirdeksiz limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazasına uygulama ve paketlemelerin etkileri

The effects of treatment and packaging on the storage of 'Alata' seedless lemon variety in common store

Zafer KARAŞAHİN¹ , Ahmet Erhan ÖZDEMİR² 

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erdemli-Mersin, Türkiye.

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 10.05.2024 Accepted / Kabul: 12.07.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Limon Çekirdeksizlik Doğal depo Muhafaza Raf ömrü Kalite</p> <p>Keywords: Lemon Seedless Common store Storage Shelf life Quality</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ahmet Erhan ÖZDEMİR erhan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</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 çalışmanın amacı, 'Alata' çekirdeksiz limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazası ve raf ömrü özelliklerine dökme ve hutbak kağıtlara sarılı olarak fungusitli paketlemenin etkilerini belirlemektir. 2019 ve 2020 yıllarında yürütülen çalışmada, derimi yapılan limon meyveleri, uygulamalardan sonra Mersin ili Erdemli ilçesi Küçükfindık yaylasında bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda Aralık ayı başından Ağustos ayına kadar muhafazaya alınmıştır. Muhafazaya alınan limonların raf ömrünü belirlemek için 20 °C'de %70 oransal nemde meyveler 7 gün bekletilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, muhafaza süresince, ağırlık kayıpları, fungal nedenli bozulma, fizyolojik nedenli bozulma, meyve kabuk rengi L* değeri, usare miktarı, pH değeri, suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) ve C vitamini miktarında artış, görünüş, meyve kabuk rengi h° değeri, yeşil kapsüllü meyve oranı ve titre edilebilir asit (TA) miktarında ise azalma saptanmıştır. Raf ömrü süresince, ağırlık kaybı, usare miktarı, pH değeri, SÇKM ve C vitamini miktarında artış, görünüş, meyve kabuk rengi L* ve h° değerleri, yeşil kapsüllü meyve oranı ve TA miktarında ise azalma saptanmıştır. Raf ömrü süresince fungal ve fizyolojik nedenli bozulan meyveye rastlanmamıştır. 'Alata' çekirdeksiz limon çeşidi meyvelerinin doğal soğutmalı depolarda kalitelerini koruyarak 4–5 ay süreyle başarılı olarak depolanabileceği belirlenmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The aim of this study is to determine the effects of fungicide packaging with in bulk or hutbak papers on the storage and shelf life characteristics of the 'Alata' seedless lemon variety in common store. Lemon fruits harvested in the 2019 and 2020 harvest years were stored, after the practices, in a natural storage belonging to a producer in the Küçükfindık plateau of Erdemli district of Mersin province, from the beginning of December to August. In order to determine the shelf life of the stored lemon fruits, they were kept at 20 °C at 70% relative humidity conditions for 7 days. According to the results of the research, during storage, weight losses, fungal disorder, physiological spoilage, fruit skin color L* value, juice amount, pH value, total soluble solids (TSS) and vitamin C contents increased, appearance value, fruit skin color h° value, green bottom fruit ratio and titratable acid (TA) amount decreased. During the shelf life, weight loss, pH value, TSS, vitamin C amount increased, appearance value, fruit skin color L* and h° values, green capsule fruit rate, juice amount, TA content decreased. Fruit spoilage due to fungal or physiological disorders was not detected during shelf life. It had been determined that 'Alata' seedless lemon variety fruits can be stored successfully for 4–5 months while preserving their quality in common store.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Karaşahin, Z., & Özdemir, A.E. (2024). 'Alata' çekirdeksiz limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazasına ve raf ömrü özelliklerine farklı paketlemelerin etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 724-734. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1482109</p>

GİRİŞ

Turunçgiller, subtropik iklimde yetiştiriciliği yapılan, en fazla yetiştiriciliği yapılan üretimi ve dışsatımı yaygınlaşan, ihtiva ettiği biyoaktif bileşiklerle insan sağlığına yararlı altıntop, portakal, mandarin, limon, lime, şadok, ağaç kavunu, bergamot, kamkat ve turunç türlerinden oluşan bir meyve grubudur. Turunçgiller üretimi, alan ve miktar yönüyle Dünya tarım ve ekonomisi için oldukça önemlidir. Turunçgiller Dünyanın 40° kuzey ve güney enlemlerinde yetiştirilirken, en önemli yetiştiricilik bölgeleri 20°nin daha kuzey ve güneyinde kalan yerlerdir (Gülşen & Uzun, 2011). 2022 yılı verilerine göre, turunçgil üretimi Dünyada 9.048.421 hektar alanda 151.881.227 ton olup, en fazla turunçgil üretimi yapan ülkeler sırasıyla Çin (42.338.548 ton), Brezilya (19.732.041 ton), Hindistan (14.849.254 ton) ve Meksika (8.956.313 ton) olmuştur. Türkiye’de turunçgil üretimi 1.776.618 dekar alanda 4.708.000 ton olmuştur. Bu toplam üretim içinde ise mandarin üretimi 1.865.000 ton, limon üretimi 1.323.000 ton, portakal üretimi 1.322.000 ton ve altıntop üretimi 198.000 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2024). 2022 yılında yaş meyve ve sebze dış satımı 4.969.058 ton olup, bunun 889.608 tonunu mandarin, 599.293 tonunu limon, 318.689 tonunu portakal, 133.236 tonunu altıntop oluşturmuştur (AKİB, 2024). Limonun turunç X ağaç kavunu melezi bir tür olduğu bildirilmiştir (Kafa ve ark, 2010). Mersin ili Alata Bahçe Kültürü Araştırma Enstitüsü’nde 2003 ve 2006 yılları arasında mutasyonla kabuk kalınlığı, meyve ağırlığı, meyve suyu içeriği, tohum sayısı ve meyve dilim sayısı bakımından değerlendirilen ve tescillenen dört yeni çeşitten birisi “Alata” çekirdeksiz limonudur (Uzun ve ark., 2008). Bu çeşitlerin yeni olması nedeniyle muhafazaları konusunda yapılacak olan çalışmalar muhafaza ömrü, raf ömrü ve kalite değerlerinin değişimlerinin tespiti yönüyle önemlidir. Bahçe ürünlerinin uygun şekilde hasadı ve hasat sonrası uygun ortamlarda muhafazası ile hasat sonrası ürünün besin ve duyu kalite kayıpları ve ekonomik kayıpların azaltılması mümkündür (Nural ve ark., 2016). Turunçgillerin solunum hızı ve etilen üretimi olgunluk ve olgunlaşma dönemlerinde dikkate değer bir artış göstermediği ve uzun bir raf ömrüne sahip olduğu ve derimden sonra ağırlık kayıpları ve fizyolojik bozulmaların en önemli kayıplar olduğu bildirilmiştir (Palou ve ark., 2015). Doğal soğutmalı depolar genellikle adi depolar ve ambarlar olduğu için depo sıcaklığı ve depo nemi kontrol edilememekte, hava sıcaklığının düşük olduğu sabah saatlerinde yapılan havalandırmalar ile depo sıcaklığı ve depodaki hava bileşimi sağlanmaktadır. Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda sürenin kısa tutulması gerektiğini bildirmişlerdir. Ülkemizde turunçgil meyveleri özellikle limonlar, ‘yatak’ adı verilen doğal muhafaza depolarında saklanmaktadır. Mersin-Erdemli ve Silifke bölgelerinde erkenci limon çeşitleri dışındaki limon çeşitlerinin derimi genel olarak Kasım-Şubat ayları arasında yapılmaktadır. Derimi yapıp kasalanan limon meyveleri, limon yetiştiriciliği yapılan sahil şeridindeki ev altı depolarında Şubat ayı ortası Mart ayı başına kadar doğal olarak muhafazaya alınır. Havalanın ısınmaya başlaması ile birlikte esas depolamanın yapılacağı Mersin yaylalarında ve Nevşehir (Ürgüp-Ortahisar) bölgesinde bulunan volkanik tüf kayalardan meydana gelmiş doğal soğutmalı depolara taşınır ve Temmuz ayı ortalarına kadar depolanır.

Bu çalışma ile 2019-2020 yıllarında derimi yapılan ‘Alata’ çekirdeksiz limon çeşidi fungusit uygulaması yapılmış ve kontrol meyveleri, dökme ve hutbak kağıtlara sarılı olarak Mersin ili Erdemli ilçesi Küçükfindık yaylasında bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda aralık ayı başından ağustos ayına kadar muhafazaya alınmış ve muhafaza ve raf ömrü süresince fiziksel ve kimyasal kalitelerindeki değişimler incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, 2019 ve 2020 yıllarında Mersin ili Erdemli ilçesi Küçükfindık yaylasında bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda yürütülmüştür. Materyal olarak, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü tarafından mutasyon ıslahı yolu ile geliştirilen ve tescil edilen, yerli turunç üzerine aşılı, 6 x 6 m aralıkla dikilmiş, ‘Alata’ çekirdeksiz limon çeşidi kullanılmıştır. ‘Alata’ çekirdeksiz limon çeşidi ‘Kütdiken’ limon çeşidinden mutasyon ıslahı yolu ile geliştirilen çekirdeksiz bir çeşittir. Limon meyvelerinin, meyve usaresi yaklaşık %28–30’larda ve meyve kabuk rengi yeşilden

sarıya dönmeye başladığında aynı renk, benzer irilikte yarasız, beresiz olanlarının derimi yapılmıştır. 1. grup limon meyveleri 'fungusitli dökme': Derimden hemen sonra dozu 400 ml / 100 lt (4.000 ppm) su olan fungusit (Aktif madde: 500 g/L imazalil) konsantrasyonuna 3 dakika süreyle daldırılmış, kurutmanın ardından ambalajsız (dökme) olarak plastik kasalara yerleştirilerek depolanmıştır. 2. grup limon meyveleri 'fungusitli sarılı': Derimden hemen sonra dozu 400 ml / 100 lt (4.000 ppm) su olan fungusit (Aktif madde: 500 g/L imazalil) konsantrasyonuna 3 dakika süreyle daldırılmış, kurutmanın ardından ambalajlı (hutbak kağıtlara sarılı) olarak plastik kasalara yerleştirilerek depolanmıştır. 3. grup limon meyveleri 'kontrol dökme': Bahçeden geldiği gibi hiçbir uygulama yapılmadan ambalajsız olarak plastik kasalara yerleştirilerek depolanmıştır. 4. grup limon meyveleri 'kontrol sarılı': Bahçeden geldiği gibi hiçbir uygulama yapılmadan, ambalajlı olarak plastik kasalara yerleştirilerek depolanmıştır. Muhafaza süresince ayda bir alınan meyve örnekleri analiz edilmiştir. Her analiz döneminde alınan meyve örnekleri raf ömrü için 7 gün 20 °C sıcaklık ve %70 oransal nemde bekletilmiştir. Depolama ve raf ömründe yapılan analizler; Ağırlık kayıpları (%): Depolama sırasında her analiz döneminde meyveler hassas teraziyle tartılarak (0.01 g'a duyarlı) ve başlangıçtaki değerlerle kıyaslanarak bulunmuştur.

Görünüş (1-5) puanlaması: Bir panelist grubuyla (On kişi) 1-5 (1: En kötü. 5: En iyi) değerlendirmesiyle saptanmıştır. Fungal ve fizyolojik bozulmalar (%): Depolama sırasında her analiz döneminde analizlenecek meyveler incelenerek fungal ve fizyolojik bozulma gösterenler belirlenmiştir.

Meyve kabuk rengi: Muhafaza sırasında her analiz döneminde L* ve h° değerleri C.I.E. L*a*b* skalasına göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı (McGuire, 1992) ile ölçülmüştür.

Yeşil kapsüllü meyve oranı (%): Her analizde yeşil kapsüllü meyveler sayılarak belirlenmiştir.

Usare miktarı (%): Meyvelerin posa ağırlığı bulunarak saptanmıştır.

Meyve suyu pH değeri: Her analiz döneminde pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM, %): Her analiz döneminde el refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

Titre edilebilir asit miktarı (TA, %): Potansiyometrik yöntemle belirlenmiştir. Bu yöntemde, her analiz döneminde alınan 5 ml meyve suyu 100 ml'ye saf suyla tamamlanarak, 0.1 N'lik NaOH ile pH 8.1 oluncaya dek titrasyon yapılmış (Sadler, 1994) ve asitlik değeri sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır.

C vitamini (L-Askorbik asit) miktarı (mg/100 mL): Cemeroglu (2010)'na göre yüksek basınç sıvı kromatografi (HPLC, Shimadzu LC20AD, Tokyo, Japonya) cihazı ile saptanmıştır. Her analiz döneminde alınan 5 mL meyve suyuna %2.5'lük 5 mL m-fosforik asit çözeltisi ilave edilmiş ve 4 °C'de 10 dakika süre ile 2500 x g'de santrifüjleme yapılmıştır. Karışımın berrak kısımdan 0.5 mL alınıp, üzeri %2.5'lik m-fosforik çözeltisiyle 4 mL'ye tamamlanmış ve filtre (0.45 µm'lik teflon) edilmiştir. Inertsil ODS3 kolon (4.6 x 250 mm, GL Science, Japan) kullanılmış, 10 µL enjeksiyon hacmiyle 15 dakika 244 nm'de analizlenmiştir (25 °C kolon sıcaklığı, izokratik akış, %2 KH₂PO₄ (pH 2.4), 0.6 mL/d). Deneme 1 çeşit X 4 paketleme uygulaması X 9 muhafaza süresi X 3 yineleme X 2 depolama (muhafaza ve raf ömrü) ve toplamda 216 örnek, her yinelemede 10 adet meyve olacak şekilde faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. %5 önem seviyesinde (p<0,05) istatistiksel analizler yapılmış ve Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Denemede veriler iki yılın ortalaması olarak istatistiksel analizleri yapılmış ve çizelgelerde verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Doğal soğutmalı depoda 'Alata' çekirdeksiz limon meyvelerinin ağırlık kaybında muhafaza süresince artış olmuş ve 8 ay sonunda ortalama %24.92 olarak tesbit edilmiştir. Ambalajsız (dökme) meyvelerde ağırlık kayıpları ambalajlı (sarılı) olanlardan daha yüksek olmuştur. Raf ömrü sırasında ağırlık kayıpları %3.91-5.78 arasında tesbit edilmiştir. En yüksek ortalama ağırlık kaybı 8. ay + 7. gün raf ömrü kontrolünde (ortalama %5,78) olmuştur. Raf ömründe sarılı olan meyvelerde kayıplar dökme olanlardan daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). 'Kütdiken' limon çeşidinde daha

önce yapılan bir çalışmada doğal soğutmalı depoda 9 aylık muhafazasında ağırlık kayıplarının %12.61 ile %20–25 arasında değiştiği saptanmıştır (Pekmezci, 1981). Doğal soğutmalı depolarda muhafaza süresi ve sıcaklık arttıkça ağırlık kayıpları artmaktadır (Gürgen & Pekmezci, 1984). ‘Kütdiken’ limon çeşidinde daha önce yapılan benzer çalışmada, Mersin ili yaylalarındaki doğal soğutmalı depolarda 7. ayında muhafazasında ağırlık kayıpları %4.76-12.02 arasında bulunmuştur (Canan ve ark., 2015). Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda ‘Owari satsuma’ mandarin meyvelerinin 90 gün depolanmasında ağırlık kayıplarının ortalama %14.84 olduğunu bildirmişlerdir. ‘Kütdiken’ limon çeşidi ile yapılan benzer çalışmada meyvelerin 6 ay süreyle soğukta muhafazasında kontrol meyvelerinde ağırlık kayıpları %16.11 ve fungusit (imazalil) sarılı uygulamasında %14.00 olurken (Çıldır, 2019), bulgularımızda doğal soğutmalı depolamanın 6. ayında ağırlık kayıpları %19.45 ve fungusitli sarılı uygulamamızda %12.87 olarak tesbit edilmiştir. Bulgularımızın paralelinde, Nural (2019) ve Özdemir ve ark. (2023) ‘Ortanique’ tangor meyvelerinin 5 °C’de soğukta muhafazasında (3 ay) ağırlık kayıplarının ambalajlı meyvelerde ambalajsız meyvelerden daha düşük bulunmuştur.

Doğal soğutmalı depoda ve raf ömrü sırasında görünüş (1–5) değerleri ilk üç ay tam puan (5.00) alırken, 7. aydan itibaren kabul edilebilir sınırın altına (≥ 3) düşmüştür. Limonların depolama ve raf ömrü sonunda ambalajların görünüşe etkileri benzer bulunmuştur (Çizelge 1). Taze meyve ve sebzelerin kalite özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerin başında görünüş gelmektedir. Atan (2019), limonda muhafaza süresinin artmasıyla duyu parametrelerde azalma olduğunu bildirmiştir. ‘Owari Satsuma’ mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında (3 ay) görünüş skorları ambalajlı meyvelerde ambalajsız meyvelerden daha yüksek olmuş ve doğal depoda dökme olanlarda görünüş puanları depolama ve raf ömründe 60. günde ve sarılı olanlarda 75. günde kabul edilebilir değerin altına düşmüştür (Nural, 2019). Nasrin ve ark. (2020) raf ömründe (21 °C ve %50 oransal nem) limon meyvelerinin görünüş değerlerinin 4.20-1.90 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda ‘Owari Satsuma’ mandarin meyvelerinin depolanmasında (90 gün) 60. günden sonra görünüş puanlarının 3’ün altına düştüğünü saptamışlardır Özdemir ve ark. (2023) ‘Ortanique’ tangor meyvelerinin 3 ay soğukta muhafazasında görünüş değerleri ambalajlı ve ambalajsız olanlarda ≥ 3 olmuştur.

Yapılan bu çalışmada doğal depolama sırasında ilk üç ay fungal bozulma görülmemiş, muhafaza süresi sonunda ortalama fungal bozulma oranı %30.31 olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Raf ömrü sırasında ise fungal nedenli bozulmaya rastlanmamıştır. Muhafaza ve raf ömründe ambalajlamanın fungal nedenli bozulmalara etkileri istatistiksel olarak benzer olmuştur (Çizelge 1). Bulgularımızda öne çıkan fungal hastalıklar turuncgillerin hasat sonrası hastalıkları konusunda yapılmış çalışmalarda da belirtildiği gibi, özellikle *Penicillium italicum* (Mavi küf), *P. digitatum* (Yeşil küf) ve *Alternaria citri* olmuştur (Toker ve ark., 1995; Toker & Biçici, 1996; 2001; 2005). Depolarda oluşan çürüklüklerin %90’ını yeşil ve mavi küf çürüklükleri oluşturur (Karamustafaoğlu, 2008). Pekmezci (1981), ‘Kütdiken’ limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazasında fungal nedenlerle bozulan meyve miktarını %0.00–51.49 arasında saptamıştır. Özkaya (2001) tarafından yapılan çalışmada ‘Tuzcu’ turunc klon anaçları üzerinde yetiştirilen ‘Kütdiken’ limonlarının doğal soğutmalı depoda muhafazasında fungal bozulmalar %0.73-%4.50 arasında saptanmıştır. ‘Kütdiken’ limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafazasında da ilk 3 ay fungal bozulma görülmezken, depolamanın 7. ayında fungal bozulmalar %22.22–28.89 arasında bulunmuştur (Canan ve ark., 2015). ‘Kütdiken’ limon çeşidinin 6 ay süreyle soğukta muhafazasında kontrol meyvelerinde fungal bozulmalar %83.33 ve fungusit (imazalil) sarılı uygulamasında %46.67 olurken (Çıldır, 2019), bulgularımızda doğal soğutmalı depolamanın 6. ayında fungal bozulmalar %10.42 ve fungusitli sarılı uygulamada %7.07 olmuştur. ‘Owari Satsuma’ mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında fungal bozulmalar ambalajlı meyvelerde ambalajsız meyvelerden daha düşük olmuş ve raf ömründe ambalajların etkileri benzer olmuştur (Nural, 2019). Bulgularımızda raf ömrü süresince fungal bozulma görülmezken, Topçu (2020) tarafından yapılan benzer çalışmada çalışmamızdan farklı olarak ‘Kütdiken’ limonlarında raf ömrü sırasında (20 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nem) %4.00-6.00 arasında fungal bozulma saptanmıştır. Benzer şekilde, Nasrin ve ark (2020)’da raf ömründe limonlarda fungal bozulma oranının %6.25’e ulaştığını bildirmişlerdir.

Çizelge 1. 'Alata' limon çeşidi meyvelerinde doğal soğutmalı depoda ve raf ömründe ağırlık kaybı (%), görünüş (1–5), yeşil kapsüllü meyve (%), fungal ve fizyolojik bozulmalar (%), meyve kabuk rengi L* ve h° değerlerindeki değişimler

Table 1. Changes on weight loss (%), appearance (1–5), fungal and physiological deterioration (%), fruit skin color L* and h° values of 'Alata' lemon variety fruits during common storage and shelf life

Depolama şekli	Ağırlık kaybı (%)	Görünüş (1–5)	Fungal bozulma (%)	Fizyolojik bozulma (%)	Meyve kabuk rengi	
					L*	h°
Muhafaza (Ay)						
0	----	5.00 a ^x	----	----	59.31 d	110.32 a
1	2.98 h	5.00 a	0.00 e	0.00 c	72.64 a	94.67 b
2	8.34 g	5.00 a	0.00 e	0.00 c	73.53 a	91.84 c
3	11.05 f	5.00 a	0.00 e	0.00 c	72.99 a	90.61 d
4	13.37 e	4.00 b	0.46 e	0.00 c	73.20 a	90.32 d
5	15.74 d	4.00 b	3.13 d	0.63 c	72.88 a	89.84 de
6	19.45 c	3.00 c	10.42 c	2.43 c	72.10 a	89.02 e
7	22.72 b	2.00 d	20.94 b	20.14 b	67.85 b	86.30 f
8	24.92 a	1.00 e	30.31 a	63.99 a	65.26 c	84.90 g
D%5	0.79	0.92	1.48	3.17	2.36	0.85
Raf Ömrü (Ay+gün)						
0+7	3.91 d	5.00 a	0.00	0.00	71.62 ac	100.93 a
1+7	3.95 d	5.00 a	0.00	0.00	72.75 ab	92.13 b
2+7	4.65 c	5.00 a	0.00	0.00	71.23 bc	90.67 c
3+7	5.40 ab	5.00 a	0.00	0.00	73.52 a	90.05 d
4+7	5.27 ac	4.00 b	0.00	0.00	72.20 ab	89.93 d
5+7	5.39 ab	4.00 b	0.00	0.00	73.27 a	89.67 d
6+7	4.97 bc	3.00 c	0.00	0.00	69.75 c	87.54 e
7+7	5.00 bc	2.00 d	0.00	0.00	66.58 d	84.99 f
8+7	5.78 a	1.00 e	0.00	0.00	64.90 d	84.02 g
D%5	0.66	0.92	Ö.D. n.s. ^y	Ö.D	1.98	0.53
Doğal depoda muhafaza paketlemeler						
Kontrol dökme	13.42 a	3.77	7.36	10.23	69.63	91.64 b
Fungusitli dökme	13.63 a	3.77	7.40	10.23	69.79	91.40 b
Kontrol sarılı	12.78 b	3.77	7.17	9.12	70.38	92.57 a
Fungusitli sarılı	12.87 b	3.77	7.07	9.17	70.08	92.32 a
D%5	1.37	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0.47
Raf ömrü paketleme						
Kontrol dökme	4.65 b	3.77	0.00	0.00	70.25	89.81 b
Fungusitli dökme	4.73 b	3.77	0.00	0.00	70.43	89.56 b
Kontrol sarılı	5.13 a	3.77	0.00	0.00	71.01	90.45 a
Fungusitli sarılı	5.18 a	3.77	0.00	0.00	70.89	90.15 a
D%5	0.36	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	0.31

^xP<0.05 önem seviyesinde istatistiksel açıdan aynı harfle gösterilenler benzerdir. Tukey testiyle ortalamalar kıyaslanmıştır. *At the P<0.05 significance level, those indicated by the same letter are statistically similar. Means were compared with the Tukey test. ^yÖ.D.: Önemli değil. ^{n.s.}: non significant.

Fungal bozulmalar hasat, taşıma ve depolama sırasında mikroskopik düzeyde dahi oluşabilen yaralanma, berelenmelerden olmaktadır, yüksek nem ve sıcaklıklarda (10–30 °C) gelişerek ürüne zarar vermektedirler. Bu nedenle, depolanan limonların olgunluk durumları, depo ve/veya raf koşulları bozulmaların olmasına ve/veya artışına etkili olmaktadır. Ayrıca ürüne bulaşan fungus sporları ve diğer mikroorganizmalar da ürün üzerinde canlı kalmaktadır. Düşük sıcaklıklarda gelişimleri kısmen sınırlı olsa bile raf ömrü koşullarında ürünün bozulmasına neden olabilmektedirler.

Doğal depolamanın ilk dört ayında fizyolojik bozulma görülmemiş, 8 aylık muhafaza süresi sonunda ortalama fizyolojik bozulma oranı %63.99'a ulaşmıştır. Raf ömrü sırasında ise fizyolojik bozulmaya rastlanmamıştır. Muhafaza ve raf ömründe ambalajlamanın fizyolojik bozulmalara etkisi benzer olmuştur (Çizelge 1). Fizyolojik bozulmalar üründe doku direncini bozar, dış ve iç görüntü bozulur, tat ve aromada bozukluklar olur. 'Owari Satsuma' mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında fizyolojik bozulmalar doğal depoda depolama ve raf ömründe sarılı ve dökme olanlarda özellikle 90. gününde oldukça fazla (ortalama %9.45-12.17) olmuştur (Nural, 2019). Nasrin ve ark. (2020) raf ömründe limonlarda fizyolojik nedenlerle bozulan meyve miktarının %53.13-100.00 arasında saptamışlardır. Doğal depolarda 'Owari Satsuma' mandarin meyvelerinin depolamasından sonra raf ömründe fizyolojik bozulmaların olduğu bildirilmiştir (Zan & Özdemir, 2022).Bulgularımıza benzer olarak, Uzun (2019) ve Özdemir ve ark., (2023)'nın yaptığı çalışmalarda 'Ortanique' tangor çeşidinin soğukta muhafazadan sonra raf ömrü sırasında fizyolojik bozulma görülmemiştir.

Meyve kabuk rengi L* değeri 59.31 iken dalgalanmalar göstermiş, en yüksek 2. ayda 73.53 olmuş ve 8 ay muhafaza sonunda 65.26 olarak tespit edilmiştir. Raf ömründe başlangıçta L* değeri 71.62 iken, azalışlar olmuş ve 8. ay + 7. günde bu değer 64.90 olarak bulunmuştur. Depolama ve raf ömründe paketlemelerin L* değerine etkileri istatistiki açıdan benzer olmuştur (Çizelge 1). Depolamanın başlangıcında meyve kabuk rengi h° değeri 110.32° ve yeşilimsi sarı iken, 8 ay sonunda azalarak 84.90° ile tam sarı olmuştur. Raf ömrü sırasında h° değeri başlangıçta ortalama 100.93° olurken, 8. ay + 7. günde 84.02° olmuştur. Limon meyvelerinin sarılı olarak paketlenenlerde h° değeri dökme olarak paketlenenlerden daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Çıldır (2019), 'Kütdiken' limon çeşidinin soğukta muhafazası süresince, meyve kabuk rengi L* değerini 79.10-71.91 arasında, kabuk rengi h° değerini ise 94.29°-84.51° arasında saptamıştır. Sun ve ark. (2019), 'Eureka' limon meyvelerinin, üç farklı olgunluk (yeşil, yeşil-sarı ve sarı aşamalar) aşamasında meyve kabuk rengi h° değerini 86.85°-83.39° arasında saptamışlardır. Nasrin ve ark. (2020) ise raf ömründe limonlarda meyve kabuk rengi h° değerini 125.18°-97.45° arasında bulmuşlardır. Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda 'Owari Satsuma' mandarinlerinde depolama ve raf ömründe meyvelerin parlaklığının azaldığını ve meyve kabuk rengi h° değerinin düştüğünü saptamışlardır.

Bu çalışmada muhafazanın ilk üç ayında yeşil kapsüllü meyve oranı %100 iken, 7. ve 8. aylarda yeşil kapsüllü meyveye rastlanmamıştır. Üç aylık muhafaza ve ardından uygulanan 7 günlük raf ömrü sonunda yeşil kapsüllü meyve oranı %100 olurken, 7. ay + 7. gün ve 8. ay + 7. gün sonunda yeşil kapsüllü meyveye rastlanmamıştır. Depolama ve raf ömründe paketlemelerin yeşil kapsüllü meyve oranına etkileri istatistiki açıdan benzer bulunmuştur (Çizelge 2). Limon muhafazası ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda yeşil kapsüllü meyve oranı bakımından bizim çalışmamızla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Pekmezci (1981), 'Kütdiken' limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafaza periyodunun başlangıcında %100 olan yeşil kapsüllü meyve miktarını 9 aylık muhafaza sonunda %0.00 olarak saptamıştır. Canan (2004), 'Kütdiken' limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafazası sonunda yeşil kapsüllü meyve oranını %0.22–%19.56 arasında saptamıştır. 'Owari Satsuma' mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanması ve raf ömründe yeşil kapsüllü meyve oranına ambalajlamanın etkileri benzer olmuştur (Nural, 2019). Doğal depolarda 'Owari Satsuma' mandarinlerinde depolama ve raf ömründe yeşil kapsüllü meyve oranında azalmalar olduğu bildirilmiştir (Zan & Özdemir, 2022).

Çizelge 2. 'Alata' limon çeşidi meyvelerinde doğal soğutmalı depoda ve raf ömründe yeşil kapsüllü meyve oranı (%), usare miktarı (%), meyve suyu pH değeri, suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TA) miktarları (%) ve C vitamini (mg / 100 g) miktarındaki değişimler

Table 2. Changes on green bottom fruit (%), juice content (%), juice pH value, total soluble solid (TSS) and titratable acid (TA) contents (%) and vitamin C content (mg / 100 g) of 'Alata' lemon variety fruits during common storage and shelf life

Depolama şekli	Yeşil kapsüllü meyve (%)	Usare miktarı (%)	pH değeri	SÇKM (%)	TA (%)	C vitamini (mg / 100 g)
Muhafaza (Ay)						
0	100.00 a ^x	29.17 g	2.81 c	7.42 e	9.19 a	32.83 g
1	100.00 a	42.72 d	2.79 c	8.06 d	8.49 b	47.49 e
2	100.00 a	50.44 b	2.92 b	8.43 c	8.26 c	52.77 d
3	100.00 a	53.37 a	3.00 ab	8.35 c	7.54 d	53.26 cd
4	82.63 b	53.08 a	2.98 ab	8.60 bc	7.27 e	54.81 c
5	70.05 c	51.34 b	2.99 ab	8.81 ab	7.03 f	57.18 b
6	42.78 d	47.94 c	3.02 a	8.83 ab	6.64 g	59.31 a
7	0.00 e	37.69 e	3.02 a	8.94 a	5.94 h	48.12 e
8	0.00 e	35.04 f	3.06 a	8.64 bc	5.75 h	44.26 f
D%5	2.14	1.35	0.09	0.28	0.22	1.76
Raf Ömrü (Ay+gün)						
0+7	100.00 a	35.77 d	2.86 c	7.72 e	9.26 a	36.35 f
1+7	100.00 a	47.95 bc	2.82 c	8.18 d	8.59 b	48.17 d
2+7	100.00 a	53.88 a	2.94 b	8.39 cd	8.18 c	53.15 c
3+7	100.00 a	53.32 a	2.96 b	8.57 bc	7.50 d	55.47 b
4+7	80.00 b	50.05 b	3.00 ab	8.78 ab	7.17 e	58.75 a
5+7	60.00 c	49.68 bc	3.01 ab	8.85 ab	6.90 f	58.78 a
6+7	40.00 d	47.63 c	3.01 ab	8.93 a	6.84 f	58.83 a
7+7	0.00 e	34.54 d	3.00 ab	8.78 ab	5.79 g	43.01 e
8+7	0.00 e	32.20 e	3.07 a	8.41 cd	5.59 g	42.90 e
D%5	7.56	2.17	0.07	0.27	0.22	1.95
Doğal depoda muhafaza paketlemeler						
Kontrol dökme	65.83	44.84 a	2.96	8.42	7.26 b	50.25
Fungusitli dökme	65.77	44.65 ab	2.95	8.48	7.36 ab	49.91
Kontrol sarılı	66.52	44.04 b	2.95	8.50	7.39 a	50.26
Fungusitli sarılı	66.54	44.60 ab	2.95	8.42	7.37 ab	49.59
D%5	Ö.D. n.s. ^y	0.73	Ö.D.	Ö.D.	0.13	Ö.D.
Raf ömrü paketeleme						
Kontrol dökme	64.44	45.04	2.97	8.51	7.26	50.30
Fungusitli dökme	64.44	45.21	2.96	8.51	7.28	50.75
Kontrol sarılı	64.44	44.88	2.96	8.54	7.37	50.67
Fungusitli sarılı	64.44	44.89	2.97	8.50	7.33	50.68
D%5	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

^xP<0.05 önem seviyesinde istatistiksel açıdan aynı harfle gösterilenler benzerdir. Tukey testiyle ortalamalar kıyaslanmıştır. ^yAt the P<0.05 significance level, those indicated by the same letter are statistically similar. Means were compared with the Tukey test. ^yÖ.D.: Önemli değil. ^{n.s.}: non significant.

Çalışmamızda muhafazanın başlangıcında limonlarda %29.17 olan usare miktarı muhafaza süresince dalgalanmalar göstererek depolama sonunda %35.04 oranına yükselmiştir. Dökme olarak paketlenenlerde %44.84 ile en yüksek ortalama usare miktarı tespit edilirken, en düşük ortalama usare miktarı ise sarılı olarak paketlenenlerde %44.04 ile saptanmıştır. Raf ömrü kontrollerinde başlangıçta usare miktarı %35.77 olup, artış ve azalış göstermiş ve raf ömrü sonunda %32.20'ye ulaşmıştır. Raf ömrü sırasında sarılı ve dökme olarak paketlenmenin usare miktarına etkileri istatistiki açıdan benzer olmuştur (Çizelge 2). Limonlarda yapılan benzer çalışmalarda da bizim sonucumuza yakın değerler gösteren usare miktarları tespit edilmiştir. Pekmezci (1981), doğal soğutmalı depolarda muhafaza edilen limonların usare miktarlarının %36.00–53.00 arasında olduğunu belirtmiştir. Pekmezci ve ark. (1989) doğal soğutmalı depoda muhafaza edilen limon meyvelerinde usare miktarının %32.89-42.68 arasında değiştiğini saptamışlardır. Canan (2004), 'Kütdiken' limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafazası sırasında usare miktarını birinci çalışma yılında %35.70-44.80, ikinci çalışma yılında %37.50-51.16 arasında olduğunu saptamıştır. Çıldır (2019) 'Kütdiken' limon çeşidinin soğukta muhafazasında, usare miktarının %36.33-54.43 arasında olduğunu saptamıştır. Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda 'Owari Satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömründe usare miktarının başlangıca göre biraz azaldığını belirlemişlerdir. Bulgularımızın paralelinde, 'Owari Satsuma' mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında usare miktarına ambalajlamanın etkisi benzer olmuştur (Nural, 2019).

Muhafazanın başlangıcında limon meyvelerinin pH değeri 2.81 iken, bu değerde dalgalanmalar olmuş ve 8. ayda 3.06 olarak tespit edilmiştir. Hem muhafaza hemde raf ömrü süresince ambalajlamanın pH değerine etkileri benzer olmuştur. Raf ömrü kontrollerinin başlangıcında pH değeri 2.86 olup, 8. ay + 7. günde bu değer 3.07 olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Bulgularımızın paralelinde, Pekmezci ve ark. (1989) doğal soğutmalı depolarda muhafaza süresi uzadıkça tüm muhafaza ortamlarının meyve suyu pH değerinde artışlar olduğunu saptamışlardır. Atan (2019), pH değerinin muhafaza sırasında arttığını saptamış ve kontrol grubunda başlangıçta 2.32 olan meyve suyu pH değeri 20. günde 2.51'e yükseldiği saptanmıştır. Nasrin ve ark. (2020)'da limon meyvelerinde 18 günlük raf ömrü kontrollerinde meyve suyu pH değerinin arttığını saptamışlardır. Doğal depolarda muhafaza süresince de 'Owari Satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömrü üresince pH değerinde artışlar olduğu saptanmıştır (Zan & Özdemir, 2022).

Muhafaza sırasında limon meyvelerinin başlangıçta ortalama %7.42 olan SÇKM miktarı, artış ve azalış göstermiş, 8. ay muhafaza sonunda %8.64'e ulaşmıştır. Muhafaza ve raf ömrü sırasında sarılı ve dökme olarak paketlenmenin SÇKM miktarına etkileri istatistiki olarak benzer olmuştur. Raf ömrü kontrollerinin başlangıcında %7.72 olan SÇKM miktarı, 8. ay + 7. günde artış göstererek %8.41 olmuştur (Çizelge 2). Turunçgillerde daha önce yapılan çalışmalarda da bizim yaptığımız çalışmalarla benzer şekilde başlangıca göre depolama süresince dalgalanmalar göstererek depolama sonunda SÇKM değerlerinde artışlar olduğu tespit edilmiştir. Pekmezci ve ark. (1989) doğal soğutmalı depolamada süre uzadıkça SÇKM miktarında dalgalanmalar olduğunu bildirmişler ve 8 aylık depolama sonunda, doğal soğutmalı depoda SÇKM miktarını %8.01–9.24 arasında, soğuk hava deposunda %8.66–9.13 arasında değiştiğini saptamışlardır. Atan (2019) SÇKM miktarının %9.73-11.71 arasında değiştiğini saptamıştır. Nasrin ve ark. (2020) 18 günlük raf ömrü sonunda SÇKM miktarının %5.80-7.70 arasında değiştiğini saptamışlardır. Doğal depolarda 'Owari satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömrü süresince SÇKM miktarında artışlar olduğu bildirilmiştir (Zan & Özdemir, 2022). 'Owari Satsuma' mandarinlerinin doğal depolarda ve soğukta depolanmasında SÇKM miktarının ambalajlı meyvelerde ambalajsız meyvelerden daha düşük bulunmuştur (Nural, 2019).

'Alata' limonlarının TA miktarı muhafazanın başlangıcında %9.19 iken, depolama sonunda %5.75 olmuştur. Depolamada en düşük TA miktarı dökme olarak paketlenen meyvelerde (%7.26) olurken, en yüksek TA miktarı sarılı olarak paketlenen meyvelerde (%7.39) saptanmıştır. Raf ömrü kontrollerinde başlangıçta ortalama %9.26 olan TA miktarı, 8. ay + 7. günde %5.59 olmuştur. Raf ömrü süresince sarılı ve dökme olarak paketlenmenin TA miktarına etkileri istatistiki olarak benzer olmuştur (Çizelge 2). Daha önce turunçgillerde benzer şekilde yapılan çalışmalarda depolama ve raf ömrü süresince TA miktarının bizim çalışmamızdaki gibi düzenli olarak düştüğü tespit edilmiştir.

Pekmezci (1981) 'Kütdiken' limon meyvelerinin doğal soğutmalı depolarda muhafazası sırasında TA miktarlarında azalmalar saptamıştır. Pekmezci ve ark. (1989) doğal soğutmalı depolarda muhafaza süresi uzadıkça TA miktarında azalışlar saptamış, doğal soğutmalı depoda TA miktarını %8.97–4.04 arasında değiştiğini saptamışlardır. Canan (2004) 'Kütdiken' limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafazası sırasında TA miktarını birinci çalışma yılında %9.42-6.82 arasında, ikinci çalışma yılında %6.57-4.39 arasında saptamıştır. Atan (2019), kontrol grubunda başlangıçta %6.72 olan TA miktarının 20. günde %5.34 olduğunu saptamıştır. Çıldır (2019) soğukta muhafaza süresince ortalama değerlere göre TA miktarı başlangıçta %7.29'iken, 6. ayın sonunda %6.55 olarak saptamıştır. Nasrin ve ark. (2020) başlangıçta TA miktarının %6.68 olduğunu ve 18 günlük raf ömrü sonunda %5.32'e düştüğünü bildirmişlerdir. Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda 'Owari Satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömrü süresince TA içeriklerinde azalmalar saptamışlardır.

'Alata' limon çeşidinde C vitamini içeriği depolamanın başlangıcında 32.83 mg / 100 mL iken, depolama süresince bu değerde dalgalanmalar olmuş, 8. ay muhafaza sonunda C vitamini içeriği artarak 44.26 mg / 100 mL olarak tespit edilmiştir. Raf ömrü kontrollerinde başlangıçta C vitamini içeriği 36.35 mg / 100 mL iken, 8. ay + 7. gün sonunda 42.90 mg / 100 mL olarak saptanmıştır. Muhafaza ve raf ömrü sırasında sarılı ve dökme olarak paketlenen C vitamini içeriğine etkileri istatistiki açıdan benzer olmuştur (Çizelge 2). Daha önce limon muhafazası konusunda yapılan çalışmalarda depolama ve raf ömrü kontrolleri sırasında tespit edilen C vitamini içeriği değerleri genel olarak çalışmamızda elde edilen değerlere yakın bulunmuştur. Pekmezci (1981) 'Kütdiken' limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafazası sırasında C vitamini içeriklerinin 40.00–55.00 mg / 100 mL arasında değiştiğini saptamıştır. Kaşka ve Pekmezci (1984) 'Molla Mehmet' limon çeşidinin muhafazasında C vitamini miktarında önemli sayılabilecek artışlar saptamışlardır. Pekmezci ve ark. (1989), 'Kütdiken' limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazası sırasında C vitamini miktarının ortalama 46.97–54.77 mg / 100 mL arasında değiştiğini saptamışlardır. Sun ve ark. (2019), 'Eureka' limon meyvelerinin, üç farklı olgunluk (yeşil, yeşil-sarı ve sarı aşamalar) aşamasında C vitamini miktarının 30. günde 64.16 mg / 100 mL, 90. günde 65.73 mg / 100 mL olarak saptamışlardır. Bulgularımızdan farklı olarak, Atan (2019) C vitamini miktarında depolama süresince azalış gösterdiğini saptamıştır. Nasrin ve ark. (2020) 18 günlük raf ömrü sonunda C vitamini miktarının azaldığını saptamışlar, kontrol limon meyvelerinin başlangıçta C vitamini miktarı 29.40 mg / 100 mL olurken, 18 günlük raf ömrü sonunda 18.80 mg / 100 mL'ye düştüğü belirlenmiştir. Meyve ve sebzelerdeki C vitamini içeriği genotipik farklılıklar, hasat öncesi iklim koşulları ve kültürel uygulamalar, olgunluk ve hasat yöntemleri ve hasat sonrası işleme prosedürleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Lee & Kader, 2000). Hasat sonrası meyve ve sebzelerin C vitamininin korunmasında sıcaklık yönetimi en önemli husustur, kayıplar daha yüksek sıcaklıklarda ve daha uzun depolama sürelerinde hızlanır. Sonuç olarak, kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde; 'Alata' çekirdeksiz limon çeşidi meyvelerinin doğal soğutmalı depoda muhafazası sırasında, ambalajsız meyvelerde ağırlık kayıpları ambalajlı meyvelerden daha yüksek bulunmuştur. Depolama ve raf ömrü süresince, dökme ve sarılı ambalajlı paketlenen fungal ve fizyolojik nedenli bozulmalar üzerine etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır. Raf ömrü sırasında, fungal ve fizyolojik nedenli bozulan meyveye rastlanmamıştır. Muhafaza sırasında, dökme olarak paketlenenlere usare miktarının sarılı olanlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Sarılı olarak paketlenen meyvelerde TA miktarının dökme olarak paketlenenlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak 'Alata' çekirdeksiz limon çeşidi meyvelerinin doğal soğutmalı depolarda kalitelerini koruyarak 4–5 ay süreyle başarılı olarak depolanabileceği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Zafer KARAŞAHİN'in Doktora tezinin bir kısmını oluşturmakta olup, TAGEM (Proje No: TAGEM/BBAD/A/20/A1/P5/2351) tarafından desteklenmiş ve Alata Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsü-Erdemli/Mersin'de yapılmıştır. Yazarlar, TAGEM ve Alata Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederler.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- AKİB (2024). Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği 2022/2023 Ocak- Aralık Dönemi Yaş meyve sebze sektörü Türkiye geneli değerlendirme raporu, <https://www.akib.org.tr> (Erişim tarihi: 03.03.2024).
- Atan, M. (2019). Limonlarda breatheway membran teknolojisinin kaliteye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale, 43 s.
- Canan, İ. (2004). Mersin ili yaylalarında açılan doğal depoların limon muhafazasında kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 128 s.
- Canan, İ., Açar, T., & Gündoğdu, M. (2015). Türkiye’de limon üretim bölgesine yakın yerlerde kullanılan doğal depoların mevcut durumu ile sıcaklık ve nem durumlarının araştırılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 1 (2), 66-77.
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda analizleri*. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları (657 s.)
- Çıldır, N. (2019). Limonda farklı kimyasal uygulamaların muhafaza üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 61 s.
- FAO (2024). Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Crops and livestock products (Lemon and Limes), www.fao.org/faostat (Erişim tarihi: 01.03.2024).
- Gülşen, O., & Uzun, A. (2011). Turunçgil araştırmalarında biyoteknoloji çalışmaları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 68-76.
- Gürgen, Ö., & Pekmezci, M. (1984). İtalyan limonunun muhafazası üzerine değişik depo koşullarının etkisi. *Türkiye’de Bahçe Ürünlerinin Depolanması ve Pazara Hazırlanması Simpozyumu, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe laboratuvarı ve Ofset Tesisleri*.
- Kafa, G., Uzun, A., Turgutoğlu, E., Canan, İ., Öztop, A., & Canıhoş, E. (2010). Turunçgil Yetiştiriciliği. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Televizyon Yoluyla Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi (YAYÇEP), Ankara, 208 s.
- Karamustafaoğlu, İ. (2008). Turunçgillerde hasat sonrası fungal hastalıkların bahçe ve paketlenme evi evrelerinde önlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 71 s.
- Kaşka, N., & Pekmezci, M. (1984). Elma ve limonların Nevşehir yöresinde geliştirilen adi depolarda muhafazası üzerinde bir çalışma. *Türkiye’de Bahçe Ürünlerinin Depolanması ve Pazara Hazırlanması Simpozyumu, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe laboratuvarı ve Ofset Tesisleri*.
- Lee, S.K., & Kader, A.A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 207-220.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective colour measurement. *HortScience*, 27, 1254-1255.



- Nasrin, T.A.A., Rahman, A., Arfin, M.S., Nazrul Islam, N., & Ullah, A. (2020). Effect of novel coconut oil and beeswax edible coating on postharvest quality of lemon at ambient storage. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100019. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100019>.
- Nural, N., Özdemir, A.E., & Çandır, E. (2016). Samandağ (Hatay) yöresinde doğal ve soğutmalı depoculuğun mevcut durumu ve sorunları. *Meyve Bilimi Özel sayı*, 1, 62-66.
- Nural, N. (2019). Samandağ (Hatay) yöresinde yetiştirilen 'Owari Satsuma' mandarininin doğal soğutmalı ve soğuk hava depolarında muhafazası. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 109 s.
- Özkaya, O. (2001). Doğu Akdeniz bölgesinden selekte edilmiş tuzcu turunc klon anaçlarının Kütdiken limonlarının muhafaza üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 72 s.
- Özdemir, A.E., Uzun, C., Borazan, S., & Kaplankıran, M. (2023). Carrizo sitranjı ve Turunc anaçları üzerinde yetiştirilen 'Ortanique' tangor meyvelerinin soğukta muhafazasına farklı paketlemelerin etkileri. *Recep Tayyip Erdogan University Journal of Science and Engineering*, 4 (1), 19-29. <https://doi.org/10.53501/rteufemud.1209064>.
- Palou, L., Valencia-Chamorro, S.A., & Pérez-Gago, M.B. (2015). Antifungal edible coatings for fresh citrus fruit: A review. *Coatings*, 5 (4), 962-986. <https://doi.org/10.3390/coatings5040962>
- Pekmezci, M. (1981). Kütdiken limonun muhafazası üzerine araştırmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu TOAG ABBAÜ-8.
- Pekmezci, M., Kaşka, N., & Gürgen, Ö. (1989). Ürgüp yöresindeki volkanik tüf kayalarında açılan adi muhafaza depolarında limon muhafaza olanaklarının geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. *Doğa TU. Tar. Ve Or. DC*, 13 (1), 89-106.
- Sadler, G.O. (1994). *Titrateable acidity*, chapter 6 (Nielsen, S.S., Editör). *Introduction to the Chemical Analysis of Foods*. Jones and Bartlett Publishers Borton (s. 81-91).
- Sun, Y., Singh, Z., Tokala, V.Y., & Heather, B. (2019). Harvest maturity stage and cold storage period influence lemon fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 249, 322-328. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.056>.
- Toker, S., Kurt, Ş., Canıhoş, Y., Erkilic, A., & Biçici, M. (1995). limonlarda hasat sonrası mavi ve yeşil küf çürüklüklerine karşı imazalil ile daldırma uygulamalarının etkinliği. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 3-6 Ekim 1995, Adana, Cilt I, Meyve; 576-580.
- Toker, S., & Biçici, M. (1996). Turunçgil meyvelerinde görülen hasat sonrası hastalıklara bazı fungusit ve depolama uygulamalarının etkisi. *Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 20, 73-83.
- Toker, S., & Biçici, M. (2001). Doğu Akdeniz Turunçgillerinde *Penicillium digitatum* Sacc. ve *P. italicum* Wehm. izolatlarının fungusitlere direnç durumları. *Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi*, 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ.
- Toker, S., & Biçici, M. (2005). Fungusitlere dirençli ve dirençsiz *Penicillium italicum* Wehm. ve *Penicillium digitatum* Sacc. izolatlarına karşı bazı bitki ekstraktları ve yağların etkinlikleri. *III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 6-9 Eylül 2005, MKÜ, Antakya-Hatay, 307-314.
- Topçu, N. (2020). Bazı limon (*Citrus Lemon* L.) çeşitlerinin kalitesi üzerine farklı hasat sonrası uygulamalarının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 57 s.
- Uzun, C. (2019). 'Ortanique' tangor çeşidinin soğukta muhafazası üzerine farklı anaçların etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 108 s.
- Uzun, A., Gülşen, O., Kafa, G., & Seday, Ü. (2008). 'Alata', 'Gülşen', ve 'Uzun' seedless limons and 'Eylül' early-maturing Limon. *Hortscience*, 43 (6), 1920-1921. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.6.1920>.
- Zan, R., & Özdemir, A.E. (2022). Kitosan ve mum uygulamalarının 'Owari Satsuma' mandarininin doğal soğutmalı ve soğuk hava depolarında muhafazasına etkisi. *Alatarım*, 21 (2), 67-78.

The effect of Rhizobium, Azotobacter and microbial consortium (Rhizobium/Azotobacter) on some growth parameters and nodulation of chickpeas (*Cicer arietinum* L.)

Rhizobium, Azotobakter ve mikrobiyal konsorsiyumun (Rhizobium/Azotobakter) nohutta (*Cicer arietinum* L.) bazı büyüme parametreleri ve nodulasyon üzerine etkisi

Ummahan ÇETİN KARACA¹, Fırat UZUN¹, Mahmoud NAZZAL¹, Ömer Faruk ÖZTÜRK¹

¹Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Konya, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 08.05.2024 Accepted / Kabul: 14.07.2024</p> <p>Keywords: Inoculation Azotobacter Chickpea Rhizobium Yield components</p> <p>Anahtar Kelimeler: Aşılama Azotobakter Nohut Rhizobium Verim unsurları</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ummahan ÇETİN KARACA ucetin@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. © 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>The adoption of microbial fertilizers such as rhizobium and azotobacter can reduce the requirement for chemical fertilizers and their negative impact on the environment. Overuse of chemical fertilizers to increase productivity has been shown to increase costs, reduce the microorganism population of the soil, and cause serious human and animal health problems by accumulating in plants and entering groundwater. For this purpose, a greenhouse experiment was conducted under controlled conditions with treatments of control, nitrogenous control, rhizobium, azotobacter, and the rhizobium/azotobacter consortium. Seeds inoculated with bacteria were planted on media containing sterile sand + perlite. Plants were harvested at 50% flowering, and some yield and yield components were determined. Inoculation of chickpea seeds with rhizobium, azotobacter, and rhizobium/azotobacter combinations of bacteria had different effects, and these differences were found to be statistically significant. In the experiment, rhizobium/azotobacter treatments were effective on the wet and dry weight of plant upper parts, the number of nodules, the weight of nodules, the nitrogen content of plant upper parts, and the nitrogen content of the root of the chickpea plant. In addition, rhizobium inoculation was effective on the plant's upper part and root length, and azotobacter inoculation was effective on the wet and dry weight of chickpea roots.</p> <p>ÖZET</p> <p>Rhizobium ve azotobakter gibi mikrobiyal gübrelerin kullanımı, kimyasal gübrelere olan ihtiyacı ve olumsuz çevresel etkileri azaltılabilir. Verimliliği artırmak için gereğinden fazla kullanılan kimyasal gübrelemenin ekonomik olmadığı, toprağın mikroorganizma popülasyonunu olumsuz olarak etkilediği, ayrıca bitkilerde depolanarak ve yeraltı sularına karışarak insan ve hayvan sağlığı açısından ciddi sorunlara sebep olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla araştırmada; kontrol, azotlu kontrol, rhizobium, azotobakter ve rhizobium/azotobakter'in konsorsiyum uygulamaları ile kontrollü şartlarda sera denemesi kurulmuştur. Bakterilerle aşılanan tohumlar, steril kum+perlit içeren ortamlara ekilmiştir. Bitkiler çiçeklenmenin %50'sini geçtiği dönemde hasat edilmiş ve bazı verim ve verim unsurları ölçülmüştür. Nohut bitkisinin tohumlarına rhizobium, azotobakter ve rhizobium/azotobakter kombine bakterilerinin aşılanması etkileri üzerine farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Denemede nohut bitkisinin bitki üst aksam yaş ve kuru ağırlık, nodül sayısı, nodül ağırlığı, bitki üst aksam azot ve kökte azot içeriğine rhizobium/azotobakter kombine aşılması etkili olmuştur. Bunun yanı sıra bitki üst aksam ve kök uzunluğuna rhizobium aşılması, nohut bitkisinin kök yaş ve kuru ağırlığına ise azotobakter aşılmasının etkili olduğu belirlenmiştir.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Çetin Karaca, U., Uzun, F., Nazzal, M., & Öztürk, Ö.F. (2024). The effect of Rhizobium, Azotobacter and microbial consortium (Rhizobium/Azotobacter) on some growth parameters and nodulation of chickpeas (<i>Cicer arietinum</i> L.). <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 735-745. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1480633</p>

INTRODUCTION

Nowadays, nitrogen (N) fertilizers play a crucial role in crop production and are considered the primary external inputs to improve production from agriculture. Nevertheless, nitrogen fertilizers substantially contribute to environmental contamination and can profoundly affect all living organisms (Verma et al., 2014). Hence, it is necessary to give precedence to advancing new developing methodologies that are both ecologically and financially sustainable. Rana et al., (2012) suggest that utilizing azotobacter as a biofertilizer is crucial for enhancing the nutrient composition of plants and soil, increasing crop yields, and protecting the environment. Moreover, applying azotobacter bacteria significantly enhanced maize grain production, with an increase of up to 35% compared to plants not treated with the bacteria (Bandhu & Parbati, 2013). In 2009, İşler and Çoşkan discovered that adding different types of bacteria to soybeans, such as a control, seed inoculation, upper inoculation, upper inoculation twice, pulverized inoculation on the seed bed, and inoculation with peat, all worked to improve nitrogen fixation. These techniques can be successfully implemented in practical applications. In a study conducted by Rodelas et al., in 1999, it was found that a combination of Z25 *Rhizobium Leguminosarium* with five different strains of *Azotobacter chroococcum* or *Azotobacter vinelandii* had a notable impact on nodulation, plant growth, and nitrogenase activity in the roots of common bean plants during flowering. The strains *A. chroococcum* H23, *A. vinelandii* ATCC 12837, and Dv42 had a significant positive effect on dry matter accumulation and total nitrogen content in all parts of the plant that contained nodules, as well as promoting plant growth. Their report revealed a strong correlation between the impact of each nitrogenobacter strain and the number of living cells used as inoculum. In 2014, Andjelkovic et al., conducted a study that investigated the impact of preplant inoculation with individual and mixed cultures of rhizobium (*Rhizobium meliloti*), azotobacter (*Azotobacter chroococcum*), and actinomycete (*Streptomyces* spp.) on the growth parameters of alfalfa plants. The studied parameters showed that the interaction between the cultivar and inoculation had a beneficial impact compared to the control. When Rodelas et al., (1999b) inoculated common bean plants with different combinations of rhizobium/azospirillum and rhizobium/azotobacter, they observed significant differences in the distribution, concentration, and total content of macro- and microelements compared to plants inoculated with rhizobium alone. The selection of azotobacter and azospirillum strains for combination inoculation showed significant differences in their effects. The study (2007-2008) aimed to investigate the effects of inoculation with *Rhizobium leguminosarium* (Rh), *Azotobacter chroococcum* (AZ1), and *Bacillus megaterium* var *phosphaticum* (BM3) on various aspects of dry bean plants. These aspects included nodulation, nitrogen fixation, rhizosphere microbial population, NPK content, yield, and pod quality. The study focused specifically on two dry bean varieties, Bronco and Paulista, and used a dosage of chemical NPK fertilizer that was 25% below the recommended amount. The results showed that the application of a combination of biofertilizers had an important effect on growth parameters, nodulation, and N₂ fixation of dry beans (Gharib et al., 2015). In 1983, Iruthayathas et al., conducted a study to investigate the effects of combination inoculation of different strains of rhizobium and azospirillum on winged bean and soybean growth under hot and tropical conditions. Some combinations of these bacteria resulted in significant enhancements in nodulation, N₂ fixation, shoot dry matter production, and N reception. The result of the combined inoculation was primarily determined by the genotypes of these bacteria. Dashadi et al., (2011) evaluated the impact of adding natural *Rhizobium leguminosarium* F46 and *Azotobacter chroococcom* AGO11 strains in combination with nitrogen fertilizer on the growth and growth indexes of common bean plants in the presence of water stress conditions. Results demonstrated that the combined application of rhizobium and azotobacter resulted in significant improvements in various growth parameters, including the number of nodules, nodulation, total nitrogen content, relative water content, root dry weight, average day germination, and day germination rate. The combined addition of rhizobium and azotobacter bacteria enhanced the absorption of water and nutrients in the presence of limited water availability, thereby reducing the impact of water restriction. Ibrahim et al., (2022) conducted a study to investigate

the impact of co-inoculation with *Azotobacter chroococcum* and *Rhizobium leguminosarium* on the growth, yield, and quality parameters of pea plants. The study included evaluating the effects before planting and after emergence. Compared to plants only inoculated with rhizobium, the addition of *A. chroococcum* and *R. leguminosarium* significantly improved plant biomass, nutrient absorption, and the concentration of leaf photosynthetic pigments. Additionally, adding *A. chroococcum* led to better nodulation values, such as more nodules, larger nodules, and higher dry weight nodules, as well as higher nitrogenase enzyme activity compared to plants in the control group. Furthermore, the co-inoculation with *A. chroococcum* resulted in a significant increase in seed production and improved the levels of ascorbic acid, protein, and carbohydrates in the seeds. This study evaluated the effect of rhizobium, azotobacter, and their combined application on the yield components and nodulation values of chickpea plants in controlled conditions.

MATERIALS and METHODS

A 1:1 mixture of sand + perlite was used as the medium in the study. The sand provided for the experiment was washed and sterilized in an autoclave at 121°C under 1 atm pressure for 120 minutes and then used. Similarly, we sterilized the perlite in the environment before use. The experiment used brown pots with a capacity of 2 L. The pots were sanitized before use.

Biological fertilizers used in the experiment

Azotobacter spp.: Obtained from a company that produces organic fertilizer.

Mesorhizobium cicer: The *Mesorhizobium cicer* used in the study was obtained from the biological laboratories of the Ankara Soil, Fertilizer, and Water Resources Central Research Institute.

Establishment of the experiment

The Azkan chickpea variety, which was registered by the Geçit Kuşuğu Agricultural Research Institute in 2009, was used in the study. The study was conducted in a computer-controlled greenhouse (temperature was maintained at 25±3°C, solar radiation at 1750±50 kcal m⁻², and relative humidity at 60±10% during the experiment) according to the completely randomized design with 4 replications. Sterilized sand and perlite were added to the disinfected pots in a ratio of 1:1 by volume. In the study, rhizobium bacteria isolated from peat culture were propagated on yeast mannitol agar (YMA) medium and then grown on a liquid growth medium (YMB) (Somasegaran and Hoben 1994). After the bacterial concentration was adjusted to 1x10⁸ CFU/mL, the seeds were inoculated. We obtained *Azotobacter* in a liquid growth medium and adjusted its concentration to 1x10⁸ CFU/ml. The inoculated seeds were planted, and the greenhouse experiment was established under controlled conditions. The Jensen nutrient solution was used in the study (Vincent 1970). Once we prepared the nutrient solution, we added 1 ml of each of the microelement solutions per liter. We diluted the prepared nutrient solution to 1/5 before using it. The pots were watered with the nutrient solution prepared according to the macro- and micronutrient needs of the plants until the end of the experiment. The plants were harvested after 50% of the flowering period, and some measurements were made on the plants.

Table 1. Content of the nutrient solution used in the experiment

Çizelge 1. Denemede kullanılan besin solüsyonunun içeriği

Nutrient solution (L)		Micro element solutions	
KNO ₃	0.5 g	500 mgkg ⁻¹ B	H ₃ BO
CaHPO ₄	1.0 g	500 mgkg ⁻¹ Mn	MnSO ₄
K ₂ HPO ₄	0.2 g	50 mgkg ⁻¹ Zn	ZnCl ₂
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.2 g	50 mgkg ⁻¹ Mo	MoO ₃
NaCl	0.2 g	20 mgkg ⁻¹ Cu	CuSO ₄ .5H ₂ O
FeCl ₃	0.1 g		

Statistical analyses

The data obtained from the greenhouse experiment, which was established with 4 replicates according to the completely randomized design, were subjected to analysis of variance according to the Minitab 19 statistical program. Significant treatments according to the F test were grouped in the Duncan multiple comparison test.

RESULTS and DISCUSSIONS

According to the results of the analysis of variance performed on the data related to the parameters measured in Azkan chickpea plants, it was determined that the differences between the control, nitrogen control, rhizobium, azotobacter, and rhizobium x azotobacter combined treatments were statistically significant (Table 1). The differences in the lengths of the plant tops and roots between the treatments were found to be statistically significant ($p < 0.01$). The highest aerial parts and root lengths were found in the rhizobium treatment. The rhizobium bacteria inside the nodule provide the nitrogen necessary for the plant, and the plant provides the bacteria with the glucose and energy that they need to fix the free nitrogen in the atmosphere. Nitrogen, which supports plant growth, is an essential nutrient for plant physiology. Plants use a significant amount of nitrogen during the developmental period. Nitrogen supports the development of roots, leaves, stems, branches, shoots, and fruits. In addition to these benefits, nitrogen also enhances flowering (Kacar and Katkat, 2007). The lowest aerial parts and root lengths were recorded in the control treatment. The root lengths of Azkan chickpea plants varied between 24-31.33 cm (Figure 1; Table 1).

In analyzing the values of plant top length, it was found that single and combined bacterial treatments had higher values than the control and nitrogen control treatments. In general, a consortium of microorganisms can potentially perform better than the inoculation of single strains of microorganisms. A microbial consortium can significantly improve crop and soil productivity under extreme stress conditions compared to single-species inoculants (Behera et al. 2021). It was found that rhizobium and rhizobium x azotobacter combined inoculations obtained higher values than the data obtained from the nitrogen control application on the upper limb length of chickpea plants. Azotobacteria have the ability to convert atmospheric nitrogen in the soil into a form that plants can easily absorb, therefore providing a natural nitrogen fertilizer. Furthermore, these bacteria naturally create hormones that promote root growth. Herridge et al. (2008) noticed that applying effective rhizobia to legumes with inoculation can enhance legume yield and yield components while also preserving soil health. Moreover, environmentally friendly practices used to improve N fixation resulted in increased shoot growth, pod number, and pod grain yield (Siczek & Lipiec, 2016). Meral et al., (1998) investigated the effects of bacterial inoculation and different nitrogen doses on some yield components in chickpea plants. They found that there was no nodulation, root weight, plant height, plant weight, number of fruits in the plant, or grain weight increase in treatments without bacterial

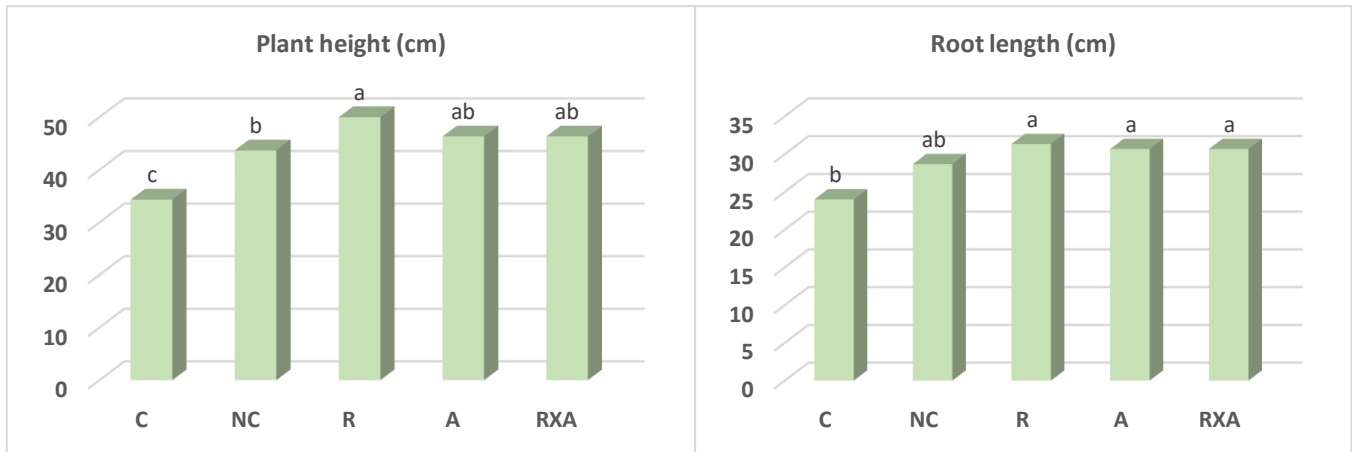


Figure 1. Effects of Rhizobium, Azotobacter, and Rhizobium x Azotobacter combined inoculations on plant upper parts and root length ($p < 0.01$) (C: Control, NC: Nitrogenous control, R: Rhizobium, A: Azotobacter)

Şekil 1. Rhizobium, Azotobacter ve Rhizobium x Azotobacter kombine aşılımlarının bitkinin üst aksam ve kök uzunluğu üzerine etkileri ($p < 0.01$) (C: Kontrol, NC: Azotlu kontrol, R: Rhizobium, A: Azotobakter)

inoculation. Andjelkovic et al., (2014) investigated the effects of pre-sowing inoculation with individual and combined cultures of rhizobium (*R. meliloti*), nitrogenobacter (*A. chroococcum*), and actinomycete (*Streptomyces* spp.) on the growth parameters of alfalfa plants. For the parameters tested, the interaction between cultivar and inoculation resulted in a positive effect compared to the control. The highest plant height was obtained in the Synteza 1 cultivar using an inoculum containing all varieties of microorganisms. The highest values for root and green mass per plant were obtained in the K-28 cultivar using this microbial inoculum. The highest values for root mass were obtained in this cultivar (K-28) using combined cultures of rhizobium and actinomycetes.

This study found that adding rhizobium or rhizobium x azotobacter together had statistically significant effects ($p < 0.01$) when compared to the control treatments. It was determined that the wet weight of the upper parts of chickpea plants varied between 5.17 and 7.98 g (Figure 2; Table 1). The dry weights of the upper parts of chickpea plants varied between 0.65 and 1.26 g (Figure 2; Table 1).

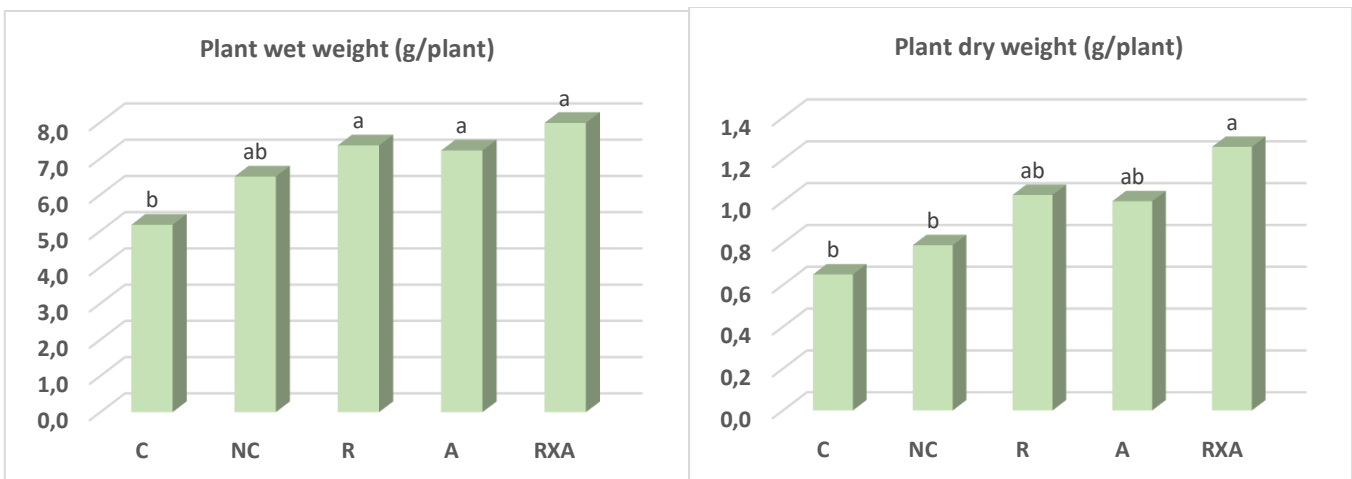


Figure 2. Effects of Rhizobium, Azotobacter, and Rhizobium x Azotobacter combined inoculations on the wet and dry weight of plant upper parts ($p < 0.01$) (C: Control, NC: Nitrogenous control, R: Rhizobium, A: Azotobacter)

Şekil 2. Rhizobium, Azotobacter ve Rhizobium x Azotobacter kombine aşılımlarının bitkinin üst kısımlarının yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkileri ($p < 0.01$) (C: Kontrol, NC: Azotlu kontrol, R: Rhizobium, A: Azotobakter)

Therefore, the use of a consortium of bacteria with different beneficial characteristics and microbial metabolites with different biological potencies can offer a simple and inexpensive sustainable strategy to improve plant performance, quality, and yield (Ju et. al. 2019). Plants inoculated with rhizobium x azotobacter combined bacteria yielded the highest wet and dry weights of their upper parts, while the control treatment yielded the lowest wet and dry weights. The plants that grew from seeds that were inoculated with rhizobium and rhizobium x azotobacter bacteria together had higher wet weights than the nitrogen control group. They studied the effect of inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and rhizobium on the yield and yield components of bean cultivars under field conditions for two consecutive years. The rhizobium strain inoculation resulted in a significant variation in plant growth. PGPR inoculated significantly increased the number of pods per plant, number of seeds in pods, 100-grain weight, seed weight per plant, seed yield and protein content, and total dry matter content in R6 (Yadegari & Rahmani, 2010).

According to the research data, it was determined that the effects of control, nitrogenous control, rhizobium, azotobacter, and rhizobium x azotobacter combined inoculations on chickpea plants' root wet and dry weights were statistically significant ($p < 0.01$). The Azkan variety chickpea plants' root wet weights ranged from 2.99 to 7.21 g (Figure 3; Table 1). The plants inoculated with azotobacter isolate yielded the highest root wet and dry weights, while the control treatment yielded the lowest wet and dry weights. Among the treatments, the root dry weights of plants of the chickpea variety Azkan ranged from 0.21 to 0.51 g. The plants obtained from seeds inoculated with rhizobium bacteria had the highest root dry weight (0.43 g) (Figure 3; Table 1).

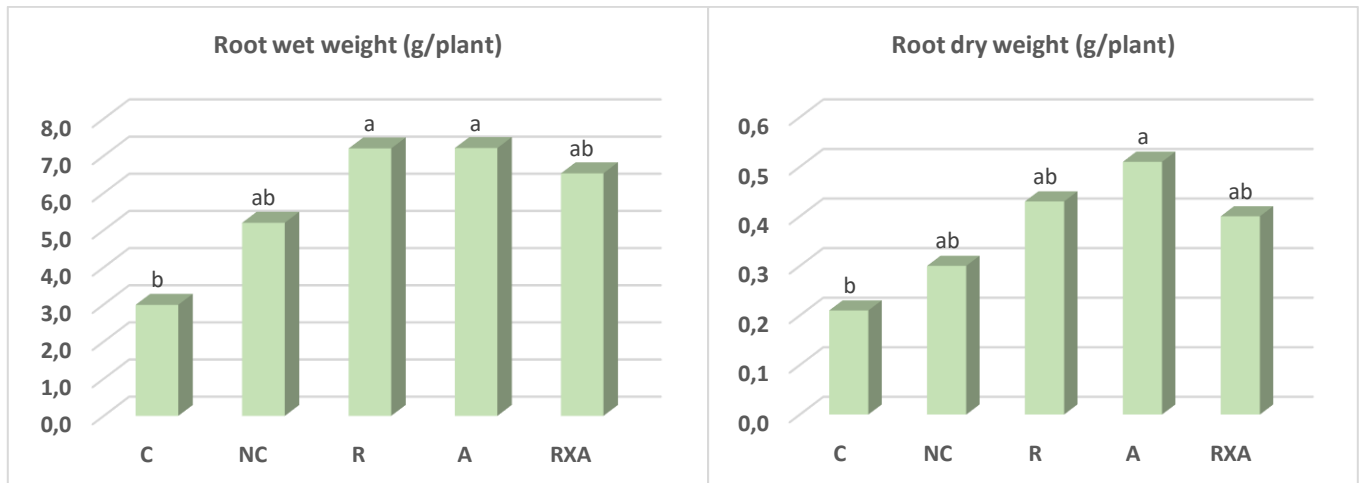


Figure 3. Effects of Rhizobium, Azotobacter, and Rhizobium x Azotobacter combined inoculations on plant root wet and dry weight ($p < 0.01$) (C: Control, NC: Nitrogenous control, R: Rhizobium, A: Azotobacter)

Şekil 3. Rhizobium, Azotobacter ve Rhizobium x Azotobacter kombine aşılamalarının bitki kökünün ıslak ve kuru ağırlığı üzerine etkileri ($p < 0.01$) (C: Kontrol, NC: Azotlu kontrol, R: Rhizobium, A: Azotobakter)

Examining the dry weights of the plants from seeds inoculated with rhizobium and rhizobium x azotobacter combined bacteria revealed higher values than in the nitrogen control group. Several studies indicate that, overall, a microbial consortium is more effective at performing functions than individual strains. Ju et al., 2019 found that bacterial consortiums enhance beneficial characteristics in plants by providing a variety of promotion mechanisms for plant growth, compared to individual strains and biological control mechanisms. Utilizing this consortium is an appropriate strategy to improve drought conditions (Joshi et. al. 2020), reduce salinity (Nawaz et. al. 2020), enhance nutrient absorption (Rana et. al. 2012), and manage pests and plant diseases in crops (Rodriguez et. al. 2019). It was found by İşler and Çoşkan (2009) that different ways of adding bacteria (control, seed inoculation, upper inoculation, upper inoculation twice, pulverized inoculation on the seedbed, and inoculation with peat) increased

nitrogen fixation in soybeans and that these methods could be used in real life. In a study, Andjelkovic et al., (2014) discovered that pre plant inoculation with single and combined cultures of rhizobium (*R. meliloti*), azotobacter (*A. chroococcum*), and actinomycetes (*Streptomyces* spp.) had a positive effect on growth parameters (height, number of stems, and plant weight) of alfalfa plants when comparing the interaction between variety and inoculation with the control.

They studied the effects of inoculation with natural strains of *R. leguminosarum* F46 and *A. chroococcom* AGO11 and nitrogen fertilizer on the growth and growth indices of common bean plants under water stress conditions. The results showed that inoculation alone and co-inoculation of rhizobium and azotobacter increased most of the growth indices, such as the number of nodules, nodulation, total nitrogen content, relative water content, root dry weight, mean day germination, and day germination rate. Co-inoculation of rhizobium and azotobacter increased water and nutrient uptake under water stress conditions, thus alleviating the effect of water shortages (Dashadi et al., 2011).

The different treatments (control, nitrogenous control, rhizobium, azotobacter, and rhizobium x azotobacter) had a statistically significant ($p < 0.01$) effect on the number and weight of nodules in chickpea plants grown in a controlled greenhouse. Plants inoculated with a combination of rhizobium and azotobacter bacteria showed the highest number of nodules, ranging from 0 to 38 (Figure 4; Table 1). The control, nitrogen control, and azotobacter treatments all had zero nodules, indicating the lowest count across all treatments. The nodules' weights varied between 0 and 0.59 g across the different treatments. The nodules in the root of the plants inoculated with a combination of rhizobium and azotobacter had the maximum weight, measuring 0.59 g (Figure 4; Table 1). The control, nitrogenous control, and azotobacter treatments all had nodules weighing 0 g, which was the lowest observed weight.

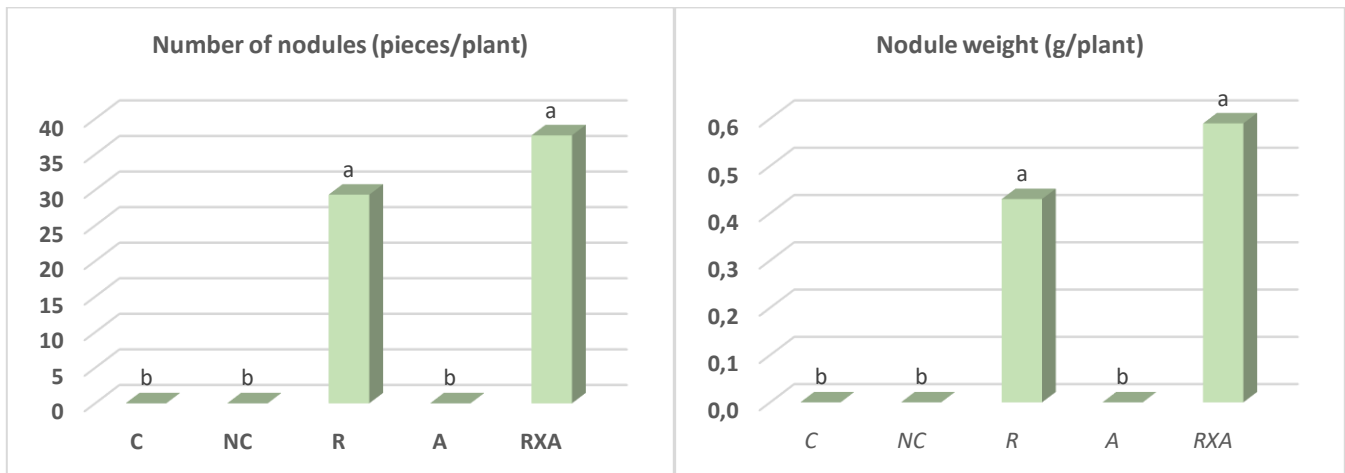


Figure 4. Effects of Rhizobium, Azotobacter, and Rhizobium x Azotobacter combined inoculations on nodule number (pcs/plant) and nodule weights ($p < 0.01$) (C:Control, NC: Nitrogenous control, R: Rhizobium, A: Azotobacter)

Şekil 4. Rhizobium, Azotobacter ve Rhizobium x Azotobacter kombine aşılamaalarının nodül sayısı (adet/bitki) ve nodül ağırlıkları üzerine etkileri ($p < 0.01$) (C: Kontrol, NC: Azotlu kontrol, R: Rhizobium, A: Azotobakter)

Rodelas et al., (1999a) showed that using a mix of biofertilizers had a big effect on the quantities of growth, nodulation, and N_2 -fixation in dry beans. Siddiqui et al., (2014) found in their study that inoculating chickpea (*Cicer arietinum*) seeds with *A. chroococcum* and an effective rhizobial strain significantly improved nodulation, root nitrogen content, and grain yield compared to non-inoculated seeds. They declared that the introduction of microorganisms to the plant can lead to the production of certain chemicals that enhance growth.

The study found that the nitrogen content in the upper parts and roots of chickpea plants changed significantly when they were treated with different types of bacteria, such as nitrogenous control, rhizobium, azotobacter, and rhizobium x azotobacter combined. The study revealed that the nitrogen levels in the upper parts of Azkan chickpea plants ranged from 2.15% to 3.84% (Figure 5; Table 1). When infected with a combination of bacteria (rhizobium x azotobacter), the upper part of the chickpea plant showed the highest nitrogen content, with a value of 3.84%. In contrast, the control treatment had the lowest nitrogen content in the upper part, determining 2.15%. Furthermore, several bacterial consortiums demonstrate the ability to perform nitrogen fixation. Microorganisms convert certain unavailable elements into easily absorbed forms, produce phytohormones, and synthesize iron chelates, all of which are crucial for maintaining soil quality and overall health. Additionally, they can decrease the negative effects associated with certain traditional, non-sustainable agriculture practices (Gosal and Kaur, 2017). The highest nitrogen content in the upper part of the plants was 3.71%, followed by the nitrogen content in the plants treated with nitrogen control. The analysis showed that the nitrogen concentration in the roots of Azkan chickpea plants ranged from 1.66% to 2.35%. The plants inoculated with a combination of rhizobium and azotobacter had the highest nitrogen content of 2.35%, whereas the control treatment exhibited the lowest nitrogen content of 1.66%.

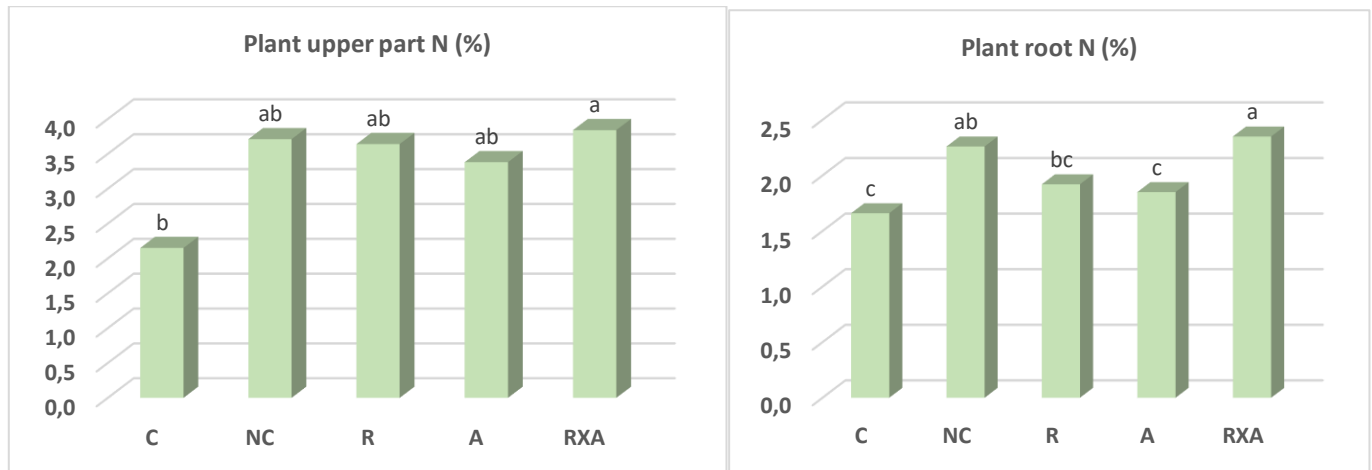


Figure 5. The effects of Rhizobium, Azotobacter, and Rhizobium x Azotobacter combined inoculations on nitrogen content in plant upper parts and root ($p < 0.01$) (C: Control, NC: Nitrogenous control, R: Rhizobium, A: Azotobacter)

Şekil 5. Rhizobium, Azotobacter ve Rhizobium x Azotobacter kombine aşılımlarının bitkinin üst kısmı ve kökteki azot içeriği üzerine etkileri ($p < 0.01$) (C: Kontrol, NC: Azotlu kontrol, R: Rhizobium, A: Azotobakter)

According to Rana et al., (2012), the use of azotobacteria as a biofertilizer is of great importance in improving the nutrient profile of plants and soil, increasing yield, and protecting the environment. Furthermore, inoculation with azotobacteria increased grain yield in maize by up to 35% compared to non-inoculated plants (Bandhu & Parbati, 2013). A study by Rodelas et al., (1999a) showed that planting broad bean seeds with Z25 *R. leguminosarium* and five different strains of *A. chroococcum* or *A. vinelandii* had a big impact on nodulation, plant growth, and the nitrogenase activity of nodulated roots during the flowering stage. Compared to plants only inoculated with rhizobium, the combination of *A. chroococcum* and *R. leguminosarum* significantly improved plant biomass, nutrient absorption, and the concentration of leaf photosynthetic pigments. Additionally, adding *A. chroococcum* led to better nodulation data, such as more nodules, larger nodules, and higher dry-weight nodules, as well as higher nitrogenase enzyme activity compared to plants in the control group. Furthermore, our results showed that there was no significant difference between the treatments administered before and after planting (Ibrahim et al., 2022).

Table 2. The effects of Rhizobium, Azotobacter, and Rhizobium x Azotobacter combined inoculations on some growth parameters and nodulation values of chickpeas plant

Çizelge 2. Rhizobium, Azotobacter ve Rhizobium x Azotobacter kombine aşılamalarının nohut bitkisinin bazı büyüme parametreleri ve nodülasyon değerleri üzerine etkileri

Applications	PH (cm)	RL (cm)	PWW (g/ plant)	PDW (g/plant)	RWW (g/plant)	RDW (g/plant)	NN (pieces /plant)	NW (g/plant)	PUN (%)	PRN (%)
Control	34.33 c	24.00 b	5.17 b	0.65 b	2.99 b	0.21 b	0.00 b	0.00 b	2.15 b	1.6 6 c
Nitrogenous control	43.67 b	28.67 ab	6.50 ab	0.79 b	5.20 ab	0.30 ab	0.00 b	0.00 b	3.71 ab	2.2 6 ab
Rhizobium	50.00 a	31.33 a	7.36 a	1.03 ab	7.20 a	0.43 ab	29.33 a	0.43 a	3.64 ab	1.9 2 bc
Azotobacter	46.33 ab	30.67 a	7.22 a	1.00 ab	7.21 a	0.51 a	0.00 b	0.00 b	3.38 ab	1.8 5 c
Rhizobiumx Azotobacter	46.33 ab	30.67 a	7.98 a	1.26 a	6.53 ab	0.40 ab	37.67 a	0.59 a	3.84 a	2.3 5 a
LSD	*	*	*	*	*	**	*	*	*	*
CV (%)	3.39	4.84	7.89	11.29	15.46	20.13	5.23	6.81	11.06	5.1 0

PH: Plant height, RL: Root length, PWW: Plant wet weight, PDW: Plant dry weight, RWW: Root wet weight, RDW: Root dry weight, NN: Number of nodules, NW: Nodule weight, PUN: Plant upper part N, PRN: Plant root N (*: $p < 0.01$ **: $p < 0.05$).

In conclusion, this controlled greenhouse study looked at how different types of bacteria (control, nitrogenous control, rhizobium, and azotobacter), as well as the use of these bacteria together, affected different parts of chickpea plants' yield and nodulation values. Compared to other control and nitrogen control treatments, applying both symbiotic and asymbiotic bacteria to seeds resulted in higher yield components and nodulation values. A microbial consortium is more effective than single-species inoculations in enhancing crop and soil fertility, especially in extreme conditions. Microbial fertilizers and worldwide consortiums are the best solutions for achieving sustainable agriculture practices. Hence, the use of microbiological fertilizers in agriculture can enhance plant growth by increasing the microbe population in the soil. Implementing microbial fertilizers will enhance the use of low-chemical fertilizers, reduce the dependence on pesticides during treatment, and improve soil productivity. In the context of plants, it has the potential to enhance plant resistance to environmental stresses and promote growth in roots, stems, and crop production. Microbial fertilizers typically do not serve as a complete substitute for chemical fertilizers. Instead, they minimize the dependence on chemicals and provide advantages to ecological agriculture. Fertilizers that contain microorganisms play a crucial role in encouraging sustainable agriculture.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors of the manuscript declare that they have no conflict of interest.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

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

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not required as this manuscript does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- Andjelković, S., Vasić, T., Lugić, Z., Babić, S., Milenković, J., Jevtić, G., & Živković, S. (2014). The influence of individual and combined inoculants on development of alfalfa on acidic soil. *Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf*, 353-357. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9044-4_48
- Bandhu, R.B., & Parbati, A. (2013). Effect of Azotobacter on growth and yield of maize. *SAARC Journal of Agriculture*, 11, 141-147. <https://doi.org/10.3329/sja.v11i2.18409>
- Behera, B., Das, T.K., Raj, R., Ghosh, S., Raza, B. Md., & Sen, S. (2021). Microbial consortia for sustaining productivity of non-legume crops: Prospects and challenges. *Agricultural Research*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s40003-020-00482-3>
- Dashadi, M., Khosravi, H., Moezzi, A., Nadian, H., Heidari, M., & Radjabi, R. (2011). Co-inoculation of rhizobium and azotobacter on growth indices of faba bean under water stress in the greenhouse condition. *Advanced Studies in Biology*, 3 (8), 373-385.
- Gharib, A.A., Shahein, M.M., & Ragab, A.A. (2015). Influence of rhizobium inoculation combined with *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* on growth, nodulation, yield and quality of two snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 53 (2), 249-261. <https://doi.org/10.21608/ASSJM.2015.109816>
- Gosal, S.K., & Kaur, J. (2017). Microbial Inoculants: A novel approach for better plant microbiome interactions. In *Probiotics in Agroecosystem*; Springer: Singapore; pp. 269-289. ISBN 9789811040597. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4059-7_14
- Herridge, D.F., Peoples, M.B., & Boddey, R.M. (2008). Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*, 311, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9668-3>
- Iruthayathas, E.E., Gunasekaran, S., & Vlassak, K. (1983). Effect of combined inoculation of azospirillum and rhizobium on nodulation and N₂-fixation of winged bean and soybean. *Scientia Horticulturae*, 20, 231-240. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(83\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0304-4238(83)90003-1)
- Ibrahim, H.M., & El Sawah, A.M. (2022). The mode of integration between azotobacter and rhizobium affect plant growth, yield, and physiological responses of pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22, 1238-1251. <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00727-2>
- İşler, E., & Coşkan, A. (2009). Farklı bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) aşılama yöntemlerinin soyada azot fiksasyonu ve tane verimine etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (4) 324-331. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001107
- Joshi, B., Chaudhary, A., Singh, H., & Kumar, P.A. (2020). Prospective evaluation of individual and consortia plant growth promoting rhizobacteria for drought stress amelioration in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant and Soil*, 457, 225-240. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04730-x>
- Ju, W., Liu, L., Fang, L., Cui, Y., Duan, C., & Wu, H. (2019). Impact of co-inoculation with plant-growth-promoting rhizobacteria and rhizobium on the biochemical responses of alfalfa-soil system in copper contaminated soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167, 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.10.016>
- Kacar, B., & Katkat, A.V. (2007). *Bitki besleme*. Nobel Yayın No:849, Üçüncü baskı, 659 s, Ankara.
- Meral, N., Çiftçi, C.Y., & Ünver, S. (1998). Bakteri aşılması ve değişik azot dozlarının nohut (*Cicer arietinum* L.)'un verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7 (1), 44-59.
- Nawaz, A., Shahbaz, M., Asadullah, Imran, A., Marghoob, M.U., Imtiaz, M., & Mubeen, F. (2020). Potential of salt tolerant PGPR in growth and yield augmentation of wheat (*Triticum aestivum* L.) under saline conditions. *Frontiers in Microbiology*, 11, 2019. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.02019>

- Rana, A., Joshi, M., Prasanna, R., Shivay, Y.S., & Nain, L. (2012). Biofortification of wheat through inoculation of plant growth promoting rhizobacteria and cyanobacteria. *European Journal of Soil Biology*, 50, 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.01.005>
- Rana, A., Saharan, B., Nain, L., Prasanna, R., & Shivay, Y.S. (2012). Enhancing micronutrient uptake and yield of wheat through bacterial PGPR consortia. *Soil Science Plant Nutrition*, 58, 573-582. <https://doi.org/10.1080/00380768.2012.716750>
- Rodelas, B., González-López, J., Pozo, C., Salmerón, V.M.V., & Martínez-Toledo, M.V. (1999a). Response of faba bean (*Vicia faba* L.) to combined inoculation with *Azotobacter* and *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*. *Applied Soil Ecology*, 12, 51-59. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00157-7](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00157-7)
- Rodelas, B., González-López, J., Martínez-Toledo, M.V., Pozo, C., & Salmerón, V. (1999b). Influence of *Rhizobium/Azotobacter* and *Rhizobium/Azospirillum* combined inoculation on mineral composition of faba bean (*Vicia faba* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 29, 165-169. <https://doi.org/10.1007/s003740050540>
- Rodríguez, E.V., Cota, F.P., Longoria, E.C., Cervantes, J.L., & de los Santos-Villalobos, S. (2019). *Bacillus subtilis* TE3: A promising biological control agent against *Bipolaris sorokiniana*, the causal agent of spot blotch in wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*). *Biological Control*, 132, 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.02.012>
- Siddiqui, A., Shrivastava, R., Magodiya, N., & Tiwari, K. (2014). Mixed effect of rhizobium and azotobacter as biofertilizer on nodulation and production of chick pea, *Cicer arietinum*. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 7 (1), 46-49.
- Siczek, A., & Lipiec, J. (2016). Impact of faba bean-seed rhizobial inoculation on microbial activity in the rhizosphere soil during growing season. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (5), 784 <https://doi.org/10.3390/ijms17050784>
- Somasegaran, P., & Hoben, H.J. (1994). Handbook for Rhizobia: Methods in legumes-rhizobium technology. Springer-Verlag, New York, Inc., 450. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8375-8>
- Verma, A., Rawat, A.K., & More, N. (2014). Extent of nitrate and nitrite pollution in ground water of rural areas of Lucknow, UP, India. *Current World Environment*, 9 (1), 114. <https://doi.org/10.12944/CWE.9.1.17>
- Vincent, J.M. (1970). A manual for the practical study of the root-nodule bacteria. Blackwell Scientific Publications: Oxford, UK.
- Yadegari, M., & Rahmani, H.A. (2010). Evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds' inoculation with *Rhizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (9), 792-799. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.1935.1939>

Hatay yöresinde buğdayın pazarlanması ve üreticilerin tarımsal desteklemelere bakış açılarının belirlenmesi

Wheat marketing in Hatay province and determining producers' perspectives on agricultural subsidies

Ahmet Duran ÇELİK¹ , Tuğçe SARIOĞLU¹ 

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 01.06.2024 Accepted / Kabul: 23.07.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Buğday Üretim Destekleme Pazarlama Hatay</p> <p>Keywords: Wheat Production Subsidies Marketing Hatay</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Ahmet Duran ÇELİK adcelik@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Bu çalışma, Türkiye'nin önemli tarımsal üretim alanlarından biri olan Hatay yöresinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma, %90 güven aralığı ve %10 ortalamadan sapma ile belirlenen 104 tarım işletmesinden elde edilen birincil verilere dayanmaktadır. İncelenen işletmelerde buğday ekim alanı ortalaması 159 dekar olup, bu alan bitkisel üretim deseninde %36.78'lik bir paya sahiptir. İncelenen işletmelerde ortalama buğday verim değeri 555 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Araştırma alanındaki üreticilerin büyük bir kısmı (%54.81), ürettikleri buğdayı yöredeki fabrikalara pazarlamaktadırlar. Üretim girdileri açısından, buğday üretiminde en büyük maliyet unsurları enerji (mazot ve elektrik) ve gübre olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında, buğday üreticilerinin tarımsal desteklemelere bakış açısı ve buğday üretimindeki memnuniyet durumları da incelenmiştir. Buna göre, üreticiler genel olarak buğday üretiminden memnun olmakla birlikte, son yıllarda girdi fiyatlarındaki artışlar göz önüne alındığında verilen desteklemeleri yetersiz bulmaktadırlar. Araştırma bulguları, Türkiye'de buğday üretiminin sürdürülebilirliği ve tarımsal destekleme politikalarının gözden geçirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Tarımsal desteklemelerin, artan girdi maliyetlerini dengeleyebilecek şekilde düzenlenmesi, üreticilerin memnuniyetini artırabilir ve buğday ekim alanlarının daralmasını engelleyebilir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted in Hatay province, a key agricultural region in Turkey. The study's primary data were gathered from 104 farms, selected with a 90% confidence interval and a 10% standard deviation. The average wheat cultivation area in the study region was 159 deceres, accounting for 36.78% of the crop production pattern. The average wheat yield was found to be 555 kg da⁻¹. In the research area, most of the producers in the research area (54.81%) market the wheat to factories in the province. In terms of inputs, the primary cost factors in wheat production were identified as energy (diesel fuel and electricity) and fertilizer. The study also aimed to assess wheat producers' perspectives on agricultural supports and their satisfaction with wheat production. The findings indicated that while producers were generally satisfied with wheat production, they deemed agricultural supports insufficient in light of recent increases in input prices. These insights suggest that for sustaining wheat production in Turkey, agricultural support policies need reevaluation. Enhanced support that accounts for rising input costs could help maintain producer satisfaction and prevent further reductions in wheat cultivation areas.</p>
Cite/Atıf	Çelik, A.D., & Sarıoğlu, T. (2024). Hatay yöresinde buğday pazarlanması ve üreticilerin tarımsal desteklemelere bakış açılarının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 746-754. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1494053

GİRİŞ

Günümüzde tarım sektörü, insanların besin gereksinimlerini karşılamak açısından kritik bir rol oynar. Bu doğrultuda, her ülke stratejik olarak önemli olan ürünlerde en azından kendi iç talebini karşılayacak düzeyde kendine yeterlilik sağlamayı hedefler (Eraktan, 2001; Kızılaslan, 2004). Dünya genelinde ve Türkiye’de üretilen buğday, geniş bir üretici kitlesini ilgilendirmesi ve insanların temel gıdası olan ekmek gibi birçok unlu mamulün hammaddesi olması sebebiyle son derece önemlidir (Kızılaslan, 2004).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) 2020 yılı verilerine göre, buğday üretimi şeker kamışı ve mısırdan sonra dünyada en fazla üretilen üçüncü üründür. Aynı yılın verilerine göre buğday, dünya genelindeki toplam bitkisel üretimin %8.17’sini ve toplam tahıl üretiminin ise %25.40’ını oluşturmuştur (FAO, 2022).

2021 yılında dünya genelinde toplam 220 milyon 760 bin hektar alanda buğday hasadı gerçekleştirilmiştir. Bu yıl içinde dünya genelinde buğdayın hektar başına verimi 3 492 kg olup, toplam üretim miktarı 770 milyon 877 bin ton olarak kaydedilmiştir. Türkiye’nin dünya genelinde hasat edilen toplam buğday üretim alanı içindeki payı %3.00 iken, üretim miktarındaki payı %2.29’dur (FAO, 2023).

2022 yılında buğday üretimi için dekara 75 TL mazot desteği, 46 TL gübre desteği ve 10 TL fark ödemesi (prim) desteği sağlanmıştır. Ayrıca, bireysel olarak başvuru yapan üreticilere dekara 40 TL, üretici gruplarına ise 20 TL organik tarım desteği verilmektedir. Katı organik-organomineral gübre kullanan üreticilere dekara 20 TL destek sunulmaktadır. Buğday üretiminde sertifikalı tohum kullanımına 50 TL da⁻¹ destek verilirken, sertifikalı tohum üretimine de 10 TL kg⁻¹ destek sağlanmaktadır. Orijinal ve üstü tohumluk üretimi için ise 12 TL kg⁻¹ destekleme yapılmaktadır. Toprak analizi destekleme ödemesi ise her 50 dekarlık alan için analiz başına 50 TL olarak uygulanmaktadır. Küçük aile işletmesi desteği kapsamında tarımsal işletmelere dekara 200 TL destek sağlanmaktadır (Resmi Gazete, 2022).

Literatürde çeşitli ürünlerde tarımsal desteklemeler ile üretim arasındaki ilişkiyi inceleyen farklı çalışmalar bulunmaktadır. Çekya, Almanya, Fransa, Polonya ve İngiltere’de çeşitli ürünlerde uygulanan tarımsal desteklemelerin karşılaştırmalı olarak incelendiği bir çalışmada, desteklemelerin süt üretim maliyetini %38.50 oranına kadar karşıladığı ve çiftlik gelirinin artırılmasına önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir (Strelecek ve ark., 2009). Bir başka çalışmada, Avrupa Birliği’nde uygulanan tarımsal destekleme ortalamasının, Türkiye’de uygulanan destekleme ortalamasından 4.3 kez daha fazla olduğu belirtilmiştir (Semerci, 2016). Çanakkale yöresinde, çeltik üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, uygulanan mazot ve gübre desteğinin yetersiz olduğunu vurgulanarak, üretimin artırılabilmesi için destek miktarının mutlak olarak artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Semerci & Çelik, 2022). Bir diğer çalışmada, pamuk ve süt sığırcılığı özelinde, desteklemelerin üretici geliri üzerine etkisi incelenerek, tarımsal desteklemelerin, üretim değerini pamukta %30.70, süt üretiminden elde edilen geliri ise %4 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çelik, 2022). Buğday özelinde yürütülen benzer çalışmalarda ise, yıllar itibarıyla destekleme politikalarının incelendiği bir çalışmada, destekleme politikalarının üretici geliri üzerindeki önemi vurgulanırken, AB ile yapılan Ortak Tarım Politikası anlaşmalarına göre, bir yılda uygulanacak toplam tarımsal destek/GSYH oranının 1 olması gerekirken, bu oran 2006 yılında 0.61 iken, 2018 yılına gelindiğinde 0.41’e düştüğü belirtilmiştir (Badem & Hurma, 2021). Tokat ilinde, tarımsal desteklemelerin ayçiçeği ve buğday ekiliş alanları üzerine etkilerinin incelendiği farklı bir çalışmada, uygulanan desteklemelerin her iki ürünün ekiliş alanları üzerinde önemli derecede etkisi olduğu vurgulanmıştır (Çini ve ark., 2022). Buğday desteklemelerinin genel olarak incelendiği bir çalışmada ise, buğdaya uygulanan fark desteği birim fiyatlarının son yıllarda sabit seyrettiği belirtilirken, destekleme fiyatlarının mevcut koşullara paralel olarak, üretim maliyetlerini karşılayacak şekilde düzenlenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Ken & Semerci, 2023). Balıkesir’de buğday özelinde panel veri analizi kullanılarak gerçekleştirilen farklı bir çalışmada ise, alan bazlı desteklemelerin buğday üretimini olumlu yönde etkilediği, ancak bu etkinin sınırlı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (Kalabak & Aslan, 2020).

Bu çalışmada, Türkiye’de buğday üretimine ilişkin desteklemeler incelenmiştir. Çalışma kapsamında; Hatay ilinde,

üreticilerin buğday özelinde, desteklemelerden faydalanma oranları, desteklemelere bakış açıları ve memnuniyet seviyelerinin yanı sıra, üretilen buğdayın pazarlanması, sertifikalı tohum kullanımı, üretici örgütlerine üyelik, geleceğe yönelik üretim planları gibi konular irdelenerek, üretimin artırılması için çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini; Hatay ilinde buğday üretiminin yoğun olarak yapıldığı Kırıkhan, Antakya, Reyhanlı, Altınözü, Yayladağı, Kumlu ve Hassa ilçelerinde buğday üreten 104 tarım işletmesinden yüz-yüze anket yöntemi ile elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında ikincil veri olarak, buğday ile ilgili daha önce yapılan çalışmalardan, Tarım ve Orman Bakanlığı verilerinden, ulusal ve uluslararası düzeyde çeşitli kurum ve kuruluşların yayınlarından ve komisyon raporlarından yararlanılmıştır.

Araştırma kapsamında anket uygulanacak işletmelerin belirlenmesinde, 2021 Yılı Hatay İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS) verilerinden yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında örnek hacminin belirlenmesinde 'Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi' kullanılmıştır (Çiçek & Erkan, 1996);

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

Formülde;

n=Örnek Hacmi

N=Örneklem Çerçevesinde Ait Toplam Birim Sayısı

S=Standart Sapma

t=Güven Sınırı

d=Kabul Edilebilir Hata

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma alanında anket yapılan işletmelere ait genel bilgiler

Hatay yöresinde buğday üretimi üzerine yapılan çalışma, 2022 yılının Eylül-Ekim aylarında, yörenin buğday üretiminin %94.99'unun karşılandığı, Kırıkhan, Antakya, Reyhanlı, Altınözü, Yayladağı, Kumlu ve Hassa ilçelerinde gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2022).

Araştırma kapsamında toplam 104 işletme ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanının yaş ortalaması 51.63, hane genişliği 4.69, eğitim seviyesi 8.29 yıl, üreticilerin buğday üretim tecrübesi ise 27.58 yıl olarak belirlenmiştir. Araştırma alanında buğday üretimi, %36.78'lik pay ile pamuk bitkisinden (%45.69) sonra ikinci sırada yer almaktadır. Buğday üretilen ortalama arazi genişliği 159.03 da, buğday verimi ise 555.00 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Özel ve Sağlam (2022) tarafından, Şanlıurfa'da buğday üretimi üzerine gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, üreticilerin ortalama yaşı 49.3, eğitim seviyesi ortalaması 6.51 yıl, üretim tecrübesi ortalaması 25.31 yıl, ortalama buğday üretim alanı ise 118.20 da olarak belirlenmiştir.

Araştırma alanında anket yapılan üreticilerin buğday desteklemelerinden ve çeşitli hizmetlerden yararlanma durumu

Araştırma alanında buğday üretimi yapan işletmelerin tamamına yakını (%99.04) Tarım ve Orman Bakanlığının bitkisel üretim desteklemelerinden faydalanmaktadır. Bunun yanı sıra, işletmelerin yaklaşık %9.61'i lisanslı depo kullanırken, geriye kalan %90.39'u hasat sonrası doğrudan satış yapmaktadır. İşletmelerin %72.12'sinin sertifikalı

tohum kullandığı, %66.35'inin ürünleri için sigorta yaptırdığı ve sadece %26.92'sinin toprak analizi yaptırdığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Üreticilerin buğday üretiminde sağlanan çeşitli hizmet ve desteklemelerden faydalanma oranları

Table 1. Producers' benefit rates from various services and subsidies provided in wheat production

Değişkenler	Frekans	Oran (%)
Desteklemelerden faydalanma durumu		
Evet	103	99.04
Hayır	1	0.60
Toplam	104	100.00
Lisanslı depo kullanım durumu		
Evet	10	9.61
Hayır	94	90.39
Toplam	104	100.00
Sertifikalı tohum kullanım durumu		
Evet	75	72.12
Hayır	29	27.88
Toplam	104	100.00
Ürün sigortalama durumu		
Evet	69	66.35
Hayır	35	33.65
Toplam	104	100.00
Toprak analizi yaptırma durumu		
Evet	28	26.92
Hayır	76	73.08
Toplam	104	100.00

Araştırma alanındaki üreticilerin çeşitli üretici örgütlerine üye oldukları belirlenmiştir. Bu örgütlere üye olma durumu Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre, üreticilerin hemen hemen tamamının (%99.04) ziraat odasına üye oldukları belirlenmiştir. Bunun başlıca nedeni, tarımsal desteklemelerden faydalanmak için ziraat odasına üye olma şartının aranmasıdır. Bunun haricinde, üreticilerin %47.12'sinin Tarım Kredi Kooperatifine, %12.50'sinin sulama birliğine üye olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Üretici örgütüne üye olma durumu

Table 2. Membership situation in producer organizations

Üretici örgütü	Frekans	Oran (%)
Ziraat Odası	103	99.04
Tarım Kredi Koop.	49	47.12
Sulama Birliği	13	12.50
Tarım Satış Koop.	1	0.96
Hiçbir yere üye değil	1	0.96

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Araştırma alanında buğdayın pazarlama kanalları

Araştırma kapsamında anket yapılan üreticilerin buğdayı pazarladıkları yerlerin dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre, üreticilerin %54.81'i ürettikleri buğdayı fabrikalara, %25.96'sı tüccarlara, %11.54'ü Toprak Mahsulleri Ofisine, %7.69'u ise yörede faaliyet gösteren özel firmalara sattıkları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Üreticilerin buğday pazarlama yerleri

Table 3. Producers' wheat marketing locations

Satış Yeri	Frekans	Oran (%)
Fabrika	57	54.81
Tüccar	27	25.96
TMO	12	11.54
Özel firmalara	8	7.69
Toplam	104	100.00

Türkiye'de buğday üretimine yönelik destekleme politikaları

Türkiye'de tarım sektörünü destekleyen politikaların ana hatlarını destekleme alım fiyatları ve politikaları oluşturmaktadır. Bu politikalar iç piyasada destekleyici, dış piyasada ise koruyucu bir yapıdadır. Türkiye'de buğday üretimi için üç ana destekleme şekli bulunmaktadır:

- (1) Fark Ödemesi Desteği
- (2) Mazot ve Gübre Desteği (Alan Bazlı Desteklemeler)
- (3) Sertifikalı Tohum Kullanım Desteği

1. Fark Ödemesi (Prim) Desteği

Prim sistemi, üreticiye dünya fiyatlarının üstünde fiyat verilerek üretimin devamını sağlamayı, sanayinin ihtiyaç duyduğu hammaddeyi yurt içinden dünya fiyatlarıyla temin etmeyi, işletmeleri kayıt altına almayı ve tarımsal kayıt ve envanterin tutulmasını amaçlar. Bu sistemde, devlet piyasaya müdahale etmez, ancak belirlediği hedef fiyata göre üreticiye ürünün her kilosu için belirli bir prim ödemesi yapar (Özüdoğru, 2005). Prim desteği ile üreticilerin dünya fiyatlarının üzerinde gelir elde etmesi ve böylece üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması hedeflenir. Aynı zamanda sanayinin hammadde ihtiyacını karşılayarak yerli üretimin teşvik edilmesine katkı sağlar.

2. Alan Bazlı Destekleme (Mazot ve Gübre Desteği)

Buğday üreticilerine, üretim yılı içinde işledikleri kayıtlı tarım arazisinin büyüklüğüne göre mazot ve gübre destekleme ödemesi yapılmaktadır. Bu destek, üreticilerin maliyetlerini azaltarak buğday üretimini teşvik etmeyi amaçlar. Alan bazlı desteklemeler, tarım arazilerinin etkin şekilde kullanmalarını ve üretim maliyetlerinin düşmesini sağlar. Mazot ve gübre gibi temel girdiler için verilen bu destekler, çiftçilerin üretim maliyetlerini düşürerek karlılıklarını artırmayı hedefler.

3. Sertifikalı Tohum Kullanım Desteği

Bu destek, sertifikalı tohum kullanımını teşvik etmek amacıyla üreticilere verilen mali yardımı kapsar. Sertifikalı tohum kullanımı, daha yüksek verim ve kalite sağlayarak üretim etkinliğini artırmayı amaçlar.

Destekleme politikaları, Türkiye'de tarımsal üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak ve tarım sektörünü desteklemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu politikalar sayesinde üreticilerin, hem yerel hem de uluslararası

piyasalarda rekabet edebilir hale gelmesi amaçlanmaktadır. Türkiye’de buğday üretimine yönelik olarak uygulanan destekleme rakamları yıllar itibariyle Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Türkiye’de buğday üretimine uygulanan destekler

Table 4. Subsidy applications for wheat production in Turkey

Üretim Yılı	Mazot Desteği (TL da ⁻¹)	Gübre Desteği (TL da ⁻¹)	Sertifikalı Tohum Kullanım Desteği (TL da ⁻¹)	Toplam (TL da ⁻¹)	İndeks	Fark Desteği (TL kg ⁻¹)
2017	13	4	8.50	25.50	100.00	0.05
2018	15	4	8.50	27.50	107.84	0.05
2019 ^(*)	27		8.50	35.50	139.22	0.10
2020	19	8	16	43	168.63	0.10
2021	22	20	16	58	227.45	0.10
2022	75	46	50	171	670.59	0.10

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023.

(*) 2019 yılında mazot ve gübre desteği, tek kalem olarak toplam 27 TL da⁻¹ olarak uygulanmıştır.

Araştırma alanında anket yapılan üreticilerin, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından verilen bitkisel üretim desteklemeleri hakkındaki bakış açıları Çizelge 5’de verilmiştir. Üreticilerin %57.69’u desteklemeleri çok yetersiz, %35.58’i yetersiz, %2.88’i kısmen yeterli, %3.85’i ise yeterli bulduğunu belirtmiştir. Diğer bir ifadeyle, üreticilerin yaklaşık %93’ü tarımsal desteklemelerden memnun olmadığını ifade etmiştir.

Çizelge 5. Üreticilerin desteklemelere bakış açısı

Table 5. Producers' perspective on subsidies

Üretici bakış açısı	Frekans	Oran (%)
Çok yetersiz	60	57.69
Yetersiz	37	35.58
Kısmen Yeterli	3	2.88
Yeterli	4	3.85
Toplam	104	100.00

Araştırma kapsamında üreticilere buğday üretiminden memnun olup olmadıkları sorulmuştur. Üreticilerin memnuniyet durumlarının dağılımı Çizelge 6’da gösterilmektedir. Üreticilerin %52.88’i memnun, %9.62’si çok memnun olduğunu ifade ederken, %4.81’i hiç memnun değil, %12.50’si memnun değil şeklinde cevap vermiştir. Buradan yola çıkarak, üreticilerin büyük bir bölümünün (%62.50) buğday üretiminden memnun olduğu belirlenmiştir. Memnun olan üreticilerin en büyük gerekçesi, buğday üretiminin diğer bitkisel ürünlere nazaran daha kolay ve nispeten daha az masraflı olmasıdır. Memnuniyetsizlik belirten üreticilerin ana gerekçesinin ise girdi fiyatlarındaki yükselişlere bağlı olarak artan maliyetler olduğu belirlenmiştir. Buğday üretimi üzerine gerçekleştirilen farklı bir çalışmada benzer sonuç elde edilmiş olup, buğday üretimi üzerinde etkili olan en önemli risk faktörleri sırasıyla, ürün fiyatlarındaki dalgalanma, girdi maliyetleri ve uygulanan tarım politikaları, diğer bir ifadeyle üretimden elde edilen gelirin yetersizliği olarak belirlenmiştir (Özel & Sağlam, 2022).

Araştırma kapsamında üreticilerin bir sonraki yıl buğday üretimini artırıp artırmayacakları sorusu yöneltilmiştir. Buna göre üreticilerin %21.15’i buğday üretim alanını artıracaklarını belirtirken, % 40.38’i azaltacaklarını belirtmişlerdir. Azaltmak isteyen üreticilerin temel gerekçesi ise artan maliyetler olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6. Üreticilerin buğday üretimi hakkındaki memnuniyet durumu

Table 6. Satisfaction of producers about wheat production

Memnuniyet Durumu	Frekans	Oran (%)
Hiç memnun değil	5	4.81
Memnun değil	13	12.50
Kısmen memnun	21	20.19
Memnun	55	52.88
Çok memnun	10	9.62
Toplam	104	100.00

Üreticilerin %38.46'sı ise buğday üretim alanında herhangi bir değişikliğe gitmeyeceklerini ifade etmişlerdir (Çizelge 7). Bu bulgulara paralel şekilde, Çini ve ark. (2022) tarafından, Tokat ilinde buğday ve ayçiçeği özelinde gerçekleştirilen çalışmada, desteklemelerin ürünlerin ekiliş alanları üzerinde önemli derecede etkisi olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Çizelge 7. Üreticilerin buğday üretiminde bir sonraki üretim sezonuna yönelik planları

Table 7. Producers' plans about wheat production for next production season

2022/23 sezonunda üretim	Frekans	Oran (%)
Artacak	22	21.15
Azalacak	42	40.38
Değişmeyecek	40	38.46
Toplam	104	100.00

Sonuç olarak, Hatay yöresinde buğday üretiminde uygulanan desteklemeler, buğdayın pazarlama şekilleri, desteklerden yararlanma ve üretici memnuniyetini belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, üreticilerin yarısından fazlası genel olarak buğday üretiminden memnun olmakla birlikte verilen desteklemeleri büyük oranda yetersiz buldukları belirlenmiştir. Literatürde gerek buğday özelinde gerekse diğer tarla ürünlerini konu alarak, desteklemeler, üretim maliyeti, üretici geliri ve üretim artışı arasındaki ilişkinin önemini vurgulayan pek çok çalışma bulunmaktadır. (Kalabak & Aslan, 2020; Badem & Hurma, 2021; Çini ve ark., 2022; Özel & Sağlam, 2022; Semerci & Çelik, 2022; Ken & Semerci, 2023). Özellikle son yıllarda, gübre ve mazot başta olmak üzere, girdi fiyatlarında meydana gelen artışlar, üretici memnuniyetsizliğinde büyük rol oynamaktadır. Üreticilerin %40.38'i bir sonraki sezon buğday üretim alanlarını daraltacaklarını belirtmiş olup, bu durum buğday üretiminin sürdürülebilirliği açısından ciddi bir tehdit olarak değerlendirilmelidir. Pazarlama kanalı olarak, üreticilerin yarısından fazlası (%54.81) ürettikleri buğdayı yöredeki fabrikalara satmakta, bunu yerel tüccarlar takip etmektedir (%25.96).

Tarımsal üretimde girdi kullanım miktarı girdi fiyatı ile doğrudan ilişkilidir. Zira, kullanılan girdi miktarı o girdiye ait fiyatların aşırı derecede değişiklik göstermesi üreticileri de yeni duruma ayak uydurmaya zorlamaktadır. Diğer bir ifade ile makul girdi fiyatlarında üreticiler ürünün özelliğine göre girdi kullanabilirken, girdi fiyatlarındaki aşırı yükselme üreticileri özellikle kullanılan tohum, gübre, mazot ve tarımsal mücadele ilacı değişkenlerinde azalmaya giderek ürün maliyetini düşürmeye zorlamaktadır. Bu durumun doğal bir sonucu olarak, üretilen üründe istenilen düzeyde verim elde edilememektedir. Belirtilen bu özel durumu Türk çiftçisi özellikle 2021 ve 2022 yıllarında yüksek düzeyde yaşamıştır.

İncelenen işletmelerde buğday üretiminde girdi kullanımında etkinliğin sağlanabilmesi için öncelikle girdi fiyatlarının makul düzeyde belirlenmesi, girdi maliyetlerinin diğer ülke üreticileriyle rekabet edilebilir hale getirilmesi ve üretici refahı açısından buğday tarımının (en azından fark desteği kapsamında ya da özel bir destek kalemiyle) desteklenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda buğday üretimi için açıklanan alım fiyatları ya da piyasada oluşan cari fiyat ve destekleme birim fiyatları reel bazda hesaplanmalı ve uygulanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje no: 22.GAP.037).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

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

KAYNAKLAR

- Badem, M., & Hurma, H. (2021). Temel stratejik ürün olan buğdayda destekleme politikalarına genel bir bakış. *Trakya University Journal of Engineering Sciences*, 22 (1), 21-30.
- Çelik, A.D. (2022). Contributions of agricultural subsidies to increase producer income in cotton and milk productions: A case study of Hatay province-Turkey. *The Philippine Agricultural Scientist*, 105 (1), 92-99.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat, 62 s.
- Çini, M.E., Erdal, G., & Erdal, H. (2022). Bitkisel üretim desteklemelerinin ayçiçeği ve buğday ekiliş alanlarına etkisinin incelenmesi; Tokat ili Zile ilçesi örneği. *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*, 11 (2), 73-82.
- Eraktan, G. (2001). *Tarım politikası temelleri ve Türkiye'de tarımsal destekleme politikası*. Uzel Yayınları, ISBN 975-8437-01-1, İstanbul.
- FAO. (2022). *The Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and Livestock Products Data*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>
- FAO. (2023). *The Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and Livestock Products Data*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>
- Kalabak, A.Y., & Aslan, R. (2020). Bazı alan bazlı tarımsal desteklerin buğday üretimi üzerindeki etkisi: Balıkesir örneği (2009-2015). *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 39 (1), 85-102.
- Ken, E., & Semerci, A. (2023). Türkiye'de buğday üretimi ve destekleme politikaları. *3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 13-16 September 2023, Malatya, 54-63.
- Kızılaslan, H. (2004). Dünya'da ve Türkiye'de buğday üretimi ve uygulanan politikaların karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 23-38.
- Özüdoğru, T. (2005). Türkiye'de Pamukta Uygulanan Destekleme Politikaları. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın no: 8-12, Ankara.
- Resmi Gazete. (2022). 2022 Yılında Yapılacak Tarımsal Desteklemeler ve 2023 Yılında Uygulanacak Sertifikalı Tohum Kullanım Desteklerine İlişkin Karar. Cumhurbaşkanlığı Kararı. Karar sayısı: 6243, Sayı:31989, Tarih:19.10.2022. https://adana.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2022_y%C4%B1l%C4%B1_desteklemeleri.pdf
- Özel, R., & Sağlam, N. (2022). Türkiye'de buğday satış zamanını etkileyen risk faktörleri: Şanlıurfa ili örneği. *International Social Sciences Studies Journal*, 8 (105), 4168-4173.
- Semerci, A. (2016). Effects of agricultural supports on farmer's revenue and product costs: The case of Turkey. *Custos e Agronegócio Online*, 12 (3), 71-96.

- Semerci, A., & Çelik, A.D. (2022). Türkiye’de çeltik üretiminde mazot ve gübre desteği uygulaması: Çanakkale ili örneği. *Çukurova 8th International Scientific Researches Conference*, April 15-17, Adana, 822-831.
- Strelecek, F., Zdenek, R., & Lososova, J. (2009). Comparison of agricultural subsidies in the Czech Republic and in the selected states of the European Union. *Agr Econ Czech.*, 55, 519-533.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). *Türkiye Cumhuriyeti, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Destekler*. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler>
- TÜİK. (2022). *Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>

Morphological and molecular identification and determination of host status of *Cuscuta campestris* Yunck. in Thrace Region of Türkiye

Türkiye'nin Trakya bölgesinde *Cuscuta campestris* Yunck.'in morfolojik ve moleküler tanımlaması ve konukçu dizininin belirlenmesi

Bahadır ŞİN¹, Lerzan ÖZTÜRK², Zeliha ORHAN ÖZALP³, İzzet KADIOĞLU⁴

¹Sakarya University of Applied Science, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, 54050, Sakarya, Türkiye.

²Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Tekirdağ, Türkiye.

³Çanakkale Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, 17020, Çanakkale, Türkiye.

⁴433630, Anamur, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 13.05.2024 Accepted / Kabul: 28.07.2024</p> <p>Keywords: Field dodder Molecular identification Host plants Distribution Thrace Region</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarla küskütü Moleküler teşhis Konukçu bitkiler Yaygınlık Trakya Bölgesi</p> <p>[*]Corresponding author/Sorumlu yazar: Lerzan ÖZTÜRK lerzanzoturk@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> 	<p>Field dodder (<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.) is a weed species that parasitizes many cultivated plants and has been reported in 40 provinces in Türkiye. Despite being found on so many plants, cases of parasitism in the Poaceae family are limited worldwide and there is no evidence in Türkiye. In this study, weed parasitism was observed in monocot plants of the Poaceae family such as <i>Setaria viridis</i>, <i>Sorghum halepense</i>, <i>Alopecurus myosuroides</i>, <i>Avena fatua</i>, <i>Avena sterilis</i>, <i>Eleusine indica</i>, <i>Echinochloa crus-galli</i>, <i>Bromus tectorum</i>, <i>Hordeum murinum</i>, <i>Elymus repens</i>, <i>Lolium perenne</i>, <i>Secale cereale</i> and <i>Triticum aestivum</i> growing in Thrace Region in Northwestern part of Türkiye. According to morphological identification parameters, the parasitic weed was identified as <i>C. campestris</i>. <i>C. campestris</i> was observed to cause high damage to <i>Echinochloa crus-galli</i> and <i>Sorghum halepense</i> weed species. A molecular study was conducted to identify the weed on a molecular basis and analyze its molecular phylogeny. For this purpose, DNA was extracted, amplified with specific primers, sequenced and subjected to GenBank sequence comparison using BLAST. In BLAST, the local population showed higher similarity (99.13%) with other <i>C. campestris</i> accessions (KJ400050 and EU883527) and clustered in the closest class with the same species in the Maximum Likelihood tree generated using Mega 7 software.</p> <p>ÖZET</p> <p>Tarla küskütü (<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.) birçok kültür bitkisinde parazit olan bir yabancı ot türüdür ve Türkiye'de 40 ilde rapor edilmiştir. Bu kadar çok bitkide bulunmasına rağmen Poaceae familyasında parazitizm vakaları dünya çapında sınırlı olup, Türkiye'de de herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Türkiye'nin kuzeybatısındaki Trakya bölgesinde yetişen <i>Setaria viridis</i>, <i>Sorghum halepense</i>, <i>Alopecurus myosuroides</i>, <i>Avena fatua</i>, <i>Avena sterilis</i>, <i>Eleusine indica</i>, <i>Echinochloa crus-galli</i>, <i>Bromus tectorum</i>, <i>Hordeum murinum</i>, <i>Elymus repens</i>, <i>Lolium perenne</i>, <i>Secale cereale</i> ve <i>Triticum aestivum</i> dahil olmak üzere Poaceae familyasındaki monokotiledon bitkilerinde küskütün parazit olduğu gözlemlenmiştir. Morfolojik tanımlama parametrelerine göre parazitik olan yabancı ot <i>C. campestris</i> olarak tanımlanmıştır. <i>C. campestris</i>'in <i>Echinochloa crus-galli</i> ve <i>Sorghum halepense</i> yabancı ot türlerinde yüksek oranda zarar meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Yabancı otun moleküler bazda tanımlanması ve moleküler filogenisinin analiz edilmesi amacıyla moleküler çalışma yürütülmüştür. Bu amaçla küsküt DNA'sı ekstrakte edilmiş, spesifik primerlerle amplifiye edilmiş, sekanslanılmış ve BLAST kullanılarak GenBank sekans karşılaştırmasına tabi tutulmuştur. Blastn'da yerel popülasyon, diğer <i>C. campestris</i> aksesyonları (KJ400050 ve EU883527) ile daha yüksek benzerlik (%99.13) göstermiş ve Mega 7 yazılımı kullanılarak oluşturulan Maksimum Likelihood ağacında aynı türlerle en yakın sınıfta kümelenemiştir.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Şin, B., Öztürk, L., Orhan Özalp, Z., & Kadioğlu, İ. (2024). Morphological and molecular identification and determination of host status of <i>Cuscuta campestris</i> Yunck. in Thrace Region of Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 755-768. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1483105</p>

INTRODUCTION

Angiosperms (flowering plants) are seed-producing plants that make up 90% of the world's plant kingdom. The number of known and described flowering plants is 295.383, divided into two groups: monocots, with 7.273 species, and dicots, with 210.008 species (Christenhusz & Byng, 2016). Among angiosperms, parasitic plants are one of the most damaging, with 4.200 species from 18 families and 274 genera. The largest number of species is found in *Cuscuta*, a genus of plants with little or no chlorophyll, which is insufficient for photosynthesis. They, therefore, require invasion of host plants to survive. The genus comprises 170 species infesting up to 200 plants (Kadioğlu, 1992; Holm et al., 1997; Garcia et al., 2014). Dicotyledonous plants are the primary hosts due to the development of vascular bundles for haustoria attachment. Monocotyledonous plants are rarely parasitized due to a variety of anatomical constraints, such as the lack of vascular bundles or the incompatibility of the signals required for haustoria attachment (Dawson et al., 1994).

Dodder (*Cuscuta* spp) is reported to be a problem in vegetables, causing severe damage (Holm et al., 1997). Yield losses in alfalfa, sugar beet, sesame, lentil, chickpea, broad bean, tomato, alfalfa and chilli can be as high as 100% (Nemli & Öngen, 1982; Parker & Riches, 1993; Mishra et al., 2005, Üstüner, 2024). In nurseries, parasitic weeds retard the growth of young plants. In addition to causing significant yield losses in many crop species, these parasitic weeds are also important as vectors of diseases such as viruses to host plants. For example, *C. campestris* which has been reported to infect 100 plants can transmit grapevine leafroll virus 7 to healthy grapevines. Host plants play an important role in the survival and reproduction of dodder, which can initiate a new round of damage after the growing season (Jones, 2018). Once attached, the parasite can continue to grow, reaching up to 8 cm in length. The flowers set fruit upon maturity and produce seed capsules (Dawson et al., 1984). Germinated seedlings have a short life cycle and require immediate penetration to survive. A single host plant is sufficient for dodder parasitism and survival. Weeds in infested areas are good alternative hosts. Dodder can produce 3000 to 25.000 seeds by attaching itself to plants. For up to 20 years, the seeds can remain viable in the soil. Seeds remaining in the soil can initiate new invasions in the following growing season (Dawson et al., 1984). The prevalence of dodder, which has dozens of hosts, is reported to be low in monocotyledons due to the low levels of enzymes that degrade plant tissue during parasitism on the parasitic plant (Haidar et al., 1997).

Identifying dodder species and their hosts is essential for developing and effectively implementing appropriate control strategies. To this end, ongoing taxonomic studies are being carried out in several provinces. During one of the studies in Thrace, *Cuscuta* spp. was observed for the first time in monocots such as *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Sorghum halepense* (L.) Pers. and there were differences in the severity of parasitism between host plants. Based on preliminary observations, it was concluded that this species could be *Cuscuta campestris* Yunck. During the literature review, no data were found on the parasitism of *C. campestris* on monocotyledonous plants in Türkiye. However, various researchers around the world have reported parasitism of wild herbs and cultivated plants such as *Aegilops* sp., *Avena sterilis* L., *Arundo donax* L., *Bromus* sp. and *Echinochloa-crus galli* (Qasem, 2008; Baráth, 2021). To confirm whether or not the parasite was *C. campestris* in monocotyledons, plant samples were collected from infested areas in Thrace for morphological identification and molecular studies. Thrace is located between the Black Sea and the Marmara Sea in the north-western part of Türkiye, bordering Greece and Bulgaria. The region includes the provinces of Edirne, Kırklareli, Tekirdağ and the European parts of the provinces of Istanbul and Çanakkale. The irrigable and non-irrigable agricultural area of the region is 1.385.000 ha (Anonymous, 2023a). Wheat is among the economically most important plants grown in the region, and the amount of total production constitutes 0.3% of world production. Sunflowers and grapevine are the other most common plants in the region (Anonymous, 2023b). The host monocotyledonous plants were also sampled and identified to species level and their parasitism status was recorded. In addition, a literature review was conducted to map the recent host composition of dodder in Türkiye, the species of which were determined after further studies.

MATERIALS AND METHODS

Cuscuta survey, sampling, and morphological identification

At first, *Cuscuta* spp. was observed on some monocotyledon plants in two wheat and sunflower fields and in a vineyard in Tekirdağ province located in Thrace, Türkiye (Figure 1).



Figure 1. Study area map in Türkiye

Şekil 1. Türkiye’de çalışma alanı haritası

The study area in the region included orchards, vineyards, wheat, sunflower fields and pastures. Annual rainfall was about 600 mm and the average temperature was 31 °C at the time of the survey. The sampled sites were randomly selected (Anonymous, 2023b). Altogether 1.135 different plantations (274 vineyards, 970 orchards, 111 others) were visited (Table 1). TURKSTAT production area statistics (TUIK, 2014) were used to determine the number of samples. The field survey was conducted according to the partial sampling method of Bora and Karaca (1970), and at least 1% of the surveyed area was sampled. The majority of the surveyed agricultural areas were not irrigated. Plant species infested by parasitic dodder were recorded in the infested fields. Plants parasitised by *Cuscuta* were selected and collected for morphological identification. Samples of *Cuscuta* were also collected for morphological and molecular identification of the species. Herbaria were prepared from each host plant for the morphological identification of monocotyledonous species. Samples were pressed into the herbarium board at room temperature and allowed to dry completely to prepare the herbarium. After drying, the specimens were glued to cardboard, labelled and covered with a transparent polyethylene sheet for protection against external damage.

The host plant and *Cuscuta* species were identified using published identification keys, including Yuncker, 1932 and Davis, 1982. Species were identified morphologically by examining plant parts with a binocular stereomicroscope; styles, sepals and petals were photographed with a microscope camera. A Nikon Coolpix P900 digital camera was used to photograph host plants.

Dodder prevalence was determined from dodder presence on the same host in different infestations. The severity of the dodder infestation was classified as low, medium and high according to Qasem 2008, as follows;

- Low: A single stem or undeveloped dodder surrounding 1-30% of the plant.
- Moderate: 31-60% of the plant is surrounded and attached by a dodder.
- High: 61-100% of the plant was densely surrounded by dodder, producing few flowers.

Table 1. The list of visited provinces and the number of surveyed areas in Thrace

Çizelge 1. Trakya'da gidilen ilçelerin ve sürvey yapılan alanların sayısı

Cultivated plants	Number of fields/orchards visited		Total survey area (da)
	Tekirdağ		
Cherry orchard	106		≈1.250
Walnut orchard	96		≈2.436
Almond orchard	88		≈ 440
Olive orchard	107		≈2.239
Apple orchard	30		≈365
Pear orchard	86		≈680
Policulture	239		≈1.100
Vineyard	274		≈2100
Other	111		≈2500
Total	1.135		≈13.110

Molecular characterisation of *Cuscuta* spp.

For the identification of *Cuscuta* spp. at the molecular level, dodder DNA was extracted from a p collected from a vineyard in the Süleymanpaşa district of Tekirdağ. DNA was extracted for molecular analysis using the CTAB procedure (Lefort & Douglas, 1999). Briefly, freshly ground plant material (100 mg plant material) was transferred to 1.5 ml polypropylene tubes in liquid nitrogen, and 1 ml DNA extraction buffer [50 mM Tris-HCl pH 8.0, 20 mM EDTA pH 8.0, 0.7 M NaCl, 0.4 M LiCl, 1% w/v CTAB (hexadecyltrimethylammonium bromide), 1% w/v PVP 40, 2% w/v SDS] and 10 µl β-mercaptoethanol (1% final concentration) were added. After vortexing for 5 seconds, the mixture was incubated for 15 minutes at 65°C in a water bath. After incubation, 0.5 ml chloroform/iso-amyl alcohol (24:1) was added to the tube and centrifuged at 14.000 rpm for 1-5 minutes. As much of the aqueous phase as possible was transferred to a new 1.5 ml tube, centrifuged at 14,000 rpm for 1 minute, 0.8 ml supernatant was transferred to a new tube, and 0.8 ml isopropanol (optionally cold) was added to the aqueous solution. A white DNA precipitate appeared after gentle mixing of the tube. The tube was then centrifuged at 14.000 rpm for 1 minute, and the supernatant was collected. The DNA pellet was washed with 1 ml of 70 % ethanol and centrifuged at 17.000 g for 1 minute. The supernatant was discarded, and the pellet dried for 10 minutes. DNA pellets were suspended in 50-100µl 10mM Tris-HCl pH 8.0, 1mM EDTA.

DNA concentration in extracted samples (A260/280 A260/230) was measured and amplified with forward and reverse primers N-nc26S1 and 1449rev (5'-ACCCATGTGCAAGTGCCGTT-3'). All PCR reactions were performed to a final volume of 20 µl in a 0.2 ml tube. The tube contained 10 µl 2X PCR Ready Mix (Sigma Aldrich), 1 µl reverse primer, 1 µl forward primer, 2 µl template DNA and 6 µl ddH₂O. For PCR reactions in which purified DNA was used as a template, 30 ng of DNA was used per reaction. Amplification products were separated on a 1.5% agarose gel stained with ethidium bromide. The gel was run at 80 V for 50 minutes and visualised under a UV transilluminator. The PCR product was sequenced on an ABI sequencer. A phylogenetic analysis was performed to assess the closeness of the identified *Cuscuta* to other published *Cuscuta* species. For this purpose, the sequence data of the local *Cuscuta* were subjected to a sequence comparison in GenBank using BLAST. Clustal W alignment. Maximum likelihood (bootstrap 1000 replicates) trees were constructed using Mega 7 software, in which 19 different *Cuscuta* sequences from NCBI were compared. Pairwise distances were calculated using Mega 7 software.

RESULTS AND DISCUSSION

This study revealed the presence of *Cuscuta* spp. on monocotyledonous plants in Türkiye, with the dodder on these plants identified as *Cuscuta campestris* Yunck. Different degrees of infection on hosts, including weeds like

Alopecurus myosuroides Hudson, *Avena sterilis* L., *A. fatua* L., *Bromus tectorum* L., *Eleusine indica* (L.) Gaertner, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Elymus repens* (L.) P. Beauv., *Hordeum murinum* L., *Lolium perenne* L. and *Setaria viridis* L. were observed. In addition, wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.) crops were also affected by the parasite, highlighting the wide host range.

The collected *C. campestris* plant had a distinctive appearance, mainly leafless, with yellow or orange stems [0.48 ± 0.07 (0.36-0.6 mm wide/20 measurements)] and branches. The length of the stem was up to 5 mm.

Twenty randomly selected *C. campestris* plants were described and measured as follows; The parasitic plant had white flowers with a bell-shaped corolla [2.15±0.15 (2.1-2.21 mm long)], five in number, and a calyx with ovate overlapping lobes [1.8±0.11 (1.63-1.93 mm long)], filaments [0.45±0.06 (0.36-0.49 mm long)], filiform styles [1±0.17 (0.72-1.3 mm long)], 5 sepals, elongated stamens, elliptic anthers [0.44±0.07 (0.32-0.51 mm long)], campanulate corolla tube [0.72±0.03 (0.67-0.73 mm long)], capitate stigma, capsule-like fruit and inflorescence with 4-12 stalked flowers (Figure 2). The petals were triangular with a pointed tip. The stamens were shorter than the corolla lobes, and the anthers were shorter than the filaments. Sepals were 5 in number and had backwards curled tips. Average seed dimensions were 1.2±0.15 (0.9-1.2) mm in length and 0.79±0.27 (1.11-1.6) mm in width. The flowers were yellowish and had 4 to 5 lobes. The average dimensions of the fruits were 2.20±0.42 (1.86-2.43) mm long, and 2.7±0.6 (2.8-3.32) mm wide. The fruit contained 2-4 seeds [3.05±0.73]. The ovary was spherical. The seeds were oval in shape, irregular in size and brown in colour. Seed length was 1.2±0.15 (0.9-1.2) mm and width was 0.79±0.27 (1.11-1.6) mm. Brown seeds were observed on most mature host plants, especially *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.

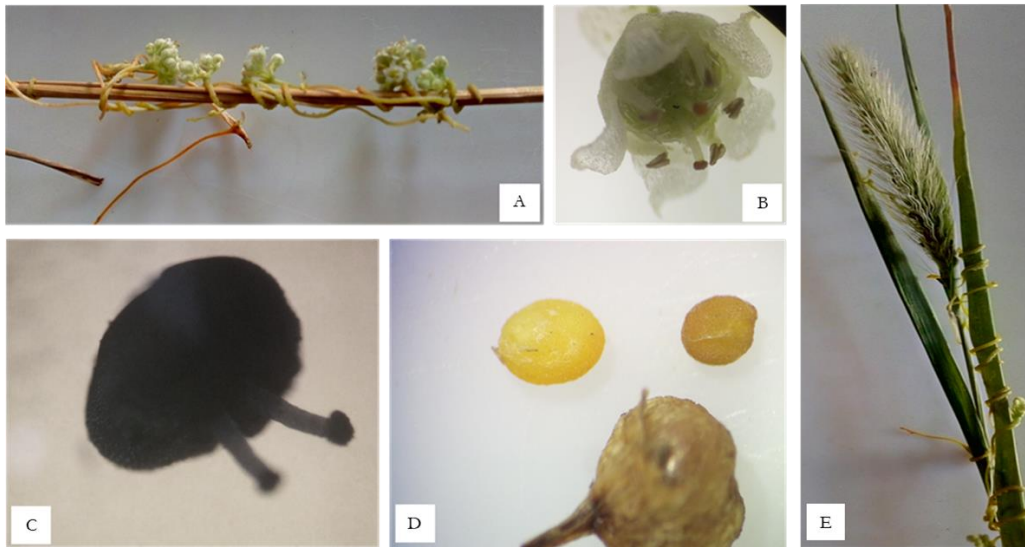


Figure 2. *Cuscuta campestris* Yunck. (A) Attachment to host stem. (B) Flower. (C) Styles. (D) Capsule and seeds. (E)

A plant moderately parasitized by dodder

Şekil 2. *Cuscuta campestris* Yunck. (A) Konukçu bitki gövdesine tutunma. (B) Çiçek. (C) Styles. (D) Kapsül ve tohum. (E) Orta derecede parazitlenmiş bitki

A low to moderate degree of attachment to host was observed. Field dodder haustorium was observed on leaf, stem and spikelet (Table 2, Figure 3-4). Partial wilting and yellow to light green color changes were observed on the leaves of plants such as *Avena sterilis* L., *Alopecurus myosuroides* Hudson and *Sorghum halepense* (L.) Pers. showed extensive *Cuscuta* attachment.

Table 2. The intensity of attachment of *Cuscuta* on monocotyledon plants (Low: 1-30%, Moderate: 31-60%, High 61-100%)

Çizelge 2. *Cuscuta*'nın monokotiledon bitkilere tutunma yoğunluğu (Düşük: 1-30%, Orta: 31-60%, Yüksek 61-100%)

Host Plants	Intensity of Attachment	of Attached Plant Part	Number of Detected Fields
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	Moderate	Leaf and stem	17
<i>Avena sterilis</i> L.	Low	Stem	14
<i>Avena fatua</i> L.	Low	Stem	17
<i>Bromus tectorum</i> L.	Moderate	Spikelet and stem	22
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertner	Moderate	Leaf, stem, spikelet	17
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	Moderate	Leaf, stem, spikelet	9
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Moderate	Spikelet and stem	9
<i>Hordeum murinum</i> L.	Moderate	Leaf, stem, spikelet	5
<i>Lolium perenne</i> L.	Low	Stem	9
<i>Secale cereale</i> L.	Moderate	Stem	3
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Moderate	Leaf and stem	11
<i>Setaria viridis</i> L.	Moderate	Leaf, stem, spikelet	3
<i>Triticum aestivum</i> L.	Moderate	Stem	5



Figure 3. Attachment of *Cuscuta campestris* Yunck. on (A) *Secale cereale* L. (B) *Lolium perenne* L. (C) *Avena fatua* L. (D) *Triticum aestivum* L. (E) *Alopecurus myosuroides* Hudson (F) *Sorghum halepense* (L.) Pers. (G) *Eleusine indica* (L.) Gaertner (H) *Avena sterilis* L. (I) *Hordeum murinum* L.

Şekil 3. *Cuscuta campestris* Yunck.'un tutunması (A) *Secale cereale* L. (B) *Lolium perenne* L. (C) *Avena fatua* L. (D) *Triticum aestivum* L. (E) *Alopecurus myosuroides* Hudson (F) *Sorghum halepense* (L.) Pers. (G) *Eleusine indica* (L.) Gaertner (H) *Avena sterilis* L. (I) *Hordeum murinum* L.



Figure 4. Attachment of *Cuscuta campestris* on different plant parts

Şekil 4. *Cuscuta campestris*'in farklı bitki kısımlarında tutunması

Molecular characterisation of *Cuscuta campestris* Yunck.

The PCR amplification sequence contained 599 bases. The sequence data of *Cuscuta campestris* collected in this study was deposited in NCBI GenBank with accession number MW251503. The similarity was compared with Blast records, and local sequence showed higher similarity with other *C. campestris* sequences. Compared with *C. campestris* KJ400050 local population showed 99.13% identity (571/576 nucleotide) and 95% coverage, and with *C. campestris* EU883527 99.13% identity (567/576 nucleotide). The number of gaps in these sequences was 1.

In comparison with other *Cuscuta* species the closest matches were with *Cuscuta pentagona* KJ400152 (98.26%; 565/575 nucleotide; 1 gap), *C. gymnocarpa* KJ400101 (98.26%; 565/575 nucleotide; 1 gap), *C. harperi* KJ400102 (98.09%; 565/576 nucleotide; 1 gap), *C. australis* KJ400043 (98.09 %; 558/569 nucleotide; 1 gap), *C. obtusiflora* KJ400140 (97.91%; 562/574 nucleotide; 1 gap), *C. stenolepis* KJ400101 (97.72%; 556/569 nucleotide; 1 gap), *C. plattensis* KJ400154 (97.59%; 552/566 nucleotide; 1 gap), *C. xanthochortos* var. *carinata* KJ400192 (96.70%; 557/576 nucleotide; 1 gap), *C. corniculata* KJ40006 (96.70%; 556/575 nucleotide; 1 gap).

In the Maximum likelihood tree, sequences were divided into two main clades. Clade I contained 11 sequences. Clade II contained eight accessions including accession from Türkiye (MW251503). MW251503 clustered in closest subclade with other *C. campestris* species (EU883527; KJ400050) and *C. pentagona* (KJ400152) (Figure 5).

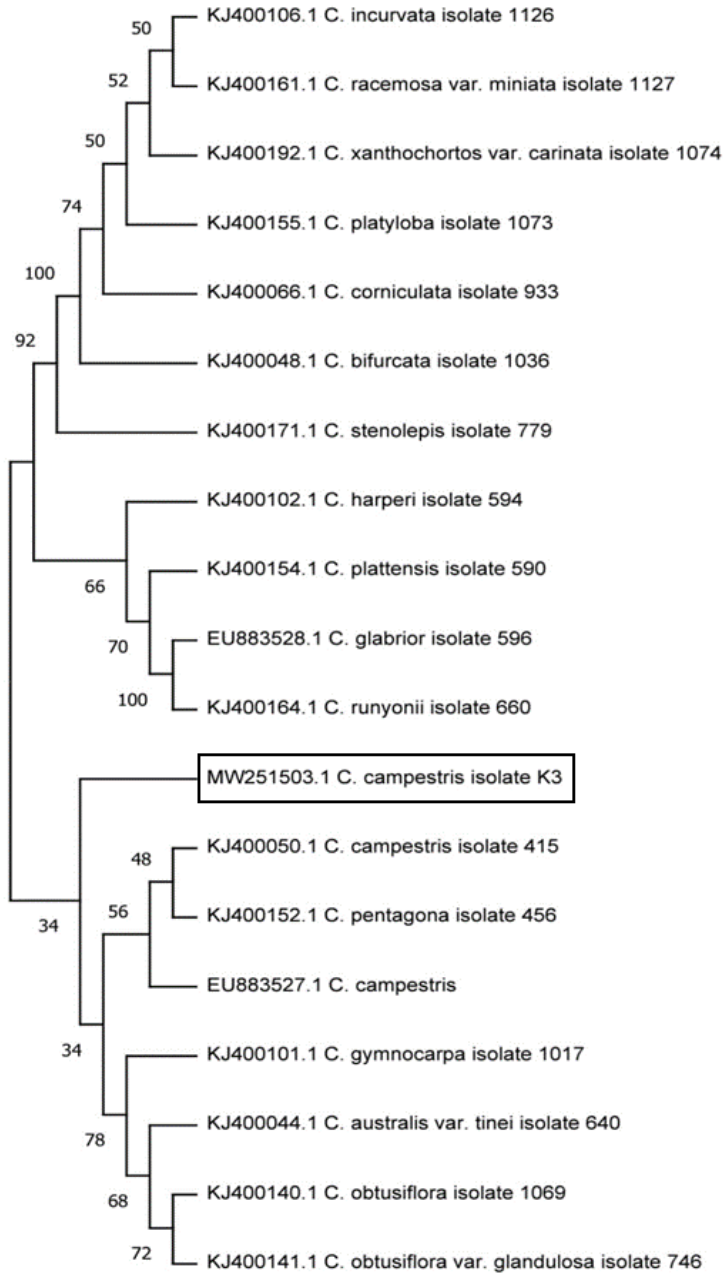


Figure 5. Maximum likelihood tree generated by comparing sequences from Genbank, NCBI
 Şekil 5. Genbank, NCBI'den alınan dizilerin karşılaştırılmasıyla oluşturulan Maximum likelihood ağacı

So far, *C. campestris* has been detected in 50 cultivated plants and weeds in Turkey, but none of them were monocots (Kaya et al., 2018). Together with the 13 monocotyledonous plants detected in this study in Thrace, the number of haustorium-attached hosts of *C. campestris* rised to 63. Of these, 45 were weeds and the remaining were annual or perennial plants. The full names of the host species and their families are listed in Table 2. The distribution map of the species is shown in Figure 6. The parasitic weed has been reported in 40 out of the 81 provinces.

Table 2. Updated host plant range of *Cuscuta campestris* in TürkiyeÇizelge 2. *Cuscuta campestris*'in Türkiye'de güncellenmiş konukçu dizini

Common Name	Host Plant	Family	Reference
Black grass	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson		
Winter wild oat	<i>Avena sterilis</i> L.		
Wild oat	<i>Avena fatua</i> L.		
Downy brome	<i>Bromus tectorum</i> L.		
Goosegrass	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertner		
Barnyard grass	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.		
Couch grass	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Poaceae	This study
Foxtail barley	<i>Hordeum murinum</i> L.		
Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i> L.		
Rye	<i>Secale cereale</i> L.		
Johnson grass	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.		
Green foxtail	<i>Setaria viridis</i> L.		
Wheat	<i>Triticum aestivum</i> L.		
Pigweed	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	
Lambsquarters	<i>Chenopodium album</i> L.		
Wild carrot	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	
Absinth wormwood	<i>Artemisia absinthium</i> L.		
Common coclebur	<i>Xanthium strumarium</i> L.		
Field sow thistle	<i>Sonchus arvensis</i> L.		
Common cichory	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	
Common dandelion	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.		Şin et al., 2020
Canadian horseweed	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist		
Pricky lettuce	<i>Lactuca serriola</i> L.		
Wild raddish	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	
Bindweed	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	
Squirting cucumber	<i>Ecbalium elaterium</i> (L.) A.Rich.	Cucurbitaceae	
Black horehound	<i>Ballota nigra</i> L.	Lamiaceae	
Common mallow	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	
Ribwort plantain	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	
Prostrate knotweed	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	
Curly dock	<i>Rumex crispus</i> L.		
Common purslane	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	
Stickwilly	<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	
Black nightshade	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	
Puncture vine	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	
Oregano	<i>Origanum onites</i> L.	Lamiaceae	Sokat, 2019
Sea holy	<i>Eryngium</i> sp.	Apiaceae	
Rush skeletonweed	<i>Chondrilla juncea</i> L.		
Bathurst burr	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Asteraceae	Zare & Dönmez, 2020
Barberry	<i>Berberis</i> sp.	Berberidaceae	
Common vetch	<i>Vicia sativa</i> L.		
Camelthorn	<i>Alhagi maurorum</i> Medik.		
Restharrow	<i>Ononis spinosa</i> L.		

Table 2 (continued). Updated host plant range of *Cuscuta campestris* in Türkiye
 Çizelge 2 (devamı). *Cuscuta campestris*'in Türkiye'de güncellenmiş konukçu dizini

Common Name	Scientific Name	Family	Reference
Flax	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Linaceae	
Citrus	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	Zare & Dönmez, 2020
Mullein	<i>Verbascum</i> sp.	Scrophulariaceae	
Snapdragon	<i>Antirrhinum majus</i> L.	Solanaceae	
Sunflower	<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	Özkiş et al., 2019
Sugar beet	<i>Beta vulgaris</i> L.	Amaranthaceae	
Onion	<i>Allium cepa</i> L.	Alliaceae	
Anise	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Apiaceae	
Caraway	<i>Carum carvi</i> L.		
Melon	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	
Alfa alfa	<i>Medicago sativa</i> L.		
Chickpea	<i>Cicer arietinum</i> L.	Fabaceae	
Clover	<i>Trifolium</i> spp.		
Faba bean	<i>Vicia faba</i> L.		Üstüner, 2024
Pepper	<i>Capsicum annuum</i> L.		
Eggplant	<i>Solanum melongena</i> L.	Solanaceae	Nemli et al., 2015,
Potato	<i>Solanum tuberosum</i> L.		
Tobacco	<i>Nicotiana tabacum</i> L.		
Tomato	<i>Solanum lycopersicum</i> L.		
Grapevine	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae	



Figure 6. Distribution map of *Cuscuta campestris* Yunck. in Türkiye (Türkmen, 1998; Söker et al., 2012; Ciğer et al., 2013; Arituluk et al., 2014; Satıl et al., 2017; Mumcu & Korkmaz, 2018; Kaya et al., 2018; Sokat, 2019; Sırrı et al., 2020)

Şekil 6. *Cuscuta campestris* Yunck.'un Türkiye'de yaygınlık haritası (Türkmen, 1998; Söker et al., 2012; Ciğer et al., 2013; Arituluk et al., 2014; Satıl et al., 2017; Mumcu & Korkmaz, 2018; Kaya et al., 2018; Sokat, 2019; Sırrı et al., 2020)

Species of *Cuscuta* are generally reported to be unable to infect monocotyledone plants. This is probably due to anatomical factors such as vascular bundle arrangement or the inability to produce signals that play an important role in vascular connection (Dawson et al., 1999). Broad bean (*Vicia faba* L.), Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and onion (*Allium cepa* L.) weeds can be parasitized by dodder and the parasitism can result in severe damage especially in onions (Kaya & Üremiş, 2019; Dechasa & Dechasa, 2021; Üstüner, 2024). However, in this study conducted in Thrace, 11 monocotyledone weed species and two cultivated plants were found to be moderately to slightly parasitized by the field dodder, *Cuscuta campestris*. All plants belonged to Poaceae family. For instance, 1-2 flower clusters were observed on *Bromus tectorum* L. and *Sorghum halepense* (L.) Pers. The number of fields where dodder have been detected varies between 3 and 17, and parasitized monocotyledonous plants were generally found in vineyard areas. Similar instances of parasitism on monocotyledons, including both weeds and crops such as *Aegilops* sp., *Avena sterilis* L., *Arundo donax* L., *Bromus* sp., *Echinochloa crus-galli*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Lolium temulentum* L., *Triticum durum* Desf., *Setaria glauca*, and *Sorghum halepense* (L.) Pers., have been reported by various researchers (Qasem, 2008; Baráth, 2021). A study in Nigeria also reported a low level of infection in weeds of the Poaceae family. These observations highlight the limited occurrences of *C. campestris* parasitism on monocots worldwide. In this case, reduced efficiency of *C. campestris* enzymes involved in breaking down host monocotyledonous tissues during parasite entry has been suggested as a contributing factor to this phenomenon (Nwokocha & Aigbokhan, 2013).

Dodder not only damages cultivated plants but can also indirectly harm other organisms, animals and human beings. Some of the plants that found in this study parasitic in Thrace were consumed as food. Plants like wheat, rye, and weeds such as *Hordeum murinum* L. and *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv are utilized as animal feed. Dodder parasitism in these consumable plants underscores the importance of controlling the parasite, particularly in pastures where livestock graze. If as much as 50% of these plants are parasitized by dodder, the fodder made from them can become toxic to cattle and horses. Affected animals typically exhibit symptoms such as abdominal pain, diarrhea, and potential weight loss (Abutarbush, 2013). Thus, effective management strategies for dodder are crucial to safeguard the health of livestock. To determine the most effective control method, accurate identification of the dodder species is essential.

In this study conducted in Thrace, the validity of *Cuscuta campestris* as a species is supported by both morphological and molecular data, particularly through the molecular characterization of the 26S region. Comparisons with GenBank data have highlighted the proximity of the local *C. campestris* to other known species. Notably, the sequence from the study showed a 99% nucleotide similarity with a *C. campestris* record from New Mexico. Additionally, the local sequence exhibited close nucleotide similarity with sequences from 16 species, including *C. pentagona* and *C. australis*. These findings underscore the genetic relationships and confirm the taxonomic placement of *C. campestris* in the studied region (Anonymous, 2024).

The 26S rDNA region serves as a pivotal component in this study for comparing similarity with other *Cuscuta* species. This DNA region is favoured for molecular characterization and phylogenetic studies due to its ability to provide ample phylogenetic information, its universal presence across plants, and its ease of amplification and sequencing. These qualities make it a versatile tool in taxonomy and evolutionary studies. Numerous weed species have already been molecularly characterized using the 26S region. In this study, the 26S region of plants was specifically utilized to identify *Cuscuta* spp. within the Convolvulaceae family (Neyland, 2001).

In Türkiye, the identification of *C. campestris* has traditionally relied on morphological characteristics. However, morphological features can sometimes be ambiguous, leading to potential misidentifications. Moreover, this method requires trained personnel in identification process. In contrast, molecular identification offers a rapid and reliable alternative. It enables accurate species identification, even by individuals lacking specialized training. Additionally, molecular techniques allow DNA isolation and analysis at any stage of plant development, enhancing their practical utility (Baldwin, 1995).

In this article, information is given about the results of the study in which the presence of dodder in monocotyledonous plants was examined and *C. campestris* was detected in monocot weeds and some cultivated plants. The parasitic weed has been found to have a wide range of host plants in Türkiye and the situation was previously unknown in monocotyledons. The research is essential to support the literature and update the registered host list, especially from monocotyledon plants in the country.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors. Some parts of the manuscript are represented as abstracts in the Molecular Plant Protection Congress in Adana, Türkiye. The authors thank Assoc. Prof. Tuğba Gürkök for her support in generating Maximum likelihood tree.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflicts of interest.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

The authors conducted the study, prepared the manuscript and approved it.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Since the article does not contain any studies with human or animal subjects, its approval by the ethics committee was not required.

REFERENCES

- Abutarbush, S.M. (2013). Alfalfa dodder (*Cuscuta campestris*) toxicity in horses: Clinical, haematological and serum biochemical findings. *Veterinary Record*, 173, 95. <https://doi.org/doi: 10.1136/vr.101635>
- Anonymous (2023a). Turkish statistic institute. Grapevine, stone and pome fruits, vegetables and sunflower production area statistics. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Anonymous (2023b). Meteoroloji genel müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/>
- Anonymous (2024). National library of Medicine. https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST_SPEC=GeoBlast&PAGE_TYPE=BlastSearch
- Arituluk, Z.C., Ezer, N., & Akaydin, G. (2014). Flora of Tefenni district (Burdur/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 7 (3), 146-166. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/biodicon/issue/55880/765587>
- Baldwin, B.G., Sanderson, M.J., Porter, J.M., Wojciechowski, M.F., Campbell, C.S., & Donoghue, M.J. (1995). The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82, 247-277. <https://doi.org/10.2307/2399880>
- Baráth, K. (2021). Effect of species-environment on host preference of *Cuscuta campestris*. *Plant Ecology*, 222, 1023-1032. <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01158-w>
- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). *Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi*. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, E.Ü. Mat., Bornova-İzmir, 42 s.
- Christenhusz, M., & Byng, J. (2016). The number of known plant species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261, 201-217. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.261.3.1>
- Ciğer, Ü., Kadioğlu, İ., & Yanar, Y. (2013). Tokat ili şeker pancarı ekim alanlarındaki küsküt (*Cuscuta campestris* Yunck.) üzerinde görülen fungal etmenlerin belirlenmesi. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu. Ankara: T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayını, 532 s.
- Davis, P.H. (ed.) (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press, Edinburgh, 7.

- Dawson, J.H. (1984). Control of *Cuscuta* in alfalfa. In: *Proceedings of the 3rd International Symposium on Parasitic Weeds*. pp. 188-199.
- Dawson, J.H., Musselman, L.J., Wolswinkel, P., & Dorr, I. (1994). Biology and control of *Cuscuta*. *RevWeed Sci*, 6, 265-317. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19942309905>
- Dechassa, N., & Regassa, B. (2021). Current status, economic importance and management of dodders (*Cuscuta* spp.) of important crops. *Advances in Life Science and Technology*, 87, 16-21. <https://doi.org/10.7176/ALST/87-04>
- Emberger, L. (1960). *Les Vegetaux vasculaire*. Massin et Cie editeurs, Paris-VI, 11 (2), 1539.
- Garcia, M.A., Costea, M., Kuzmina, M., & Stefanović, S. (2014). Phylogeny, character evolution, and biogeography of *Cuscuta* (dodders; Convolvulaceae) inferred from coding plastid and nuclear sequences. *American Journal of Botany*, 101 (4), 670-690. <https://doi.org/doi:10.3732/ajb.1300449>.
- Haidar, M.A., Orr, G.L., & Westra, P. (1997). Effects of light and mechanical stimulation on coiling and prehaustoria formation in *Cuscuta* spp. *Weed Resources*, 37, 219-228.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., & Herberger, J. (1997). *World weeds: Natural histories and distribution*. John Wiley and Sons Inc: 1129 pp.
- Jones, R.A.C. (2018). Plant and insect viruses in managed and natural environments: Novel and neglected transmission pathways. *Advances in Virus Research*, 149-187. <https://doi.org/doi:10.1016/bs.aivir.2018.02.006>
- Kadioğlu, I. (1992). Küsküt (*Cuscuta* spp.) ve mücadelesi. *Herboloji Haberleri Ç. Ü., Ziraat Fak., Bitki Koruma Bölümü*, 3 (5), 1-11.
- Kaya, H., & Üremiş, İ. (2019). Determination of weed species, their frequencies and densities in onion fields in Hatay province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 21-30. <https://openaccess.mku.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12483/3157/Kaya-Hikmet-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kaya, İ., Nemli, Y., & Demir, İ. (2018). Türkiye’de tarım ve tarım dışı alanlarda görülen küsküt türlerinin (*Cuscuta* spp.) taksonomik özellikleri, dağılışları ve konukçuları. *Turkish Journal of Weed Science*, 21 (1), 1-7. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws/issue/42558/512833>
- Lefort, F., & Douglas, G.C. (1999). An efficient micro-method of DNA isolation from mature leaves of four hardwood tree species *Acer*, *Fraxinus*, *Prunus* and *Quercus*. *Annals of Forest Science*, 56 (3), 259-263. <https://hal.science/hal-00883270/document>
- Mishra, J.S., Moorthy, B.T.S., & Manish, B. (2005). Efficacy of herbicides against field dodder (*Cuscuta campestris*) in lentil, chickpea and linseed. *Indian Journal of Weed Science*, 37 (3/4), 220-224. https://www.isws.org.in/IJWSn/File/2005_37_Issue-3&4_220-224.pdf
- Mumcu, Ü., & Korkmaz, H. (2018). Ethnobotanical uses of alien and native plant species of Yeşilirmak Delta. *Acta Biologica Turcica*, 31 (3), 102-113. <https://dergipark.org.tr/en/pub/actabiotr/issue/38849/452908>
- Nemli, Y., & Ongen, N. (1982). Türkiye'nin Trakya Bölgesi küsküt türleri (*Cuscuta* spp.) üzerinde taksonomik araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi: Vet. Hayvancılık/Tarım Orman*, 6 (3), 147-154.
- Nemli, Y., Kaya, I., & Tamer, Ş.R. (2015). *Cuscuta campestris*. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu, 271-282, Ankara Türkiye.
- Neyland, R. (2001). A phylogeny inferred from large ribosomal subunit (26S) rDNA sequences suggests that *Cuscuta* is a derived member of Convolvulaceae. *Brittonia* 53, 108-115. <https://doi.org/10.1007/BF02805402>
- Nwokocha, M.I., & Aigbokhan, E.I. (2013). Host range and preference of *Cuscuta campestris* (Yunck.) among common weeds in Benin City, Nigeria. *Nigerian Journal of Botany*, 26, 183-205. www.researchgate.net/publication/280876289

- Özgil, M., Torun, H., Eymirli, S., Üremiş, İ., & Tursun, N. (2019). Determination of weed frequencies and densities in sunflower (*Helianthus annuus* L.) fields in Adana province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 87-96. <https://www.researchgate.net/publication/336085854>
- Parker, C., & Riches, C.R. (1993). *Parasitic weeds of the world: Biology and control*. CAB International, Wallingford. 332pp.
- Qasem, J.R. (2008). Dodder (*Cuscuta* spp.) occurrence and natural hosts in Jordan. *Korean Journal of Weed Science*, 28 (4), 343-359. https://www.researchgate.net/publication/273446660_8
- Satıl, F., Tümen, G., & Selvi, S. (2017). Ethnobotanical features of parasitic plants distributed in Balıkesir/Turkey. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 10 (3), 7-11. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/biodicon/issue/55729/762124> .
- Sırrı, M., Özasan, C., & Fidan, M. (2020). Parasitic weed species and their hosts in Siirt province of Turkey. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 4 (4), 808-822. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss4pp806-820>
- Sokat, Y. (2019) Denizli ve Manisa illeri kekik (*Origanum onites*) fideliklerinde bulunan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 808-813. <https://doi.org/DOI:10.30910/turkjans.633605> .
- Söker, A., Koyuncu, O., Yaylacı, Ö., & Tokur, S. (2012) Eskişehir ve çevresindeki bazı tarım alanlarındaki tarla yabancı otlarının florası. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 109-127. <https://ofd.artvin.edu.tr/tr/download/article-file/25780>
- Şin, B., Öztürk, L., Sivri, N., Avcı, G.G., & Kadioğlu, İ. (2020). Weed hosts of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) in Northwestern Marmara Region of Turkey. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 30 (1), 80-86. <https://doi.org/DOI:10.18615/anadolu.727224> .
- TUIK. (2014). Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>
- Türkmen, N., & Düzenli, A. (1998). The flora of Dörtöyöl and Erzin district of Hatay province in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22 (2), 7. <https://journals.tubitak.gov.tr/botany/vol22/iss2/7>
- Üstüner, T. (2024). Bakla (*Vicia faba* L.) yetiştiriciliğinde tarla küskütü (*Cuscuta campestris* Yuncker) ile mücadele yöntemlerinin araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (1), 108-119. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1339568> .
- Yuncker, T.G. (1932). The genus *Cuscuta*. *Memoirs of the Torrey Botanical Club*, 18, 113-331.
- Zare, G., & Dönmez, A. (2020). *Cuscuta campestris* Yunck. morphology, anatomy and traditional use in Turkey. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 40 (1), 1-10. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1151385>

Farklı göz yükü uygulamalarının Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinde yaprak verimi ve bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri

The impact of varying levels of bud load treatments on the leaf yield and some physical properties of the Karaerik and Kabuğu Yufka grape varieties

Nalan Nazan KALKAN¹ , Abdurrahim BOZKURT^{1*} , Oktay Turgay ALTUN¹ , Zakine KADIOĞLU¹ ,
Bırol KARADOĞAN² , Selahattin ALBAYRAK³ , Rüstem CANGİ⁴ , Duran KILIÇ⁵ 

¹Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzincan, Türkiye.

²TAGEM, İdari İşler ve Koordinasyon Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

³Erzincan Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Erzincan, Türkiye.

⁴Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye.

⁵Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 27.05.2024 Accepted / Kabul: 29.07.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Asma yaprağı Göz yükü Karaerik Kabuğu Yufka <i>Vitis vinifera</i> L.</p> <p>Keywords: Vine leaf Bud load Karaerik Kabuğu Yufka <i>Vitis vinifera</i> L.</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Abdurrahim BOZKURT abdurrahimbozkurt@hotmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Bu çalışmada Erzincan yöresinde ticari olarak sarmalık asma yaprak üretiminin uygunluğu araştırılmıştır. Bu amaçla, yörede yetiştiriciliği yapılan ve yaprakları taze ve salamura olarak kullanılan Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitleri kullanılmıştır. Yaprak üretimi amacıyla kurulan bağda omcalara çift kollu sabit kordon terbiye şekli verilmiştir. Omcalara 2021- 2022 vejetasyon yıllarında 24, 36, 48, 60 göz/omca olacak şekilde 4 farklı göz yükü uygulanmıştır. Göz yükü uygulamalarının ve çeşitlerin yaprak verimi, yaprak ağırlığı, yaprak alanı, 100 gramdaki yaprak sayısı, yaprak sap uzunlukları, budama odunu ağırlığı, SPAD değerleri ile L*, a* ve b* değerleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, verim ve yaprak kalite özellikleri bakımından Karaerik üzüm çeşidi, uygulamalar bakımından ise genel olarak 60 göz/omca uygulaması ön plana çıkmıştır. Göz yükü uygulamalarına bağlı olarak yaprak verimi, yaprak ağırlığı, ortalama yaprak alanı, yaprak sayısı yaprak sap uzunlukları ve SPAD değerlerine ilişkin elde edilen veriler değişkenlik göstermiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>The suitability of commercial vine leaf production in the Erzincan region was investigated in this study. For this purpose, Karaerik and Kabuğu Yufka grape varieties, which are cultivated in the region and whose leaves are used as fresh and pickled, were used. In the vineyard established for the purpose of leaf production, double-armed fixed cord training was used. In the years of 2021 and 2022, four different bud loads were applied to the vines with 24, 36, 48, and 60 buds/vine, respectively. The effects of bud load treatments and cultivars on leaf yield, leaf weight, leaf area, number of leaves per 100 grams, petiole length, pruning wood weight, SPAD values and L*, a* and b* values were determined. As a result of the study, Karaerik grape variety was favoured in terms of yield and leaf quality characteristics while 60 buds/vine application came into prominence. The data obtained for the leaf yield, leaf weight, average leaf area, number of leaves, petiole lengths, SPAD values showed variability depending on the bud load treatments.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Kalkan, N.N., Bozkurt, A., Altun, O.T., Kadioğlu, Z., Karadoğan, B., Albayrak, S., Cangı, R., & Kılıç, D. (2024). Farklı göz yükü uygulamalarının Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinde yaprak verimi ve bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 769-781. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1490476</p>

GİRİŞ

Bağcılık, birçok ülkede kâr sağlayan bir ticaret kolu olarak kabul edilmektedir. Taze olarak tüketiminin yanı sıra, üzüm ve yan ürünleri besleyici ve işlevsel özellikler içermektedir (Dani ve ark., 2007). Üzümün yan bir ürünü olan asma yaprakları, çağlar boyunca bitkisel ilaç olarak kullanılmış ve günümüzde hala kullanılmaktadır (Rana ve ark., 2022). Özellikle Türkiye, Balkan ve Ortadoğu'da yaşayan milletlerin mutfaklarında uzun zamandan bu yana taze sarma ve dolma şeklinde tüketilen bir üründür (Sat ve ark., 2002; Doğan ve ark., 2015; Özcan ve ark., 2021). Bu kültür günümüzde artık yaprak bağcılığı adı altında ticari bir uğraş ve üretim seklini almıştır (Başoğlu ve ark., 1996; Cangı ve Yağcı, 2012; Cangı ve Yağcı, 2017). Son yıllarda asma yapraklarının taze veya konserve olarak tüketilmesine yönelik talepler hem yurt içi hem de Avrupa ülkelerinde artış göstermektedir (Cangı ve Yağcı, 2017). Bu artışa paralel olarak Türkiye'de salamura amaçlı asma yaprağı üretimi hızla artmakta ve bazı yörelerde ana ürün olan üzüm geliri ikinci plana atılmaktadır (Gülcü & Demirci, 2011; Altıntaş ve ark., 2020).

Bağcılık ile uğraşan üreticiler özellikle Mayıs-Haziran aylarında yaprak toplayarak, taze veya salamura şeklinde pazara sunmaktadır (Ağaoğlu ve ark., 1988). Nitekim, asma yaprağı hasat sonrası taze yaprak olarak rahatlıkla satılabilen, salamura yapıldığında ise yıl boyunca muhafaza edilerek nakde dönüştürülebilen ekonomik bir üründür. Üreticinin elinin en dar olduğu dönemde yapraktan elde edilen gelir, üreticiler için son derece kıymetli bir kazançtır (Kalkan ve ark., 2016; Cangı & Yağcı, 2017). Öte yandan bağcılık için özellikle ekolojinin çok uygun olmadığı bölgelerde yaprak üretiminin mümkün olması, yurt içi ve yurt dışında salamuralık asma yaprağı talebinin her geçen gün artması, birim alandan getirisinin yüksek olması, salamuralık asma yaprağı üretimine yönelik yetiştirme şeklini yeni bir üretim modeli olarak karşımıza çıkarmaktadır (Cangı & Yağcı, 2012). Bu yönü ile özellikle ekstrem sıcaklıkların yaşandığı bağcılık bölgelerinde asmalarda primer sürgünler hasar görse bile, üzüm alınamayan gözlerden yaprak almak mümkün olmaktadır. Bu bakımdan Türkiye'de hemen hemen her ilde az veya çok bağcılığın yapıldığı dikkate alındığında, yaprak bağcılığının hem üreticilere hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yaprak bağcılığının yukarıda belirtilen avantajları dikkate alınarak Erzincan bölgesinde sadece yaprak üretimi amacıyla bir bağ tesis edilmiştir. Yaprak bağcılığının bölgede yapılabilme olanağının araştırıldığı bu çalışmada, Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinde 4 farklı göz yükü uygulanarak, çeşitlerin yaprak verimleri ve yaprakların bazı fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Çalışma, yörede salamura yaprak üretimine yönelik bağcılık yapmak isteyen üreticilere bir yol gösterici niteliğini taşımakta olup, sadece yaprak üretimi amacıyla bölgede tesis edilmiş ilk bağ niteliğindeki araştırma bulgularını içermesi bakımından son derece önem taşımaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

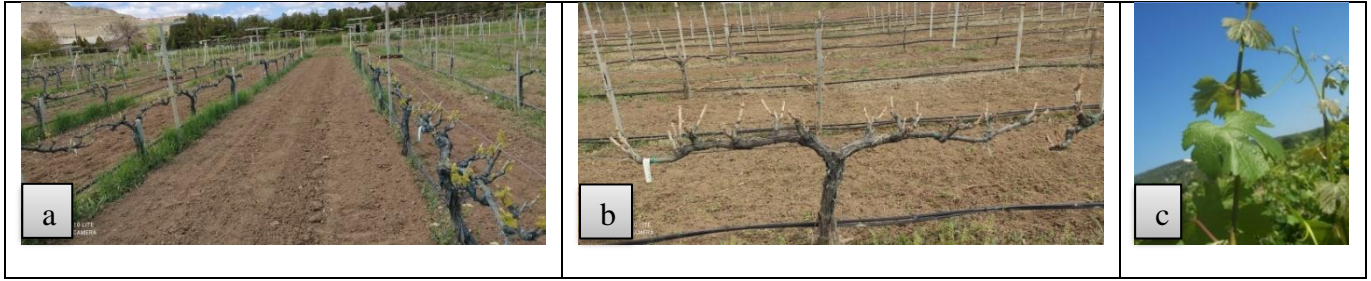
Materyal

Araştırma materyalini Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitleri oluşturmaktadır. Karaerik üzüm çeşidinin yaprakları büyük, ince, az dalgalı, beş loblu, parlak yeşil renkli, seyrek tüylü, belirgin dişli, yaprak sapı orta kalınlıkta, sap cebi 'U' veya 'V' şeklindedir. Kabuğu Yufka üzüm çeşidinin yaprakları büyük, beş loblu, sarımsak yeşil renkli, seyrek yün tüylü, yaprak sapı orta kalınlıkta ve sap cebi kapalıdır.

Yöntem

Deneme 2021 ve 2022 yılları olmak üzere iki yıl tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan çeşitler çift T destek sistemi ile desteklenerek çift kollu sabit kordon terbiye şekli verilmiştir. T destekleri 30 ve 50 cm uzunlukta hazırlanmış ilk tel gövde yüksekliğinden 70 cm, ikinci ve üçüncü teller ise 110 cm ve 180 cm mesafelerden çekilmiştir (Şekil 1a). Deneme bağı 2 x 2 m aralıklarda kurulmuş terbiye sisteminin oluşturulma aşaması tamamlandıktan sonra, 24 (12 sürgün x 2 göz); 36 (12 sürgün x 3 göz); 48 (12 sürgün x 2-3 göz) ve 60 (12 sürgün x 2-3 göz) göz/omca olmak

üzere 4 farklı göz yükü uygulanmıştır (Şekil 1b). Her iki yılda da ilk yaprak hasadı çiçeklenme öncesi (Haziran ayının ilk haftası), son yaprak hasadı ise Temmuz ayının son haftasında yapılmıştır. Bu amaçla, sürgünler üzerinde uçtan itibaren olgun yaprakların 2/3 büyüklüğüne erişen, 4. 5. ve 6. yapraklar hasat edilmiştir (Kılıç, 2007) (Şekil 1c). Sezon boyunca 5-6 defa yaprak hasat edilmiştir. Araştırma bağı Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Bahçeliköy arazisinde kurulmuştur. Bağın bulunduğu rakım 1299 m yükseklikte olup, koordinatları 39°45'02.26''K ve 39°21'47.34'' D'dur. Deneme bağının bulunduğu lokasyonda 2021 ve 2022 yıllarında sırasıyla Haziran ayında ortalama sıcaklık 20.86-20.54°C; nispi nem % 43.55-52.72; toplam yağış 22.20-50.4 mm; Temmuz ayında ise ortalama sıcaklık 24.82-23.51°C; nispi nem % 40.14-40.11; toplam yağış 22.60-0.8 mm'dir (FieldClimate, 2023). Deneme bağı arazisi killi-tınlı toprak yapısındadır. Deneme bağında mart ayında taban gübrelemesi, akabinde azotlu gübrelemeler yapılmıştır. Aralık-Mart döneminde 25 kg da⁻¹ potasyum sülfatlı gübre, dekara net 10-12 kg azot ikiye bölünerek, ilk kısım uyanmaya yakın, ikinci kısım ikinci yaprak hasadından sonra Haziran ortasında uygulanmıştır. Ayrıca omca başına 300 g hümkik asit, 4-5 kg çiftlik gübresi Mart ayında verilmiştir. Bağda sulama, 10-12 gün ara ile damla sulama şeklinde gerçekleştirilmiştir. Hastalık ve zararlılara karşı mücadele standart ilaçlama programına göre yapılmıştır.



Şekil 1. (a) Deneme bağı, (b) 48 göz yükü uygulanmış bir omca, (c) Hasat edilen yaprak örneği
Figure 1. The experimental vineyard (a), a single vine with 48 buds load (b), Harvested leaf sample (c)

Yaprak verimi

Hasat döneminde toplanan yapraklar tartılarak omca başına (g/omca) ve dekara (kg da⁻¹) verim olarak belirlenmiştir.

Yaprak ağırlığı

Her bir çeşit için seçilen yapraklar gram (g) cinsinden tartılmıştır.

Yaprak alanı

Her bir çeşit için seçilen yapraklar önce CANON marka tarayıcıda taratıldıktan sonra yaprak alanları ImageJ programında hesaplanmıştır. (Versiyon no: 1.53b 31 May 2020, üretici firma: National Institutes of Health, firma adres bilgileri: imagej.net).

100 gramdaki yaprak sayısı

Her çeşide ait yapraklardan hasat sonunda taze asma yaprakları tartılarak 100 gramdaki yaprak adedi belirlenmiştir.

Yaprak sap uzunlukları

Cetvel yardımı ile santimetre (cm) cinsinden ölçülmüştür.

Budama odunu ağırlığı

Omca başına kilogram (kg) olarak hesaplanmıştır.

SPAD değerleri

Konica Minolta (SPAD-502 Plus) markalı SPAD klorofil içeriği değeri okuyucu ile her bir çeşidin yapraklarında 3 yönlü (sağ, orta ve sol loblar) ölçüm yapılarak klorofil içerikleri belirlenmiştir.

L*, a*, b* değerleri

Renk ölçümleri, yaprağın 3 farklı noktasından (sağ, orta ve sol loblar) renk ölçer cihazı (Konica Minolta/CR-400) kullanılarak yapılmıştır. Yaprak renginin ifade edilmesinde L*, a*, b* renk alanı koordinatları (CIELAB) kullanılmıştır. Renk ölçer, ölçüm başlangıcında cihazın beyaz standart kalibrasyon plakası (L*=97.52; a*=- 5.06; b*=3.57) ile kalibre edilmiştir (McGuire, 1992).

Verilerin analizi

Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde altışar adet omca üzerinden tasarlanmıştır. Elde edilen verilere JUMP 7.0.1 (Versiyon no: v7.0.1 March 2014, üretici firma: SAS Institute, Firma adresi: jmp.com). versiyonlu istatistik programında varyans analizi yapıldıktan sonra ortalamalar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA**Çeşit ve göz yükü uygulamalarının yaprak verimi ve dekara yaprak üzerine etkileri**

Çeşitlerde farklı göz yükü uygulamalarının yaprak verimine etkileri Çizelge 1’de verilmiştir. Uygulamaların ve çeşitlerin 2021 yılındaki ortalama yaprak verimleri Karaerik çeşidinde 1985.8 g/omca, Kabuğu Yufka çeşidinde ise 1514.6 g/omca olarak tespit edilmiştir. Göz yükü uygulamalarının yaprak verimi çeşitler arasında her iki yılda istatistik açıdan önemli (P<0.05) bulunurken, ikinci yılda uygulamalar arasındaki farklar da önemli bulunmuştur. En yüksek yaprak verimi yıllar itibarıyla sırasıyla Karaerik çeşidinde 2063.4 - 2164.8 g/omca, Kabuğu Yufka çeşidinde ise 1670.5 - 1673.2 g/omca olarak saptanmıştır (Çizelge 1).

Çeşitlerde göz yükü uygulamalarının yaprak verimine etkisi Çizelge 2’te verilmiştir. Karaerik çeşidinde yıllara göre 496.45 - 504.19 kg da⁻¹, Kabuğu Yufka çeşidinde ise 378.64 - 386.36 kg da⁻¹ arasında yaprak elde edilmiştir. İkinci yılda Karaerik ve Kabuğu Yufka çeşitlerinde 60 göz/omca uygulaması ön plana çıkmıştır (Çizelge 2).

Araştırmada, çeşit ve göz yükü uygulamalarının yaprak hasadı, omca başına ve dekara yaprak verimi üzerine etkileri bakımından dönemlere göre hasat edilen yaprak miktarında Karaerik üzüm çeşidi (1985.8-2016.8 g omca) ön plana çıkmıştır. Göz yükü arttıkça yaprak verimi artmış ve her iki yılda da en yüksek yaprak verimi 60 göz (1866.9-1918.9 g omca) uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Çizelge 1. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının omca başına yaprak verimine etkileri (g/omca)

Table 1. The effect of cultivar and bud load treatments on leaf yield per vine (g/vine)

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	1948.0 öd	1959.1	1972.8	2063.4	1985.8 a
	Kabuğu Yufka	1501.7	1409.4	1476.7	1670.5	1514.6 b
	Uygulama ana etkisi	1724.8 öd	1684.3	1724.7	1866.9	
2022	Karaerik	1967.5 öd	1935.8	1998.9	2164.8	2016.8 a
	Kabuğu Yufka	1536.7	1423.9	1548.2	1673.2	1545.5 b
	Uygulama ana etkisi	1752.1 b	1679.8 b	1773.5 b	1918.9 a	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05). The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05). öd: önemli değil, öd: not significant

Çizelge 2. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının dekara yaprak verimine etkisi (kg dekar⁻¹)

Table 2. The impact of variety and bud load treatments on leaf yield per decare (kg decare⁻¹)

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	486.98	489.79	493.19	515.83	496.45 a
	Kabuğu Yufka	375.43	352.34	369.18	417.62	378.64 b
	Uygulama ana etkisi	431.21	421.06	431.19	466.72	
2022	Karaerik	491.88	483.95	499.72	541.2	504.19 a
	Kabuğu Yufka	384.17	355.96	387.05	418.29	386.36 b
	Uygulama ana etkisi	438.02 b	419.95 b	443.39 b	479.74 a	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). *The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$).* ^{od}: önemli değil, ^{od}: not significant

Cangi ve ark. (2005) Tokat ilinde üreticilerin 3-4 dekardan 333.75 kg yaprak hasat ettiklerini bildirmişlerdir. Kılıç (2007) Narince üzüm çeşidinde farklı budama seviyelerinin omca başına ve dekara yaprak verimini etkilediğini bildirmiştir. Araştırmacı dekara yaprak veriminin goble sisteminde 338.68-440.63 kg da⁻¹ (12 göz), kordon sisteminde ise 260.5 (16 göz) – 392.76 kg da⁻¹ (24 göz) arasında değiştiğini tespit etmiştir. Delikanlıoğlu (2015) Erciş üzüm çeşidinde en düşük yaprak verimini 788.2 g (16 göz/asma) en yüksek yaprak verimini ise 798.4 g (24 göz/asma) olarak tespit etmiştir. Mevcut araştırmada omca başına yaprak ve dekara yaprak verimine ilişkin bulgular yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile kısmen benzeşmektedir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, yaprak verimi üzerine çeşit, göz yükü, toprak yapısı, dikim sıklığı, terbiye sistemi, omacanın yaşı, hasat miktarı ve kültürel işlemlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Çelik ve ark., 1998; Özcan ve ark., 2004; Kılıç, 2007; Cangi & Yağcı 2017; Altıntaş ve ark., 2023).

Çeşit ve göz yükü uygulamalarının yaprak ağırlığı ve yaprak alanı üzerine etkileri

Çeşit ve göz yükünün yaprak ağırlığına etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Her iki yılda da çeşitler ve uygulamalar bakımından elde edilen veriler istatistik açıdan önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Karaerik çeşidinde yaprak ağırlıkları ilk yıl 3.84 - 4.16 g; ikinci yıl 3.93 - 4.39 g arasında, Kabuğu Yufka çeşidinde ilk yıl 3.20 - 3.35 g; ikinci yıl 3.56 - 3.76 g arasında değişmiştir (Çizelge 3). Çeşit ve göz yükünün yaprak alanına etkileri ise Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşit ve göz yükünün yaprak alanı üzerine etkisi her iki yılda da çeşit ortalamalarında istatistik olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yaprak alanı yıllar itibarıyla Karaerik çeşidinde ortalama 175.15 - 170.91 cm²; Kabuğu Yufka çeşidinde ise 160 - 155.2 cm² olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Çeşit ve göz yükü uygulamaların yaprak ağırlığı üzerine etkisi (g/adet)

Table 3. The effect of cultivar and bud load treatments on leaf weight (g/pcs)

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	4.16	4.16	3.91	3.84	4.02 a
	Kabuğu Yufka	3.35	3.26	3.21	3.20	3.25 b
	Uygulama ana etkisi	3.75 a	3.72 a	3.56 b	3.52 b	
2022	Karaerik	4.39	4.30	4.01	3.93	4.16 a
	Kabuğu Yufka	3.76	3.68	3.65	3.56	3.66 b
	Uygulama ana etkisi	4.07a	3.99 ab	3.83 bc	3.75 c	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). *The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$).* ^{öd}: önemli değil, ^ö: not significant

Çizelge 4. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkisi (cm²)Table 4. The effect of cultivar and bud load treatments on leaf area (cm²)

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	189.04	177.11	169.15	165.30	175.15 a
	Kabuğu Yufka	168.13	160.13	161.40	150.21	159.97 b
	Uygulama ana etkisi	178.6 a	168.6 ab	165.3 bc	157.8c	
2022	Karaerik	177.50 ^{öd}	174.69	165.79	165.68	170.91 a
	Kabuğu Yufka	157.79	157.46	153.77	151.99	155.24 b
	Uygulama ana etkisi	167.64 ^{öd}	166.07	159.77	158.83	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). *The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$).* ^{öd}: önemli değil, ^ö: not significant

Yaprak ağırlığı bakımından Karaerik çeşidi (3.75 - 4.07 g), uygulamalar bakımından ise 24 ve 36 göz yükü (3.72-3.99 g) uygulamaları ön plana çıkmıştır. Göz yükü arttıkça yaprak ağırlığı azalmıştır (Çizelge 3). Ortalama yaprak alanı Karaerik üzüm çeşidinde daha yüksek bulunmuştur. Her iki çeşitte göz yükü arttıkça yaprak alanı azalmıştır (Çizelge 4).

Kara ve Özeker (1999) en yüksek yaş yaprak ağırlığını sırasıyla Ramsey (7.037 g), Harmony (5.874 g), 99 R (5.850 g) ve Dogridge (5.797 g), en düşük değerleri ise 1613 C anacında (5.032 g) tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Kara ve Akın (2011) Müşküle üzüm çeşidinde yaprak ağırlığının kontrol grubunda 3.31 g ile 4.70 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mevcut araştırmada, yaprak yaş ağırlığına ilişkin elde edilen veriler Kara ve Akın (2011)'nin bulgularına yakın iken, Kara ve Özeker (1999)' in bulgularından daha düşüktür. Bu farklılıkların çeşit, göz yükü, yaprak alma dönemi, ekoloji ve kültürel uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, birçok araştırmacı, yaprak özelliklerinin iklim, çeşit, gübreleme ve uygulanan kültürel işlemlere göre değişiklik gösterebileceğini bildirmişlerdir (Uzun, 1996; Yağmur, 2008; Kara ve Akın, 2011; Köse, 2014; İlhan, 2023). Benzer şekilde, Gentry, (1969) ve Dilcher (1973) yaprak özelliklerinin ekolojik faktörlerin etkisi altında olduğunu ve bu durumun ekolojinin bir parçası olarak ele alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Kara ve Akın (2011) Müşküle üzüm çeşidinde kontrol grubunda bulunan asmaların yaprak alanını; 148.98 cm² ile 198.94 cm² arasında, Bekişli (2014) ise bazı anaçlarda ortalama yaprak alanını 57.2 cm² (99 R) ile 169.1 cm² (41 B) arasında değiştiğini, bazı üzüm çeşitlerinde ise bu değerlerin 107.2 cm² (Perlette) ile 163.9 cm² (Şiraz) arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Doğan ve ark. (2018) 28 farklı üzüm çeşidinin yaprak alanlarını 57.50 ± 2.36 cm² ile 129.45 ± 5.60 cm² arasında, Sucu ve ark. (2020) inceledikleri anaçlarda yaprak alanının; 22.5 cm² (110 R) ile 157.3 cm² (1103 P) arasında, çeşitlerde ise; 21.1 cm² ile

178.8 cm² (Alphonse Lavallée) arasında değiştiğini saptamışlardır. Çelik ve Kök (2011) çeşitler arasında bulunan ortalama yaprak alanı değerlerinin birbirinden farklılık göstermesinin olağan bir durum olduğunu bildirmişlerdir. Bekişli (2014) şaraplık çeşitlerle sofralık çeşitler arasında yaprak alanı bakımından farklılıklar saptamıştır. Dahası renkli ve beyaz çeşitler arasında da farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Doğan ve ark. (2018) yaprak alanına ilişkin elde edilen değerlerin kullanılan yöntemle göre değişkenlikler gösterebileceğini saptamıştır. Sucu ve ark. (2020) yaprak alanının çeşitlere, ekolojilere ve kültürel uygulamalara göre değişebildiğini ve bu değişimin bir sürgün üzerinde bulunan boğumlara göre de farklı olduğunu saptamışlardır. Araştırmada yaprak alanına ilişkin elde edilen bulgular Kara ve Akın (2011), Bekişli (2014) ve Sucu ve ark. (2020)'nin bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Çeşit ve göz yükü uygulamalarının 100 gramdaki yaprak sayısı ile yaprak sap uzunluklarına etkileri

Çeşit ve göz yükünün yaprak sayısına etkileri Çizelge 5'de verilmiştir. Her iki yılda 100 gramda yaprak sayısı, Kabuğu Yufka çeşidinde daha yüksek saptanmıştır. İkinci yılda uygulamaların yaprak sayısına etkisi istatistik olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yüz grama giren yaprak sayısı ortalama olarak en fazla 60 göz/omca uygulamasında (28.41 - 27.25 adet), en az 24 göz/omca (26.40 - 25.17 adet) uygulamasında saptanmıştır. Çeşitlerde göz yükü arttıkça yaprak sayısı artmıştır (Çizelge 5).

Turhan ve ark. (2005) kontrol grubunda 1103 P anacında yaprak sayısını 4.1, 420 A anacında 2.3, 5 BB anacında 4.2 adet olarak tespit etmişlerdir. Kılıç (2007) Narince üzüm çeşidinde 100 gramdaki yaprak sayısını kontrol grubunda 33.76 - 35.36 adet arasında tespit etmiştir. Owayurt ve Söylemezoğlu (2023) beş farklı üzüm çeşidinde 100 gramda yaprak sayısını 23 adet (Emir) ile 37 adet (Sultani Çekirdeksiz) arasında tespit etmişlerdir. Altıntaş (2023) yaprak üretimi yapılan modelde 100 gramda bulunan yaprak sayısını ilk yıl 35.98, ikinci yıl 36.03 adet olarak bulmuştur. Kara ve Baçevli (2012) kontrol grubunda yer alan 41 B anacında yaprak sayısını 31, 99 R anacında 31.3, 110 R anacında 29.0, 140 Ru anacında 11.31, 1103 P anacında 15.86 adet olarak saptamıştır. Yüz grama giren yaprak sayısına ilişkin bulgular, Kılıç (2007) ile Altıntaş (2023)'in bulgularından düşük iken, Kara ve Baçevli (2012) ile Owayurt ve Söylemezoğlu (2023)'nin bulguları ile benzerlik teşkil etmektedir. Her iki çeşitte göz yükü arttıkça yaprak sayısının artmış olması Kılıç (2007)'in bulguları ile benzeşmektedir.

Çizelge 5. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının 100 gramda bulunan yaprak sayısı üzerine etkisi

Table 5. The effect of variety and bud load treatments on the number of leaves per 100 grams

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	24.07 ^{öd}	24.31	25.07	25.42	24.72 b
	Kabuğu Yufka	28.73	30.73	31.20	31.40	30.52 a
	Uygulama ana etkisi	26.40 ^{öd}	27.52	28.13	28.41	
2022	Karaerik	23.17 ^{öd}	23.67	25.17	25.67	24.42 b
	Kabuğu Yufka	27.17	27.83	28.00	28.83	27.96 a
	Uygulama ana etkisi	25.17 b	25.75 ab	26.58 ab	27.25 a	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).

The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$). ^{öd}: önemli değil, ^{öd}: not significant

Karaerik ve Kabuğu Yufka çeşitlerinde çeşit ve göz yükünün yaprak sap uzunluklarına etkileri Çizelge 6'da verilmiştir. Her iki yılda çeşitler arasındaki fark istatistik olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yaprak sap uzunlukları yıl ve uygulamalar bakımından değişkenlik göstermiştir. Ortalama yaprak sap uzunlukları Karaerik çeşidinde, 6.43 - 6.83 cm arasında, Kabuğu Yufka çeşidinde ise 6.99-7.88 cm arasında değişmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının yaprak sap uzunlukları üzerine etkisi (cm)

Table 6. The effect of variety and bud load treatments on leaf stem length (cm)

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	6.74 ^{öd}	6.70	6.43	6.60	6.61 b
	Kabuğu Yufka	7.28	7.33	7.37	6.99	7.24 a
	Uygulama ana etkisi	7.01 ^{öd}	7.01	6.90	6.79	
2022	Karaerik	6.83	6.66	6.62	6.55	6.70 b
	Kabuğu Yufka	7.88	7.62	7.62	7.61	7.69 a
	Uygulama ana etkisi	7.35	7.14	7.12	7.08	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). *The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$).* ^{öd}: önemli değil, ^{öd}: not significant

Bekişli (2014) bazı anaçlarda ortalama en düşük yaprak sap uzunluğunu 99 R anacında (2.86 cm), en yüksek değeri 41 B anacında (9.49 cm) belirlemiş, çeşitlerde ise ortalama en düşük değeri Italia (5.99cm), en yüksek değeri ise Şiraz (8.66 cm) çeşidinde tespit ettiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular, Bekişli (2014)'nin çeşitlerde tespit ettiği yaprak sap uzunlukları değerleri arasında yer almaktadır. Çeşitler arasında yaprak sap uzunlukları bakımından farklılıklar olabilmektedir. Nitekim Çelik (2011) yaprak sap uzunlukları ve kalınlıklarının çeşitlere ve anaçlara göre değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmada renkli bir çeşit olan Karaerik çeşidinin sap uzunluğu beyaz bir çeşit olan Kabuğu Yufka çeşidinden daha kısa olarak saptanmıştır. Bekişli (2014) yaprak sapı uzunluğu bakımından beyaz ve renkli çeşitler arasında kesin bir farklılıktan söz etmenin mümkün olmadığını bildirmiş, fakat incelediği sofralık çeşitlerden beyaz çeşitlerin (Italia ve Perlette) yaprak sapının renkli bir çeşit olan Cardinal çeşidine göre daha kısa olduğunu saptamıştır. Araştırmanın her iki yılında göz sayısının artması ile birlikte sap uzunlukları kısalmıştır. Yaprak sapının kılmasını yaprak alanının küçülmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, Sucu ve ark. (2020) yaprak alanı ile yaprak sap uzunluğu, L1 damar uzunluğu, aya genişliği ve uzunluk \times genişlik arasında yüksek korelasyon bulunduğunu ancak gerçek yaprak alanı ile uzunluk \times genişlik arasındaki korelasyon katsayısının daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çeşit ve göz yükü uygulamalarının budama odunu ağırlığı üzerine etkileri

Karaerik ve Kabuğu Yufka çeşitlerinde çeşit ve göz yükünün budama odunu ağırlığına etkileri Çizelge 7'de verilmiştir. Çeşit ve göz yükünün budama odunu ağırlığına ilişkin bulgular istatistik açıdan 2'nci yıl önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Karaerik üzüm çeşidinde budama odunu ağırlığı 2.03 - 2.64 kg, Kabuğu Yufka üzüm çeşidinde ise 2.12 - 2.53 kg arasında tespit edilmiştir. 24 göz uygulaması dışındaki uygulamalarda göz yükü arttıkça budama odunu ağırlığı artmıştır (Çizelge 7).

Küpe ve Köse (2015) Baran sistemi ile kurulmuş Karaerik üzüm çeşidinde budama odunu ağırlığının 2.24 kg ile 3.59 kg arasında değiştiğini, göz sayısındaki artışla birlikte budama odunu ağırlığının da arttığını bildirmişlerdir. Kalkan ve ark. (2022) Karaerik üzüm çeşidinde yıllara göre değişmekle birlikte budama odunu ağırlıklarını; 1.5 kg ile 3.4 kg arasında tespit ettiklerini ve göz sayısı arttıkça budama odunu ağırlığının da arttığını saptamışlardır. Mevcut çalışmada, her iki çeşitte budama odunu ağırlığına ilişkin elde edilen veriler Küpe ve Köse (2015) ile Kalkan ve ark. (2022)'nin bulguları ile uyumlu gözükmektedir.

Çizelge 7. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının budama odunu ağırlığı üzerine etkisi (kg)

Table 7. The effect of variety and bud load treatments on the weight of pruned wood (kg)

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	2.64 ^{öd}	2.03	2.15	2.48	2.32 ^{öd}
	Kabuğu Yufka	2.26	2.15	2.19	2.19	2.20
	Uygulama ana etkisi	2.40 ^{öd}	2.09	2.17	2.33	
2022	Karaerik	2.18 ^{öd}	2.03	2.06	2.28	2.14 a
	Kabuğu Yufka	2.35	2.12	2.41	2.53	2.35 b
	Uygulama ana etkisi	2.26 ^{öd}	2.07	2.23	2.41	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$). ^{öd}: önemli değil, ^{öd}: not significant

Çeşit ve göz yükü uygulamalarının SPAD değerleri üzerine etkileri

Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinin yapraklarında ölçülen SPAD değerlerine ait veriler Çizelge 8'de verilmiştir. Göz yükü uygulamaları ve çeşit x göz yükü interaksiyonunun yaprak SPAD değerine etkisi istatistik olarak çeşitler arasında önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Her iki çeşitte göz yükü arttıkça SPAD değerleri düşmüştür. SPAD değerleri uygulamalara göre Karaerik üzüm çeşidinde; 30.21 ile 33.01, Kabuğu Yufka çeşidinde 29.38 ile 40.23 arasında değişmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Çeşit ve göz yükü uygulamalarının taze yapraktaki SPAD değerleri üzerine etkisi

Table 8. The effect of variety and bud load treatments on SPAD values in fresh leaves

Yıl	Çeşit	Uygulamalar (göz yükü/omca)				Çeşit ana etkisi
		24	36	48	60	
2021	Karaerik	30.40 ^{öd}	30.25	30.61	30.21	30.77 ^{öd}
	Kabuğu Yufka	40.23	30.40	29.57	29.38	29.90
	Uygulama ana etkisi	30.32 ^{öd}	30,32	30,09	29.80	
2022	Karaerik	33.01 ^{öd}	32.42	31.67	31.81	32.23 a
	Kabuğu Yufka	31.52	31.51	31.32	31.08	31.36 b
	Uygulama ana etkisi	32.27 ^{öd}	31.96	31.50	31.44	

Aynı sütunda farklı harfler ile belirtilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). The differences between the means indicated with different letters in the same column are statistically significant ($P<0.05$). ^{öd}: önemli değil, ^{öd}: not significant

Gargin (2011) bazı Amerikan asma anaçlarının SPAD değerlerinin; 20.62 - 30.19 arasında değiştiğini bildirmiştir. Doğan ve ark. (2020) ise gölgede ve güneşte bulunan yapraklarda SPAD değerlerinin değiştiğini belirlemiş, en düşük SPAD değeri Bineteti 2 çeşidinde 22.32 (gölge), en yüksek SPAD değeri, Reşe Alya çeşidinde 45.78 (güneş) olarak saptanmıştır. Balıkcı ve ark. (2021) Trakya İlkeren çeşidinde SPAD değerini tam çiçeklenme döneminde 26.3 ve olgunluk döneminde 36.7 olarak saptamıştır. Doğan ve ark. (2023) Heuk Boseok, Gök Üzüm, Kyoho ve Ekşi Kara çeşitlerinin yaprak klorofil içerikleri arasındaki farkları önemli bulmuşlar, inceledikleri çeşitlerin klorofil içeriklerini sırasıyla, 33.30 ± 0.26 , 25.08 ± 0.88 , ve 32.97 ± 1.83 , 25.28 ± 0.78 olarak saptamışlardır. Aynı araştırmacılar SPAD değerleri üzerine çeşit ve yaprağın alındığı konumun (gölge/güneş) etki ettiğini saptamışlardır. Kutbay ve Kılınc

(1992) yapraklarda bulunan klorofil miktarının hayat formu, mevsim ve ışık koşulları gibi faktörlerin etkisi ile geniş bir değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Çeşitlerin yaprak SPAD değerlerine ilişkin elde ettiğimiz bulgular yukarıdaki araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Çeşit ve göz yükü uygulamalarının L*, a* ve b* değerleri üzerine etkileri

Karaerik ve Kabuğu Yufka çeşitlerinde göz yükü uygulamalarının L*, a* ve b* değerlerine etkisi Çizelge 9'da verilmiştir. Karaerik üzüm çeşidinde L* değerleri 43.05-47.58, a* değerleri -18.26- ve -18.65, b* değerleri 26.55-17.95 arasında değişmiştir. Kabuğu Yufka çeşidinde L* değerleri 42.72-45.87, a* değerleri -17.87 ve -19.41, b* değerleri 26.45-27.82 arasında değişmiştir (Çizelge 9). Karaerik çeşidinin L* değeri Kabuğu Yufka çeşidinden daha yüksek tespit edilmiştir. Bu durum, Karaerik çeşidinin Kabuğu Yufka çeşidine göre bir miktar daha parlak renge sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 9. Çeşit ve göz yükünün L*, a* ve b* değerleri üzerine etkisi

Table 9. The effect of variety and bud load treatments on L*, a* and b* values

Çeşit	Göz yükü/omca	2021			2022		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Karaerik	24	43.050	-18.538	26.553	47.583	-18.572	28.853
Karaerik	36	43.267	-18.538	27.915	46.922	-18.261	27.682
Karaerik	48	43.365	-18.650	27.462	47.008	-18.268	27.482
Karaerik	60	43.678	-18.538	28.338	47.112	-18.493	28.548
K.Yufka	24	42.722	-19.412	27.267	45.875	-18.137	27.154
K.Yufka	36	42.843	-19.072	27.828	45.822	-17.875	26.454
K.Yufka	48	42.850	-19.352	27.317	45.239	-18.049	26.557
K.Yufka	60	42.870	-19.360	27.297	45.373	-18.221	27.286

Itten (1996)'nin renk teorisindeki temel kavramlara göre "a*" değeri bakımından her iki çeşit yeşil alanda yer almıştır. "b*" değeri bakımından ise çeşitler renk evreninde sarı alanda yer almıştır. Öte yandan, Kılıç (2007) farklı terbiye sistemi ve göz yükü uygulamalarının yaprak SPAD değerlerini etkilediğini bildirmiştir. Uyak ve ark. (2020) çeşitler ve anaçlar arasında SPAD değerlerinin değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada, çeşitlerin L*, a* ve b* değerlerine ilişkin bulgular yukarıda verilen araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak; yapılan bu çalışma ile Erzincan ilinde üretimi yapılan Karaerik ve Kabuğu Yufka üzüm çeşitlerinin yapraklık performansları belirlenmiştir. Yaprak hasadı, yaprak verimi ve dekara yaprak verimi bakımından Karaerik üzüm çeşidi ön plana çıkmıştır. En yüksek yaprak verimi; dört farklı göz yükü uygulamasından (24, 36, 48, 60 göz/omca) her iki çeşitte de 60 göz uygulamasından elde edilmiştir. Göz yükü arttıkça yaprak verimi artarken, yaprak ağırlığı ve yaprak alanı azalmış fakat yaprak sayısı artmıştır. Ortalama yaprak alanı Karaerik üzüm çeşidinde daha yüksek bulunmuştur. Araştırmada göz sayısının artması ile birlikte yaprak sap uzunlukları kısalmıştır. Çeşitlerde göz yükü arttıkça SPAD değerleri düşmüştür. Renk değerleri bakımından Karaerik çeşidinin Kabuğu Yufka çeşidine göre bir miktar daha parlak renge sahip olduğu belirlenmiştir. Bölgede sadece yaprak üretimine yönelik bağ tesisinin ekonomik açıdan analiz edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Nitekim ekonomik analiz sonucu elde edilecek bulgular bağcılıkla uğraşan yöre üreticilerine üzüm mü? yaprak mı? veya üzüm ve yaprak birlikte mi? gibi sorularına cevap vermesi açısından son derece önem teşkil etmektedir.

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

- Ağaoğlu, Y.S., Yazgan, A., & Kara, Z. (1988). Tokat yöresinde yaprak salamuracılığına yönelik asma yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. *Türkiye II. Bağcılık Sempozyumu*, Bursa, 315-326.
- Altıntaş, A., Altıntaş, G., Aydın, M., Kılıç, D., Yalçın, K., Çiçek, A., & Kiracı, M.A. (2023). Bağcılıkta farklı üretim modellerinin üzüm ve yemeklik asma yaprağı üretiminde verim ve kalite üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12 (2), 149-164.
- Balıkçı, E., Tangolar, S., & Ada, M. (2021). Trakya İlkeren üzüm çeşidinde organik ve inorganik madde uygulamalarının verim ile bazı kalite ve ekofizyolojik özellikler üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10 (2), 255-264. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1646255>
- Banjanin, T., Uslu, N., Vasic, Z.R., & Özcan, M.M. (2021). Effect of grape varieties on bioactive properties, phenolic composition, and mineral contents of different grape-vine leaves. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45 (2), e15159. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15159>
- Başoğlu, F., Şahin, İ., Korukoğlu, M., Uylaşer, V., & Akpınar, A. (1996). Salamura yaprak üretiminde fermentasyon şekli ve katkı maddelerinin kalite ve dayanıklılığa etkisinin araştırılması ve uygun tekniğin geliştirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20, 535-545.
- Bekişli, M.İ. (2014). Harran Ovası koşullarında yetiştirilen bazı asma çeşitleri ile Amerikan asma anaçlarının yaprak ve stoma özelliklerinin belirlenmesi. [Doktora Tezi, Harran Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Cangi, R., & Yağcı, A. (2012). Iğdır yöresinde salamuralık asma yaprağı üretim imkanları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2 (2 Sp: A), 9-14. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/89164>
- Cangi, R., Kaya, C., Kılıç, D., & Yıldız, M. (2005). Tokat yöresinde salamuralık asma yaprak üretimi, hasad ve işlemede karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. 6. *Ulusal Bağcılık Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 2, 632-640.
- Cangi, S.Ö., Cangi, R., & Oruç, E. (2017). Salamuralık asma yaprak üreticilerinin tarım sigortasına yaklaşımları: Tokat ili örneği. *Türk Tarım Gıda, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (12), 1640-1650. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i12.1640-1650.1605>
- Çelik, S. (1998). *Bağcılık (Ampeloloji)*. Anadolu Matbaa Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti. İstanbul, 426s.
- Çelik, S. (2011). *Bağcılık (Ampeloloji) Cilt 1 (3. Baskı)*. Anadolu Matbaa San. ve Tic. Ltd. Şti., Tekirdağ, 428 s.
- Çelik, S., & Kök, D. (2011). Asma yaprağında ağırlık-alan ilişkisinden gerçek alanın bulunması. *Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı*, 117-120.
- Dani, C., Oliboni, L.S., Vanderlinde, R., Bonatto, D., Salvador, M., & Henriques, J.A.P. (2007). Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically or conventionally-produced grapes. *Food and Chemical Toxicology*, 45 (12), 2574-2580.
- Delikanlioğlu, S. (2015). Erciş üzüm çeşidinde budama şiddeti uygulamalarının üzüm ve salamuralık yaprak verim ve kalitesi üzerine etkileri. [Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Dilcher, D.L. (1973). The Eocene floras of southeastern North America. In, A. Graham. (Ed.). *Vegetation and vegetational history of Northern Latin America*. Pp. 39-59. Elsevier, New York.

- Dogan, A., Uyak, C., Keskin, N., Akcay, A., Sensoy, R.I.G., & Ercisli, S. (2018). Grapevine leaf area measurements by using pixel values. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 71 (6), 772-779.
- Dogan, Y., Nedelcheva, A., Łuczaj, Ł., Drăgulescu, C., Stefkov, G., Maglajlić, A., Ferrier, J., Papp, N., Hajdari, A., Mustafa, B., Dajić-Stevanović, Z., & Pieroni, A. (2015). Of the importance of a leaf: the ethnobotany of sarma in Turkey and the Balkans. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11, 1-15. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s13002-015-0002-x.pdf>
- Doğan, O., Kara, Z., Yazar, K., & Ekinci, H. (2023). Diploit ve tetraploit asma genotiplerinde polipolidi doğrulama yöntemlerinin testi. *Bahçe*, 52 (Özel Sayı 1), 10-17. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2976765>
- FieldClimate (2023). *FieldClimate by Pessl*. <https://fieldclimate.com/auth/login?returnUrl=%2Fdashboard>
- Gargın, S. (2011). Bağcılıkta kullanılan farklı Amerikan asma anaçlarının yaprak klorofil yoğunluklarının (SPAD) belirlenmesi, *Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi*, 27-30 Nisan, Eskişehir, 1-4.
- Gentry, H.S. (1969). Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Economic Botany*, 23 (1), 55-69.
- Gülcü, M., & Demirci, A. (2011) Salamuraya işlenen bazı asma yapraklarının kalite özellikleri üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (3), 16-21. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/178395>
- Itten, J. (1961). *Kunst der Farbe* (translated into English and published in the United States of America as *The Art of Color: The Subjective Experience and Objective Rationale of Color*, 1974).
- İlhan, M. (2023). *5BB ve 1103P Amerikan asma anaçlarının kuraklık stresine toleransının in vivo Peg uygulaması ile belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kalkan, N.N., Karadoğan, B., Kadioğlu, Z., & Kaya, Ö. (2016). Erzincan bağcılığında alternatif ürün "sarmalık asma yaprağı". *Uluslararası Erzincan Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 3, 671-678.
- Kara, S., & Özeker, E. (1999). Investigations on leaf characteristics and stomatal distribution of Yuvarlak Çekirdeksiz grape cultivar grafted on different rootstocks. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19990310749>
- Kara, Z., & Akın, A. (2011). Müşküle sofralık üzüm çeşidinde gibberellik asit (GA) uygulamalarının salamuralık asma yaprağı üretimi ve yaprakta ham sellüloz içeriğine etkileri. *Selçuk Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 42-45.
- Kara, Z., & Baçevli, A. (2012). Bazı simbiyotik mikroorganizma karışımı uygulamalarının farklı asma anacı çeliklerinde bitki gelişimi üzerine etkileri. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 26 (3), 20-28.
- Kılıç, D., (2007). Narince üzüm çeşidinde farklı budama seviyesi ve azot dozlarının salamuralık asma yaprak verim ve kalitesi üzerine etkileri [Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Köse, B., Ateş, S., & Çelik, H. (2014). Samsun'da yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin ilkbahar geç donlarından etkilenme derecelerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1 (2), 162-169.
- Kutbay, H.G., & Kılınc, M. (1992). Bazı bitkilerdeki klorofil a ve klorofil b içeriklerinin mevsimsel değişimi. *FÜ XI. Ulusal Biyoloji Kongresi*, (24-27 Haziran 1992), pp. 195-202, Elazığ.
- Küpe, M., & Köse, C. (2015). Karaerik üzüm çeşidinde kış soğuklarından sonra zarar düzeyine bağlı olarak uygun budama seviyelerinin tespit edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46 (1), 21-28. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/278046>
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27 (12), 1254-1255.
- Ovayurt, Ç., & Söylemezoğlu, G. (2023). Türkiye'de ticari boyutta salamuralık olarak kullanılan asma yapraklarının fiziksel, duyuusal ve kalite özellikleri açısından değerlendirilmesi. *Bahçe*, 52 (Özel Sayı 1), 462-468. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2980260>
- Rana, A., Kaur, J., Sharma, K., Singh, J., & Bhadariya, V. (2022). A comprehensive review on the nutritional value and health benefits of grape leaves. *The Pharmaceutical Innovation Journal*, 1 (6), 2235-2243.

- Sat, I.G., Sengul, M., & Keles, F. (2002). Use of grape leaves in canned food. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1 (6), 257-262.
- Turhan, E., Dardeniz, A., & Müftüoğlu, N.M. (2005). Bazı Amerikan asma anaçlarının tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. *Bahçe*, 34 (1), 11-20.
- Uzun, H.İ. (1996). Fercal asma anacına aşılı bazı sofralık üzüm çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 9 (1), 40-60. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizderg/issue/36418/412815>
- Yağcı, A., Sucu, S., & Yıldız, N. (2020). Bazı üzüm çeşitlerinde ve asma anaçlarında yaprak alanının belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8 (6), 1261-1265.
- Yağmur, Y. (2008). Farklı asma (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin kuraklık stresine karşı bazı fizyolojik ve biyokimyasal tolerans parametrelerinin araştırılması. [Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

Hatay ili zeytin bahçelerindeki Eriophyidae ve Phytoseiidae (Acari) türlerinin yayılışı ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi

Determination of the distribution and infestation rates of Eriophyidae and Phytoseiidae (Acari) species in olive orchards of Hatay province

Kamuran KAYA^{1*} , Evsel DENİZHAN İNANÇ² 

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

²Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 12.04.2024 Accepted / Kabul: 30.07.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Hatay <i>Aceria oleae</i> <i>Tegolophus hassani</i> Eriophyidae Phytoseiidae</p> <p>Keywords: Hatay <i>Aceria oleae</i> <i>Tegolophus hassani</i> Eriophyidae Phytoseiidae</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Kamuran KAYA kkaya@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In this study, it was aimed to identify the eriophyid and phytoseiid mite fauna found in the olive orchards of Hatay province, to determine the prevalence of these species. Survey studies were carried out in 13 districts of Hatay province (Antakya, Altınöz, Kırıkhan, Hassa, Samandağ, Erzin, Arsuz, Yayladağ, Dörtöl, Defne, İskenderun, Belen, Reyhanlı). It has been revealed that olive orchards in all districts except Yayladağ district are infested with two eriophyid mite species which are olive bud mite, <i>Aceria oleae</i>, and olive rust mite, <i>Tegolophus hassani</i>. <i>Aceria oleae</i> was determined to be the dominant species, since the prevalence rates of <i>A. oleae</i> and <i>T. hassani</i> were 67.24% and 24.13%, respectively. While these two species were found as mixed population in all orchards where <i>T. hassani</i> was detected first time in Hatay province by this study, <i>A. oleae</i> was found as a single species in all other infested olive orchards. It was determined that the infestation rate in all districts where the survey was conducted, the infestation rate in trees, and the infestation rate in shoots decreased respectively. In surveyed orchards, 64.28% of the olive orchards were found to be infested, but the infestation rate in trees in these orchards was 44.52%, and 27.41% in the shoots. Four phytoseiid species, <i>Typhlodromus athiasae</i>, <i>Anthoseius athenas</i>, <i>Anthoseius rapidus</i> ve <i>Amblyseius swirskii</i>, were identified throughout the study and were detected at rates of 45.49%, 42.06%, 12.02%, and 0.43%, respectively.</p>
Cite/Atf	Kaya, K., & Denizhan İnanç, E. (2024). Hatay ili zeytin bahçelerindeki Eriophyidae ve Phytoseiidae (Acari) türlerinin yayılışı ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 782-790. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1467268

GİRİŞ

Oleaceae familyasının bir üyesi olan Zeytin (*Olea europaea* L.; Oleaceae) kültürü yapılan en eski bitkilerden bir tanesi olup, özellikle Akdeniz ülkelerinin tarım sektöründe önemli rol oynayan ve ekonomik değeri yüksek olan bir meyvedir. Zeytin bitkisinin özel iklim isteği nedeniyle dünya zeytin üretiminin tamamına yakın bölümü (%93) Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde gerçekleşmektedir. Bu ülkelerin arasında İspanya, İtalya, Yunanistan gibi Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerin yanı sıra Türkiye, Tunus, Suriye, Cezayir, Portekiz, Libya ve Fas gibi ülkeler de yer almaktadır (Seçer, 2012; Anonim, 2023). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye'de, 2022 yılı itibarıyla 2 326 000 dekar sofralık ve 6 685 000 dekar yağlık olmak üzere toplam 9 011 000 dekar zeytinlik mevcuttur. Türkiye'de yağlık zeytin alanlarının %6.7'sine, sofralık zeytin alanlarının ise %5.2'sine sahip olan Hatay, bu bakımdan iller arasında sırası ile 7. ve 6. sıralarda yer almaktadır (Anonim, 2023).

Eriophyidae familyasına bağlı türlerin tümü bitki zararlısı olup beslendikleri konukçu bitkinin gösterdiği reaksiyona göre; basit gümüş veya pas lekeleri, yaprak, tomurcuk, çiçek, meyve ve sürgünlerde deformasyonlar ve değişik şekillerde gal, tüy ve bazı anormal şekil oluşumlarına sebep olurlar (Alaoğlu, 1984; Madanlar, 2015). Arthropodların en küçük üyelerini barındıran bu familya içerisinde (Jeppson ve ark., 1975) ekonomik öneme sahip küçümsenmeyecek sayıda akar türü bulunmasına rağmen ülkemizde tarım alanlarında bulunan eriophyidler konusunda yapılmış çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır.

Zeytin üzerinde bulunan 30 akar türünden 12'sinin Eriophyidae familyasına ait olduğu Kaçar ve ark. (2010) tarafından literatüre dayanılarak bildirilmektedir. *Aceria oleae* (Nalepa) bu eriophyid türlerden bir tanesi olup, zeytinin yapraklarında beslenmesi sonucu, yapraklarda karakteristik şekil ve renk değişikliklerine neden olmaktadır. Bu değişiklikler yaprakların orta damarlarının kısa kalarak uç kısmının kütleşmesi, kamburlaşma ve kıvrılmalar gibi deformasyonlar ve genç yapraklarda ise yaprağın üst kısmında açık yeşil çukurluklar, altında da şişkinlikler şeklinde olmaktadır. Tomurcuk ve çiçeklerde beslenmesi sonucunda ise kararma, tomurcuklarda deformasyon ve kurumalar, meyve oluşum döneminde, meyve sap çukuru ve meyve üzerinde beslenmeleri sonucu meyvede şekil bozuklukları, pas benzeri görüntü ve erken dönemde meyve dökümleri meydana getirmektedirler (Kaçar ve ark., 2010; Çetin & Alaoğlu, 2006; Elhadi & Birger, 1999; Lindquist ve ark., 1996). Zararının bitkinin büyüme noktası yakınlarında beslenmesi sonucu yapraklar bükülüp küçük kalmakta ve hatta sürgün ölmektedir. Zeytinin verim ve kalitesini de ciddi şekilde düşüren zararlı (Jepson ve ark., 1975), İsrail (Avidov & Harpaz, 1969), Arnavutluk (Shahini ve ark., 2002) ve Mısır'da (Abou-Awad ve ark., 2005) da zeytinin potansiyel bir zararlısı olarak bildirilmektedir.

Zeytinde bulunan akar türlerinin tespit edilmesi ile ilgili olarak ülkemizde yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır. Çetin & Alaoğlu (2006), Mut ilçesindeki zeytin ağaçlarında eriophyid akarlardan *Aculus olearius* (Castagnoli) ve *Aceria oleae* türlerini tespit etmişlerdir. Bu türlerin zeytin yapraklarında, tomurcuklarda ve özellikle de meyvelerde ekonomik anlamda önemli zararlara sebep olduklarını, meyvelerin olgunlaşmadığını ve şekil bozukluklarına neden olduklarını bildirmişlerdir. Çetin ve ark. (2012) ise İzmir, Manisa ve Balıkesir illerinde yine aynı türleri belirlemişler ve genellikle bu iki türün karışık popülasyonlar halinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca ilçelerde bu akarlar ile bulaşıklık oranlarının %82 ile %26 arasında, zarar oranlarının ise %59 ile %8 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bursa ilinde zeytin ağaçlarında bulunan akar türlerinin tespit edildiği bir başka çalışma sonucunda da 2 fitofag, 2 predatör ve 3 nötr olmak üzere toplam 7 akar türü saptanmış ve zararlı türlerden *Brevipalpus oleae* Baker (Tenuipalpidae) ve *A. oleae* ile yararlı türlerden *Anthoseius involutus* Liv. & Kuzn. (Phytoseiidae)'un dikkati çekecek bir popülasyon yoğunluğuna ulaştığı tespit edilmiştir (Kumral & Kovancı, 2004). Kaçar ve ark. (2010) ise 2008–2010 yılları arasında Adana, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Osmaniye ve Mersin illeri zeytin bahçelerinde yürüttükleri çalışmalarında bu illerin tamamının *A. oleae* ile bulaşık olduğunu, yalnızca Tarsus ilçesinden (Mersin) alınan iki örnekte *Tegolophus hassani* (Keifer) türüne ait bireylerin tespit edildiğini bildirmişlerdir. Ersin ve ark. (2020) ise Balıkesir, İzmir ve Manisa illeri zeytin üretim alanlarında

yaptıkları çalışmada *A. oleae* ve *T. hassani* olmak üzere iki eriophyid tür belirlemişlerdir.

Hatay ili için ekonomik açıdan önemli bir bitki olan zeytinde bugüne kadar eriophyid akarlar ile ilgili detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Hatay ili zeytin bahçelerinde eriophyid akar faunasının tespit edilerek bu türlerin yaygınlığının belirlenmesi ve phytoseiid türlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Hatay iline bağlı 13 ilçenin zeytin ağacı varlığı dikkate alınarak ilçeyi temsil edecek sayıda bahçeden örnek almak suretiyle 2017-2018 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Nisan ayında başlayan sürvey çalışmalarında zeytinin farklı fenolojik dönemleri dikkate alınarak, her ilçeye en az ayda bir kez olmak üzere arazi çıkışları yapılmıştır. Örneklemeye yapılan her bahçede tesadüfi olarak seçilen 10 ağacın dört yönünden de 25-30 cm boyunda bitkinin fenolojik dönemine göre tomurcuk, çiçek veya meyve içeren sürgün örnekleri alınmıştır (Yayla ve ark., 1995; Kaçar ve ark., 2010).

Laboratuara getirilen örnekler mikroskop altında incelenerek bulunan eriophyid akarlar ince uçlu iğne yardımı ile alınarak preparatları yapılmak üzere %70'lik alkolde muhafaza edilmiştir. Örneklerin preparasyonları ve teşhisleri ikinci yazar tarafından Keifer (1975 a, b) e göre yapılmıştır.

Yaygınlık belirleme çalışmalarında her ilçe için kontrol edilen bahçe sayıları esas alınarak % bulaşıklık değerleri hesaplanmıştır. Bunun yanında her bahçe için alınan sürgün örneklerinde tomurcuk, çiçek veya meyvelerde akar sayımı yapılmış ve Çetin ve ark. (2015)'nin böğürtlen meyvelerinde kullandıkları yoğunluk skalasına göre bulaşıklık düzeyleri belirlenmiştir. Bu skalada;

- 0 - Temiz (0 birey)
- 1 - Çok az (1-2 birey)
- 2 - Az (3-5 birey)
- 3 - Orta (6-15 birey)
- 4 – Yoğun (16-50 birey)
- 5 – Çok yoğun (50 > birey) olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sürveyler 2017 ve 2018 yılları Nisan-Ekim ayları arasında Hatay ilinin 13 ilçesinde (Antakya, Altınözü, Kırıkhan, Hassa, Samandağ, Erzin, Arsuz, Yayladağ, Dört Yol, Defne, İskenderun, Belen, Reyhanlı) gerçekleştirilmiştir. Toplamda, örneklemeye yapılan 84 zeytin bahçesinden 54'ünün (%64.28) iki eriophyid akar türü ile farklı düzeylerde bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Çalışmanın yapıldığı bölgede baskın tür olarak Zeytin tomurcuk akarı, *A. oleae* belirlenmiş, 10 ilçedeki bazı bahçelerde ise bu türün Zeytin pas akarı *T. hassani* ile birlikte karışık popülasyonlar halinde bulunduğu belirlenmiştir. *Aceria oleae* ve *T. hassani*'nin yaygınlık oranları sırasıyla %64.28 ve %22.61 olarak bulunmuştur.

Abou-Awad ve ark. (2005), *A. oleae* ve *T. hassani* ile laboratuvar ve arazi şartlarında yaptıkları çalışmada, bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde *A. oleae*'nin *T. hassani*'ye göre daha baskın bulunan bir tür olduğunu belirlemişler ve özellikle genç ağaçlarda *A.oleae*'nin daha önemli zararlar meydana getirdiğini bildirmişlerdir. *Tegolophus hassani*'nin 31°C ve %80 bağıl nemde 14.42 günlük döl süresinde 9.92 kat çoğalırken, *A. oleae*'nin aynı şartlarda 13.50 günlük döl süresinde 16.70 kat arttığını belirlemişlerdir. Daha kısa döl süresi içerisinde daha yüksek oranda artış göstermesi *A. oleae*'nin baskın tür olarak bulunmasının nedenini açıklayıcı bir veri olarak değerlendirilmektedir. Shahini ve ark. (2009)'da Arnavutluk'ta yaptıkları çalışmada zeytinlerde zararlı üç eriophyid türü belirlemişler ve yine benzer şekilde bunlardan *A. oleae*'nin toplam popülasyonun % 96'sını oluşturarak en baskın tür olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Diğer iki tür ise *Ditrymacus athiasella* Keifer (%2) ve

T. hassani (%2) olarak bildirilmiştir. Ülkemizde ise Kumral & Kovancı (2004) Bursa ilinin farklı ilçelerinde yaptıkları çalışmada çok yoğun ve yaygın olmamakla birlikte *A. oleae*'nin varlığını belirlemişlerdir. Çetin & Alaoğlu (2006) Mersin'in Mut ilçesinde *A. olearius* ve *A. oleae*'yi karışık popülasyonlar halinde tespit etmişler ve bu iki türün zarar ve bulaşıklıklarını birlikte değerlendirmişlerdir. Çalışmada sarı noktalar şeklinde simptom görülen bulaşık yaprak oranını en fazla %24, şekil bozukluğu simptomu görülen bulaşık yaprak oranını %42, bulaşık meyve oranını ise %74 olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Hatay ili ilçelerindeki zeytin bahçelerinde 2017-2018 yıllarında belirlenen eriophyid akarların bulaşıklık oranları

Table 1. Infestation rates of eriophyid mites determined in olive orchards of the districts of Hatay province in 2017-2018

İlçeler	Bulaşık bahçe/ Toplam bahçe	Bahçelerin bulaşık oranı (%)	Bulaşık ağaç/ Toplam ağaç	Ağaçların bulaşık oranı (%)	Bulaşık sürgün/ Toplam sürgün	Sürgünlerin bulaşık oranı (%)
Antakya	7/7	100	47/70	67.14	93/280	33.21
Altınözü	15/17	88.23	120/170	70.58	378/680	55.58
Kırıkhan	6/9	66.66	43/90	47.77	89/360	24.72
Hassa	5/5	100.00	41/50	82.00	109/200	54.50
Samandağ	5/8	62.50	23/80	28.75	57/320	17.81
Erzin	3/10	30.00	18/100	18.00	33/400	8.25
Arsuz	2/4	50.00	5/40	12.50	5/160	3.12
Yayladağı	0/5	0.00	0/50	0.00	0/200	0.00
Dörtyol	5/7	71.42	28/70	40.00	43/280	15.35
Defne	2/3	66.66	14/30	46.66	29/120	24.16
İskenderun	2/4	50.00	20/40	50.00	47/160	29.37
Belen	1/2	50.00	9/20	45.00	24/80	30.00
Reyhanlı	1/3	33.33	6/30	20.00	14/120	11.66
TOPLAM	54/84	64.28	374/840	44.52	921/3360	27.41

Tegolophus hassani'nin Hatay ilindeki varlığı ilk kez bu çalışma ile tespit edilmiştir. *Tegolophus hassani*'nin bulunduğu bahçelerin tamamında iki tür karışık popülasyon halinde bulunurken, diğer tüm bulaşık bahçelerde *A. oleae* tek tür olarak bulunmuştur. Kaçar ve ark. (2010), Mersin ili Tarsus ilçesinden aldıkları iki örnekte *T. hassani*'yi Türkiye faunası için ilk rapor olarak belirlemişlerdir. Ersin ve ark. (2020), Balıkesir, Manisa ve İzmir'de yaptıkları çalışmada *A. oleae* ve *T. hassani*'nin karışık popülasyonlar halinde bulunduğunu ve yaprak, tomurcuk ve meyvelerde deformasyonlar meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada Antakya ve Hassa eriophyid akar ile en fazla bulaşık iki ilçe olarak belirlenmiştir. Bu ilçelerde kontrol edilen tüm bahçeler bulaşık bulunurken, bu bahçelerde kontrol edilen ağaçların sırası ile %67.14 ve %82.00' si, sürgünlerin ise %33.21 ve %54.50'sinde eriophyid akar bulaşıklığı tespit edilmiştir. İldeki zeytin varlığı en yüksek olan Altınözü ilçesi bu iki ilçenin arkasından ikinci sırada (%88.23) yer almış, Yayladağ ilçesi ise eriophyid akar bulaşıklığı açısından temiz bulunan tek ilçe olmuştur. (Çizelge 1). Sürvey yapılan tüm ilçelerde, ilçedeki bulaşıklık oranı, ağaçlardaki bulaşıklık oranı ve sürgünlerdeki bulaşıklık oranlarının sırası ile giderek düştüğü tespit edilmiştir. Toplamda il bazında kontrol edilen tüm bahçelerin %64.28'i eriophyid akarlarla bulaşık bulunmuş, ancak bu bahçelerde bulunan ağaçlardaki bulaşıklık oranı %44.52, sürgünlerde ise %27.41 olmuştur. Çetin ve ark. (2012)

bulaşıklık ve zarar oranlarını meyvelerde yaptıkları sayımlar sonucunda değerlendirmişler ve ilçelerde bu akarlar ile bulaşıklık oranlarının %82 ile %26 arasında, zarar oranlarının ise %59 ile %8 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Skalaya göre belirlenmiş olan bulaşık sürgünlerin bulaşıklık düzeylerinde ise il genelinde sürgünlerin %72.59'unun temiz (0) olduğu, bulaşık sürgünler içerisinde ise en yüksek oranda (2) düzeyinin (az bulaşık) bulunduğu belirlenmiştir. Bunları 3, 1, 4 ve 5 düzeyleri sırasıyla %6.55, %3.96, %1.99 ve %0.60 oranları ile takip etmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hatay ili ilçelerindeki zeytin bahçelerinde 2017-2018 yıllarındaki eriophyid akarların bulaşıklık düzeyleri (Bulaşık sürgün sayısı/ Toplam sürgün sayısı)

Table 2. Infestation levels of eriophyid mites in olive orchards of the districts of Hatay province in 2017-2018 (Number of infected shoots / Total number of shoots)

	0 (Temiz)	1 (Çok az)	2 (Az)	3 (Orta)	4 (Yoğun)	5 (Çok yoğun)
Antakya	187/280	23/280	42/280	25/280	3/280	0/280
Altınözü	302/680	19/680	183/680	123/680	42/680	11/680
Kırıkhan	271/360	16/360	51/360	19/360	3/360	0/360
Hassa	91/200	10/200	72/200	15/200	9/200	3/200
Samandağ	263/320	3/320	29/320	9/320	10/320	6/320
Erzin	367/400	12/400	20/400	1/400	0/400	0/400
Arsuz	155/160	3/160	2/160	0/160	0/160	0/160
Yayladağı	200/200	0/200	0/200	0/200	0/200	0/200
Dörtyol	237/280	21/280	16/280	6/280	0/280	0/280
Defne	91/120	11/120	14/120	4/120	0/120	0/120
İskenderun	113/160	5/160	36/160	6/160	0/160	0/160
Belen	56/80	4/80	12/80	8/80	0/80	0/80
Reyhanlı	106/120	6/120	4/120	4/120	0/120	0/120
TOPLAM	2439/3360 %72.59	133/3360 %3.96	481/3360 %14.31	220/3360 6.55%	67/3360 %1.99	20/3360 %0.60

Çizelge 3'te çalışma boyunca elde edilmiş olan phytoseiid türler ve bulunma oranları verilmiştir. Bu çalışmada belirlenen dört tür, *Typhlodromus athiasae* Porath & Swirski, *Anthoseius athenas* Swirski & Ragusa, *Anthoseius rapidus* Wainstein & Arutunjan ve *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) sırasıyla %45.49, %42.06, %12.02 ve %0.43 oranlarında bulunmuşlardır. *Typhlodromus athiasae* Hatay ili zeytin bahçelerinde en yoğun bulunan tür olarak belirlenmiştir.

Typhlodromus athiasae, yurdumuzda ilk kez McMurtry (1977) tarafından turunçgillerde (Antalya) saptanmış olup Şekeroğlu (1984)'da Antalya'da turunçgil bahçelerinde, Mersin ve Adana illerinde ise çam ağaçlarında yoğun olarak bulunduğunu bildirmiştir. Çobanoğlu (1989)'da bu türü yine Antalya ve Muğla'daki turunçgil bahçelerinde belirlemiş olup, Kumral & Kovancı (2004) tarafından Bursa'da içinde mandarin ağaçlarının bulunduğu zeytin bahçesinde sadece bir adet dişi birey bulunmuştur. Yeşilayer & Çobanoğlu (2011) *T. athiasae*'nin İstanbul'daki park ve süs bitkilerinde bulunan 11 phytoseiid türü içerisinde en yaygın olarak bulunan tür olduğunu bildirmişlerdir. Tüfekli & Ulusoy (2011)'da Adana ve Mersin ili zeytin bahçelerinde belirledikleri predatör türler arasında *T. athiasae*'yi rapor etmişlerdir. Balcı (2022) ise İzmir/Urla zeytin alanlarında *Lichtensia viburni* Signoret (Coccidae) örnekleri üzerinde *T. athiasae*'yi belirlemiş ve *L. viburni*'nin yumurta torbaları içinde bulunması nedeniyle de burada kışladığı veya korunma alanı olarak yararlandığını değerlendirmiştir. *Anthoseius athenas*'ın Türkiye'deki varlığı ilk kez Balıkesir, İzmir ve Manisa illerinde bulunan zeytin bahçelerinde Ersin ve ark. (2020) tarafından kayıt edilmiş olup bu tür çalışma kapsamında Hatay ilindeki zeytin bahçelerinde de %42.06 oranında

belirlenmiştir. *Anthoseius rapidus* Türkiye’de ilk defa Çobanoğlu (1997) tarafından İzmit ilinde fındıkta bulunmuştur. Akyol (2019) Ordu ilinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında, Çakır (2020) ise Samsun ilinde ceviz ağaçlarında bu türü tespit etmişlerdir. Türkiye’de zeytin bitkisindeki varlığı ise ilk kez Kaya (2020) tarafından bildirilmiştir. Türkiye’de ilk olarak Hatay’daki greyturtlarda (*Citrus paradisi*) tespit edilmiş olan *A. swirskii*’nin Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgil bahçelerinde varlığı bilinmekte olup biber seralarında thrips kontrolünde en iyi performans gösteren avcılardan biri olduğu bildirilmektedir (Kütük & Yiğit, 2011; Kumar ve ark., 2015). *Amblyseius swirskii*, Soysal (2017) tarafından Ordu ilinde yetiştirilen hıyar, patlıcan, kabak ve fasulye gibi sebzelerde %25.3 oran ile en yaygın predatör tür olarak belirlenmiştir. Güldalı (2015) Mersin ili çilek bitkilerinde *A. swirskii*’yi belirlerken, aynı türü Özcan (2019) ise Konya-Selçuklu’da temmuz ve eylül ayları içinde biber ve elma bitkileri üzerinden kırmızıörümcek ve thrips ile birlikte toplamıştır. Türün zeytin bitkisindeki varlığı ise ilk kez bu çalışma ile rapor edilmektedir.

Çizelge 3. Hatay ili ilçelerindeki zeytin bahçelerinde 2017-2018 yıllarında belirlenen Phytoseiidae familyasına bağlı türler

Table 3. Species belonging to the Phytoseiidae family identified in olive orchards of the districts of Hatay province in 2017-2018

İlçe	<i>Anthoseius athenas</i>	<i>Anthoseius rapidus</i>	<i>Typhlodromus athiasae</i>	<i>Amblyseius swirskii</i>	TOPLAM
Antakya	38	15	9	-	62 (%26.60)
Altınözü	27	1	10	-	38 (%16.30)
Kırıkhan	10	-	-	-	10 (%4.29)
Hassa	7	-	-	-	7 (%3.00)
Samandağ	3	11	20	-	34 (%14.59)
Erzin	1	-	5	1	7 (%3.00)
Arsuz	-	-	13	-	13 (%5.57)
Yayladağı	-	-	22	-	22 (%9.44)
Dört Yol	-	-	14	-	14 (%6.00)
Defne	-	1	3	-	4 (%1.71)
İskenderun	1	-	10	-	11 (%4.72)
Belen	-	-	-	-	-
Reyhanlı	11	-	-	-	11 (%4.72)
TOPLAM	98 %42.06	28 %12.02	106 %45.49	1 %0.43	233

Çalışmada elde edilen toplam 233 phytoseiid bireyinin ilçelere göre bulunma oranlarına bakıldığında Antakya ilçesi %26.6 ile phytoseiid yoğunluğunun en fazla olduğu ilçe olmuştur. Altınözü ise çalışma boyunca en çok sayıda

bahçede (17 bahçe) örnekleme yapılmış olan ilçe olmasına rağmen bulunan phytoseiid oranı %16.30 ile ikinci sırada yer almıştır. Bu ilçeyi ise %14.59 bulunma oranı ile Samandağ ilçesi takip etmiştir. En yüksek oranda phytoseiid belirlenen bu üç ilçe aynı zamanda üç tür belirlenmiş olan ilçeler olmuştur. Erzin'de ise phytoseiid oranı düşük (%3.0) olmasına rağmen yine üç tür belirlenmiş olup çalışmadaki tek *A. swirskii* örneği buradan elde edilmiştir. Bunlar dışındaki iki ilçede iki tür tespit edilirken 6 ilçede ise tek phytoseiid türü tespit edilmiştir. Çalışmada phytoseiid örneği elde edilmeyen tek ilçe ise Belen olmuştur. Nitekim bunun gerekçesi olarak ilçenin zeytin varlığı en düşük ilçelerden birisi olması ve az sayıda bahçeden örnekleme yapılmış olması olarak değerlendirilmektedir (Çizelge 3).

Sonuç olarak; bu çalışma ile Hatay ili için ekonomik öneme sahip olan zeytin bitkisinde Eriophyidae familyasına bağlı akar faunası 13 ilçede sürvey yapılarak ortaya konmuştur. Çalışma sonucunda Yayladağ ilçesi dışında kalan tüm ilçelerde bulunan zeytin bahçelerinin, Zeytin tomurcuk akarı, *A. oleae* ve Zeytin pas akarı *T. hassani* olmak üzere iki eriophyid akar türü ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Baskın tür *A. oleae* olmakla birlikte, Kaçar ve ark. (2010) tarafından Mersin ili Tarsus ilçesinden aldıkları iki örnekte belirlenerek Türkiye faunası için ilk rapor olarak kaydedilmiş olan *T. hassani*'nin bu süre zarfında yayılma gösterdiği belirlenmiştir. Toplamda bahçelerin %64.28'i eriophyid akarlar ile bulaşık bulunurken, bu bahçelerde bulunan ağaçlardaki bulaşıklık oranının %44.52, sürgünlerdeki bulaşıklık oranının ise %27.41 olduğu belirlenmiştir. Sürgünlerdeki bulaşıklık oranlarının bahçe ve ağaçlardaki bulaşıklık oranlarına göre düşüklüğü zararlı eriophyid akarların yayılma hızının düşüklüğünü göstermekte olup bu durum mücadelesinde bir avantaj olarak değerlendirilmelidir. Aynı zamanda çalışma boyunca dört phytoseiid türü, *Typhlodromus athiasae*, *Anthoseius athenas*, *A. rapidus* ve *Amblyseius swirskii* belirlenmiş ve sırasıyla %45.49, %42.06, %12.02 ve %0.43 oranlarında tespit edilmişlerdir. Zeytinlerde bulunan eriophyid akarların biyolojik mücadelesi ile ilgili olarak bugüne kadar ülkemizde çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada olduğu gibi Ersin ve ark. (2020)'da zeytin bahçelerinde çok sayıda avcı türler belirlemişler ve özellikle *Typhlodromus athenas* ile eriophyid akarlarla beslendiği gözlenen *Agistemus duzgunesae* Koc, Cobanoğlu & Madanlar, (Stigmaeidae) türlerini potansiyel avcılar olarak bildirmişlerdir. Eriophyid akarların kontrolünde biyolojik mücadele etmeni olarak avcı akarların değerlendirilerek etkinlikleri ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje No: HMKÜ BAP-16640). Çalışmada phytoseiid akar türlerinin teşhislerini yapan Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL'a 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

- Abou-Awad B.A., Metwally A.M., & Al-Azzazy M.M. (2005). Environmental management and biological aspects of two eriophyid olive mites in Egypt: *Aceria oleae* and *Tegolophus hassani*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112 (3), 287-303. <http://www.jstor.org/stable/45154912>.
- Akyol, D. (2019). Ordu ilinde yetiştirilen bazı yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında bulunan faydalı ve zararlı akar türleri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 210 s, Ordu.
- Alaoğlu, Ö. (1984). Erzurum ve Erzincan yörelerindeki bazı bitkilerde bulunan Eriophyoidea (Acarina: Actinedida) akarlarının sistematigi ve zarar şekli üzerinde çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Dergisi*, 15 (3-4), 1–16.
- Anonim (2023). Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin, Ürün Raporu, 2022. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), 44s.
- Avidov, Z., & Harpaz, I. (1969). Plant Pests of Israel. Israel Univ. Press, Jerusalem.
- Balcı, Ş. (2022). Ege Bölgesi zeytin alanlarında görülen Coccoidea türlerinin belirlenmesi ve en zararlı türün biyo-ekolojisi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 172 s.
- Chant, D.A., & Yoshida-Shaul, E. (1986). A world review of the *pyri* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 65, 1770-1804. <http://doi.org/10.1139/z87-272>.
- Çakır, Ş. (2020). Samsun ili ceviz bahçelerinde saptanan akar türlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 130 s.
- Çetin, H., & Alaoğlu, Ö. (2006). Mut (Mersin) ilçesindeki zeytin ağaçlarında bulunan eriophyid akar türleri ve zarar şekilleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30 (4), 303-315.
- Çetin, G., Göksel, P., Erenoğlu, B., Dura, O., Hantaş, C., & Denizhan, E. (2015). Bursa ve Yalova illerinde yetiştirilen böğürtlenlerde zararlı *Acalitus essigi* Hassan, (Acari: Eriophyidae)'nin yayılışı, bulaşma oranı, doğal düşmanları ve bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 44 (2), 71-80.
- Çetin, H., Alaoğlu, Ö., Turanlı, T., & Elma, F.N. (2012). İzmir, Manisa ve Balıkesir illerinde zeytinlerde bulunan Eriophyid akar türleri ve zararları. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 9-13.
- Çobanoğlu, S. (1989). Phytoseiid mite species (Acarina: Phytoseiidae) determined in citrus orchards in some regions of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 13, 163-178.
- Çobanoğlu, S. (1997). New phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) for Turkish fauna. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 21 (4), 361-370.
- Elhadi, F., & Birger, R., (1999). A new approach to the control of the olive mite *Aceria (Eriophyes) oleae* Nalepa in olive trees. III International Symposium on Olive Growing. Cordoba, Spain. *Acta Horticulturae*, 474, 555-557.
- Ersin, F., Kaptan, S., Erten, L., Kokturk, H., Gümüşay, B., Denizhan, E., & Çakmak, İ. (2020). Mite diversity and population dynamics of eriophyid mites on olive trees in Western Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 44 (1), 123-132. <https://doi.org/10.16970/entoted.649116>
- Güldalı, B. (2015). Mersin ilinde yetiştirilen çileklerde zararlı ve yararlı akar (Acari) türleri, dağılımları ile önemli türün popülasyon yoğunluğu ve savaşım olanakları üzerinde çalışmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 205 s.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., & Baker, E.W. (1975). Mites Injurious to Economic Plants. Univ. of California Press, Berkeley, California, 614 pp.USA.
- Kaçar, G., Denizhan, E., & Ulusoy, M.R. (2010). Doğu Akdeniz Bölgesi zeytin bahçelerinde zararlı *Aceria oleae* (Nalepa, 1900) ve Türkiye için yeni bir kayıt: *Tegolophus hassani* (Keifer, 1959) (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea). *Bitki Koruma Bülteni*, 50 (3), 121-132.
- Kaya, K. (2020). Seasonal population dynamics of *Aceria oleae* (Nalepa, 1900) (Acari: Eriophyidae) in generative organs of olives in Hatay Province, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 44 (4), 503-512. <https://doi.org/10.16970/entoted.749815>

- Keifer, H.H. (1975a). Eriophyoid studies C–10. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 24 pp.
- Keifer, H.H. (1975b). Eriophyoid studies C–11. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 24 pp.
- Kumar, V., Xiao, Y., McKenzie, C.L., & Osborne, L.S. (2015). Early establishment of the phytoseiid mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on pepper seedlings in a Predator-in-First approach. *Experimental and Applied Acarology*, 65, 465-481. <https://doi.org/10.1007/s10493-015-9895-2>
- Kumral, N.A., & Kovancı, B. (2004). Bursa ili zeytin ağaçlarında bulunan akar türleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 25-34.
- Kütük, H., & Yiğit, A. (2011). Pre-establishment of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) using *Pinus brutia* (Ten.) (Pinales: Pinaceae) pollen for thrips (Thysanoptera: Thripidae) control in greenhouse peppers. *International Journal of Acarology*, 37, 95-101. <https://doi.org/10.1080/01647954.2010.540081>.
- Lindquist, E.E., Sabelis, M.W., & Bruin, J. (1996). Eriophyid Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Lindquist, E. E., Sabelis, M. W., Bruin, J. (ed), p. 551-553, World Crop Pest, 6, Elsevier, 785 p.
- Madanlar, N. (2015). Tarımsal Akaroloji. Ders Notu, Bornova, 85 s.
- McMurtry, J.A. (1977). Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. *Entomophaga*, 22 (1), 19-30.
- Özcan, O. (2019). Konya ilinde farklı bitki türlerinde Phytoseiidae (Acari) familyasına ait avcı akar türlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 77 s.
- Seçer, A. (2012). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde zeytin ve zeytinyağı üretimi, pazarlaması ve bölgede zeytinciliği geliştirme olanakları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 144 s.
- Shahini, S., Kullaj, E., Çakalli A., & De Lillo, E. (2009). Preliminary survey and population dynamics of some eriophid mites (Acari: Eriophyoidea) associated with olives in Albania. *International Journal of Acarology*, 35 (5), 419-423. <http://doi.org/10.1080/01647950903334277>.
- Shahini, S., Tedeschini, J., Bacaj, M., & Pfeifer, D. (2002). A contribution to the study of eriophyid mites of olive trees in Albania. Poster presentation. <http://www.ag.vt.edu/ipmcresp/presentations/Mites%20poster.pdf> (İnternet kaynağı).
- Soysal, M. (2017). Ordu ilinde yetiştirilen bazı sebzelerde bulunan faydalı ve zararlı akar türlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 233 s.
- Swirski, E., Ragusa Di Chiara, S., & Tsolakis, H. (1998). Keys to the Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) of Israel. *Phytophaga*, 8, 85-154.
- Swirskii, E., & Ragusa, S. (1976). Notes on predaceous mites of Greece, with a description of five new species (Mesostigmata: Phytoseiidae). *Phytoparasitica*, 4 (2), 101-122.
- Şekeroğlu, E. (1984). Güney Anadolu Bölgesi Phytoseiidae akarları (Acarina: Mesostigmata) biyolojileri ve çilek bitkisinde avcı akar olarak etkinliklerinin araştırılması. *Doğa Bilim Dergisi*, 8 (3), 320-336.
- Tüfekli, M., & Ulusoy, M.R. (2011). Adana ve Mersin ili zeytin bahçelerinde Zeytin pamuklubiti [*Euphyllura straminea* Loginova (Hemiptera: Psyllidae)]'nin parazitoit ve predatörleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2 (1), 49-54.
- Yayla, A., Kelten, M., Davarcı T., & Salman, A., (1975). Antalya ili zeytinliklerindeki zararlılara karşı biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 35 (1-2), 63-91.
- Yeşilayer, A., & Çobanoğlu, S., (2011). The distribution of predatory mite species (Acari : Phytoseiidae) on ornamental plants and parks of Istanbul, Turkey. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 1 (3), 135-143.

Population dynamics of cotton leafhoppers [*Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae)] in conventional cotton production areas of Hatay province, Türkiye

Hatay ili konvansiyonel pamuk üretim alanlarında bulunan pamuk yaprakpirelerinin [*Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae)] popülasyon dinamikleri

İbrahim Ersin BOZDOĞAN¹ , Nihat DEMİREL¹ 

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

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 15.05.2024 Accepted / Kabul: 05.08.2024</p> <p>Keywords: Population fluctuation Population density Leafhoppers Sweep-net sampling</p> <p>Anahtar Kelimeler: Popülasyon dalgalanması Popülasyon yoğunluğu Yaprakpireleri Atrapla örnekleme</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Nihat DEMİREL ndemirel@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>In this study, the population dynamics of cotton leafhoppers [<i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli) and <i>Empoasca decipiens</i> (Paoli)] in conventional cotton production areas of Hatay province were investigated using the sweep-net sampling method. In the Melekli district, while 68.75% of the 5.480 individuals collected in 2022 were in the generative stage, while this population reaches 5,803 individuals in 2023, this population is predominantly (63.53%) were concentrated in the vegetative period, but the peak of the population period (generative) remained the same. In the Reyhanlı district, the 6.762 individuals collected in 2022 showed a relatively similar distribution across the vegetative and generative stages of cotton (56% and 44%, respectively). In 2023, the number of individuals collected decreased by 36% (4.382), with the population predominantly concentrating in the vegetative stage (70.2%) compared to the previous year, while the peak period (vegetative) remained the same. In the Altınözü district, 13,470 individuals collected in 2022 showed more presence in the vegetative period (83%) and increased significantly to 25,490 in 2023 (83.2%), 63.8% of the population was concentrated in the vegetative period and the peak period of the population remained the same in both years (vegetative). These findings are important for the detection of <i>A. decedens</i> and <i>E. decipiens</i> presence and the implementation of appropriate pest management programs in cotton production areas.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışmada, Hatay ilindeki konvansiyonel pamuk üretim alanlarında bulunan pamuk yaprakpirelerinin [<i>Asymmetrasca decedens</i> (Paoli) ve <i>Empoasca decipiens</i> (Paoli)] popülasyon dinamikleri atrapla örnekleme yöntemiyle araştırılmıştır. Melekli ilçesinde 2022 yılında toplanan 5.480 bireyin %68.75'i generatif dönemde varlık gösterirken, 2023 yılında 5.803 bireye ulaşan popülasyon ağırlıklı olarak (%63.53) vejetatif dönemde yoğunlaşmış ancak popülasyonun zirve yaptığı dönem (generatif) aynı kalmıştır. Reyhanlı ilçesinde 2022 yılında toplanan 6.762 birey, pamuğun vejetatif ve generatif dönemlerinde birbirine yakın bir dağılım göstermiştir (%56 ve %44). İlçede 2023 yılında toplanan birey sayısı %36 azalmış (4.382), önceki yıldan farklı olarak popülasyon vejetatif dönemde yoğunlaşmış (%70.2), zirveye ulaşılan dönem (vejetatif) ise aynı kalmıştır. Altınözü ilçesinde 2022 yılında toplanan 13.470 birey vejetatif dönemde daha çok varlık göstermiş (%83), 2023 yılında ise önemli ölçüde artarak (%83.2) 25.490'a yükselmiş, popülasyonun %63.8'i vejetatif dönemde yoğunlaşmış ve popülasyonun zirve dönemi (vejetatif) her iki yıldada aynı kalmıştır. Bu bulgular, pamuk üretim alanlarında <i>A. decedens</i> ve <i>E. decipiens</i> varlığının saptanması ve doğru zararlı yönetim programlarının uygulanması açısından önemlidir.</p>
Cite/Atıf	Bozdoğan, İ.E., & Demirel, N. (2024). Population dynamics of cotton leafhoppers [<i>Asymmetrasca decedens</i> and <i>Empoasca decipiens</i> (Hemiptera: Cicadellidae)] in conventional cotton production areas of Hatay province, Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 791-803. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1484745

INTRODUCTION

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.), an important member of the Malvaceae family, is a crucial agricultural commodity cultivated in approximately 100 countries across temperate and tropical regions worldwide (Ozyigit & Gozukirmizi, 2009; Datta et al., 2020; USDA, 2020).

Cotton serves as a versatile raw material for various sectors. While its fibers are fundamental importance to the textile industry, cotton is also valuable to the oil and feed industries through its seeds. Additionally, byproducts of cotton, such as lint, are used in paper production (Ozyigit, 2009; Munir et al., 2020). Furthermore, cottonseed oil is used in biodiesel production, offering an alternative to fossil fuels (Sharma et al., 2020; Sundar & Udayakumar, 2020). With all these aspects, cotton has a wide range of applications in producing countries, presenting opportunities for value addition and employment (Majumdar et al., 2019; Rehman et al., 2019).

In the 2021/22 season, Türkiye achieved a significant position in the global cotton market, ranking third in the world with a yield of 1.930 kilograms per hectare (kg ha^{-1}). With this performance, Türkiye also secured the seventh place in global cotton production and the fourth place in global cotton consumption (ICAC, 2022). In 2023, 2.1 million metric tons of seed cotton were processed on an area of 4.77 million hectares in the country, resulting in the production of 777.000 tons of fiber cotton. Notably, 86.3% of Türkiye's cotton production in 2023 was concentrated in six provinces: Şanlıurfa with 42%, Diyarbakır with 14.43%, Aydın with 11.55%, Hatay with 8.81%, İzmir with 5.48%, and Adana with 4.06% (TÜİK, 2024).

The Cicadellidae family, with over 40 subfamilies and more than 20,000 described species, is the largest within the Hemiptera order (Abdollahi et al., 2015). Studies and records indicate 476 species of Cicadellidae in Türkiye and this number reached to 483 with new records in the following years (Demir, 2006a, 2006b, 2006c; Demir & Demirsoy, 2008; Mutlu et al., 2008a; Mutlu et al., 2008b; Güçlü, 2010; Zeybekoğlu, 2010; Karavin et al., 2011; Demir, 2016; Gnezdilov & Özgen, 2021; Gnezdilov et al., 2021; Mutlu et al., 2023; Uğur & Bayhan, 2023). In this family, insects can feed on almost all vascular plants and can cause significant damage to agricultural crops. Most of these species, also known as leafhoppers, feed by sucking sap from the phloem tissue of plants, causing to both direct and indirect damage (Dietrich, 2013; Bayhan & Ölmez Bayhan, 2022). Leafhoppers invade fields from cotton emergence and remain damaging throughout the growing season. Heavy infestations cause leaf spot and can severely hinder seedling development in the early stages, resulting in growth retardation and loss of both quality and quantity (Room & Wardhaugh, 1977; Forrester & Wilson, 1988). Species in this family have been observed to cause particularly severe damage to the hairless and broad-leaved cotton varieties (Delvare, 1996; Özgür et al., 1988; Bayhan & Ölmez Bayhan, 2022).

The leafhoppers *Asymmetrasca decedens* (Paoli) and *Empoasca decipiens* (Paoli) (Hemiptera: Cicadellidae) ranks among the most important primary pests due to their wide host range, including various cultivated crops such as cotton, soybean, maize, potato, pepper, citrus, eggplant and numerous non-cultivated plants (Atlihan et al., 2003; Gencsoylu & Yalcin, 2004; Rassoulia et al., 2005; Sertkaya & Yaşarer, 2006; Naseri et al., 2007; Demirel & Yildirim, 2008; Atakan, 2009, 2011; Awadalla et al., 2013; Soylu et al., 2017; Kılıç & Sertkaya, 2019; Akmeşe & Sertkaya, 2021; Birbiri & Sertkaya, 2022). Both nymphs and adults of *E. decipiens* cause damage by directly sucking sap from plant tissues and vital cells, resulting in injury to leaves and other plant parts, thus weakening the entire plant (Raupach et al., 2002; Backus et al., 2005). Additionally, during feeding, they inject toxins into the plant phloem, inducing curling of the leaves downwards from the edges; initially, these curls turn yellow, then brown, and eventually die (Nielson, 1985; El-Gindy, 2002; Backus et al., 2005). Furthermore, *A. decedens* and *E. decipiens* acts as a vector for pathogens such as bacteria, viruses, mycoplasma, and Spiroplasma, causing indirect damage (Weeb, 1987; Nault & Ammar, 1989; Kersting & Şengonca, 1992; Malaschi, 1995; Orenstein et al., 2003; Beanland et al., 2006; Abou-Jawdah et al., 2014; Çarpar & Sertkaya, 2022).

The leafhopper species complex consisting of *A. decedens* and *E. decipiens* is most commonly encountered in cotton

fields in Türkiye, and both species have caused significant damage to agricultural crops. In particular, *A. decedens* has been noted as the dominant species in various regional contexts (Başpınar, 1994; Göçmen et al., 1996; Efil & Güçlü, 2004; Durusoy, 2005; Atakan 2009, 2011; Uğur & Bayhan, 2023).

Several studies have been carried out on leafhoppers in cotton growing areas in Türkiye (Özgür et al., 1988; Başpınar et al., 1996; Göçmen et al., 1996; Efil et al., 1999; Atakan et al., 2004; Efil & Güçlü, 2004; Demirel & Yildirim, 2008; Atakan, 2009, 2011; Mart & Sunulu, 2011; Dündar et al., 2012; Uğur & Bayhan, 2023). However, there is a lack of research on population dynamics, population density, and the relationship between population development and different development stages of cotton in conventional cotton growing areas of Hatay province.

Present study aims to determine the population density, dynamics and fluctuation of *A. decedens* and *E. decipiens* in conventional cotton production areas in Hatay province and their relationship with different development stages of cotton.

MATERIALS and METHODS

Study site

The study was carried out in the Melekli, Reyhanlı, and Altınözü districts of Hatay province in 2022 and 2023. Three different fields (18 in total) planted with cotton (*Gossypium hirsutum* L.) were selected from each district (Table 1). Various cotton varieties such as Armada, Lazer, BA1010, and 455 were used for cultivation in the fields. Cotton plants were sown with a 75 cm inter-row spacing, and conventional farming practices were followed throughout the vegetation period.

Table 1. District, size (hectares), cotton variety, sampling year, and location of fields where the study was carried out

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü tarlalara ait ilçe, büyüklük (da), pamuk çeşidi, örnekleme yılı ve lokalite bilgileri

District	Field	Size (da.)	Variety	Sampling year	Coordinates
Melekli	Melekli-1	84.4	Armada	2022	36°16'46.8"N 36°16'52.7"E
	Melekli-2	61.9	Armada	2022	36°16'57.8"N 36°16'53.6"E
	Melekli-3	61.4	BA1010	2022	36°17'06.9"N 36°16'54.2"E
	Melekli-4	36.6	Lazer	2023	36°15'28.9"N 36°19'57.3"E
	Melekli-5	55.7	BA1010	2023	36°15'29.1"N 36°19'40.9"E
	Melekli-6	46.9	BA1010	2023	36°15'25.7"N 36°19'46.6"E
Reyhanlı	Reyhanlı-1	36.2	Lazer	2022	36°18'18.2"N 36°21'05.3"E
	Reyhanlı-2	19.6	BA1010	2022	36°18'37.4"N 36°21'06.2"E
	Reyhanlı-3	19.9	Armada	2022	36°18'37.6"N 36°21'09.9"E
	Reyhanlı-4	38.2	455	2023	36°18'30.6"N 36°21'07.5"E
	Reyhanlı-5	19.8	455	2023	36°18'36.1"N 36°21'14.4"E
	Reyhanlı-6	51.7	455	2023	36°18'29.5"N 36°21'16.0"E
Altınözü	Altınözü-1	84.4	455	2022	36°01'44.9"N 36°21'52.0"E
	Altınözü-2	52.8	455	2022	36°01'38.9"N 36°21'52.1"E
	Altınözü-3	71.3	BA1010	2022	36°01'53.4"N 36°21'52.4"E
	Altınözü-4	172.2	Armada	2023	36°01'27.5"N 36°21'49.7"E
	Altınözü-5	151.6	BA1010	2023	36°01'14.3"N 36°21'51.8"E
	Altınözü-6	196.8	Armada	2023	36°01'00.9"N 36°21'54.5"E

Sampling method

Sampling of leafhopper individuals in the fields started at the beginning of the vegetative stage of the cotton plant, which occurred in July, August and September 2022 and in June, July, August and September 2023. Sampling was conducted with a with a 45 cm diameter sweep net on the middle and lower leaves of the cotton plant. The sweeping procedure was synchronized with a walking speed, covering one meter with each step and one sweep per step. In order to prevent the escape of captured insects, the net was quickly rotated 180° at the end of each sweep and at the beginning of the next step.

Each sweep sample consisted of 100 step sweeps, and separate sampling was performed for each of the 18 fields. Sampling was carried out weekly throughout the vegetation phase of the cotton plant. The collected samples were placed inside plastic bags with drying paper along with labels indicating the field number, sampling count, field size, collection date, collector's name, and field owner. These bags were transported to the Hatay Mustafa Kemal University Entomology Laboratory and stored at -18°C for preservation.

The frozen samples were carefully removed from the plastic bags and cleaned of soil and plant remnants using a fine-toothed brush. The morphological structure of the cleaned samples was examined under a stereomicroscope to separate nymph and adult individuals. Because of the extremely low number of nymphs, only counts of adult individuals were recorded. The counted samples were placed in Falcon tubes containing a 70% alcohol solution, labeled, and stored at +4°C until the genital preparation.

Identification of insect samples

The species identification was made according to Oman (1949). Fifty leafhopper individuals were randomly selected and subjected to genital preparation to ensure that they were either *A. decedens* or *E. decipiens*. Male individuals were used for genital preparation, in which their abdomens were dissected from their bodies and heated in a 10% KOH solution until boiling. Afterward, the boiled solution was allowed to cool to room temperature (25°C). The material in the cooled solution was placed on a coverslip containing glycerol and examined under a stereomicroscope. Genitalia were separated from the abdomen using a needle and examined under a microscope in the same environment (Kaya & Başpınar, 2019). After diagnosis, the genitalia were placed in 1.5 ml Eppendorf tubes containing 70% alcohol solution and preserved throughout the study.

Meteorological data

The climate parameter data used in this study were provided by the Hatay Meteorological Directorate (Anonymous, 2023).

RESULTS and DISCUSSIONS

Population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens*

Figure 1 illustrates the weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Melekli district in 2022. Analysis of the data shows that the population exhibits a fluctuating trend in general, with a significantly lower trend in the vegetative phase compared to the reproductive phase. The highest population recorded during the vegetative phase was 168.6 ± 11.37 . As the reproductive phase approached, the population underwent a sharp rise, reaching its peak on August 27th (325.6 ± 143). However, in the subsequent weeks, the population trend declined, experiencing a significant drop from September 17th to 34.6 ± 20 , marking the lowest population observed throughout all development stages of cotton.

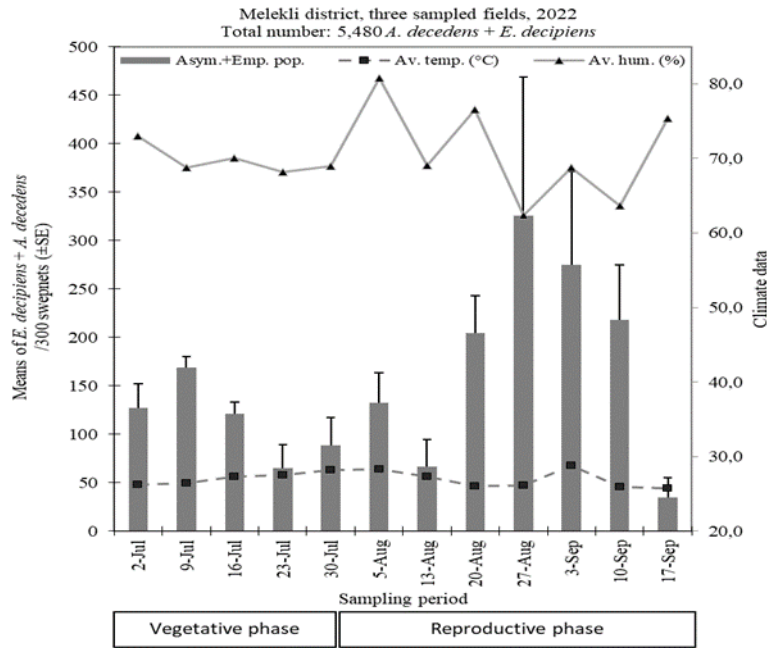


Figure 1. Weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Melekli district in 2022

Şekil 1. *Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens*'in pamukta 2022 yılında Melekli ilçesindeki haftalık mevsimsel popülasyon dinamikleri

Figure 2 illustrates the weekly seasonal population dynamics of *A. decedens* and *E. decipiens* in the Reyhanlı district in 2022. In the first week of the vegetative phase (July 2), the population was 249.6 ± 125 and reached the peak of the vegetative phase (413.6 ± 83.2) on July 16. However, in the following week (July 23rd), the population sharply declined to 135.3 ± 65.9 , maintaining a lower and mildly fluctuating trend until September 3rd. On September 3rd, the population reached its highest level (360.3 ± 286.4) but then experienced a sharp decline (40 ± 23.6).

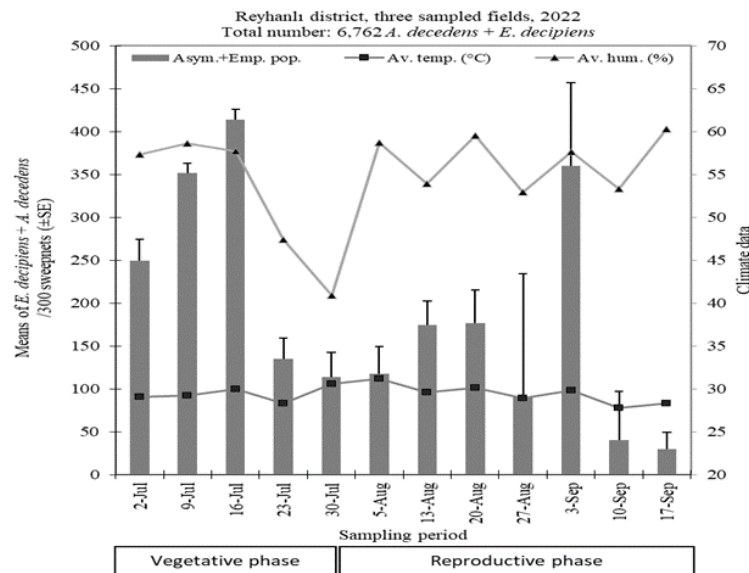


Figure 2. Weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Reyhanlı district in 2022

Şekil 2. *Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens*'in pamukta 2022 yılında Reyhanlı ilçesindeki haftalık mevsimsel popülasyon dinamikleri

Figure 3 illustrates the weekly seasonal population dynamics of *A. decedens* and *E. decipiens* in the Altınözü district in 2022. The population was significantly higher in the vegetative phase than in the reproductive phase. The population, which stood at 359.6 ± 153.1 on July 2nd, rapidly increased until July 23rd, reaching its peak (1534 ± 570.2) on this date. However, during the first week of the reproductive phase on July 30th, the population sharply declined to 234.3 ± 43.6 . Subsequently, on August 5th, there was a slight increase (334 ± 60.7), followed by a slight decrease on August 13th (262.3 ± 105.5), and in the remaining weeks, the declining trend continued, failing to reach a significant population level.

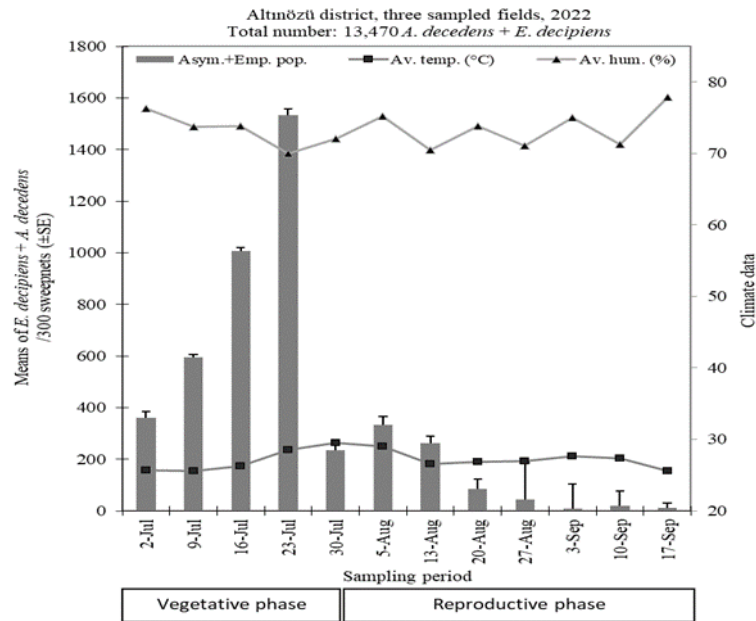


Figure 3. Weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Altınözü district in 2022

Şekil 3. *Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens*'in pamukta 2022 yılında Altınözü ilçesindeki haftalık mevsimsel popülasyon dinamikleri

Figure 4 illustrates the weekly seasonal population dynamics of *A. decedens* and *E. decipiens* in the Melekli district in 2023. In the first two weeks of the vegetative period (June 24 and July 1), the population was high with 474.6 ± 238.5 and 387.3 ± 274.3 , respectively. However, on July 8th, the population experienced a sharp decline (65.6 ± 14.9), maintaining a low and fluctuating trend until August 19th, which fell within the reproductive phase. On August 19th, the population rose sharply to its peak (572.6 ± 180), but in the subsequent weeks (August 26th and September 2nd), it did not reach a notable level.

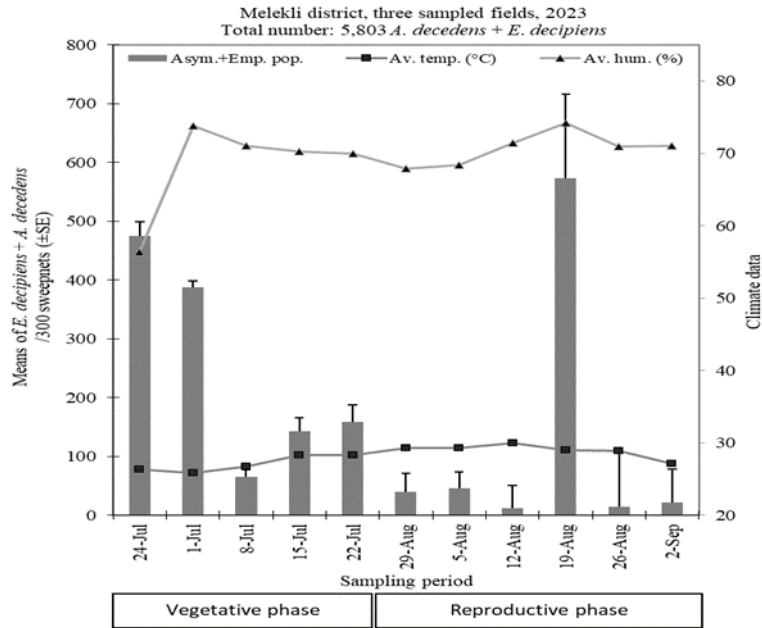


Figure 4. Weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Melekli district in 2023

Şekil 4. *Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens*'in pamukta 2023 yılında Melekli ilçesindeki haftalık mevsimsel popülasyon dinamikleri

Figure 5 illustrates the weekly seasonal population dynamics of *A. decedens* and *E. decipiens* in the Reyhanlı district in 2023. During the first week of the vegetative phase (June 24th), the population distribution reached its peak (349.3±204.3). Subsequently, declines were observed on July 1st and July 8th (151.6±96.6), followed by an increase on July 15th (156.6±35). On July 22nd and August 5th, populations near the peak point were reached (271±63.17 and 275.6±312.4, respectively), while notable populations were not observed in the remaining weeks.

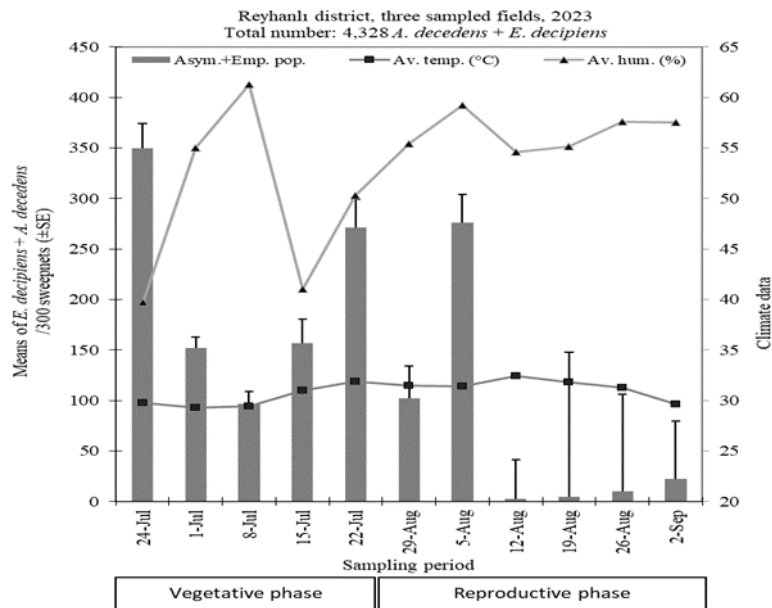


Figure 5. Weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Reyhanlı district in 2023

Şekil 5. *Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens*'in pamukta 2023 yılında Reyhanlı ilçesindeki haftalık mevsimsel popülasyon dinamikleri

Figure 6 illustrates the weekly seasonal population dynamics of *A. decedens* and *E. decipiens* in the Altınözü district in 2023. The population increased at a very high level on June 24th (3290.6 ± 2108.0), representing the peak point. The population showed a declining trend on July 1st and July 8th (678.6 ± 319.5 and 325.3 ± 64.5 , respectively), but rebounded on July 15th (496.6 ± 196.3) and gradually increased, reaching the highest population level observed during the reproductive period on August 5th (1608.6 ± 65.6). During the remaining weeks, no significant population levels were observed.

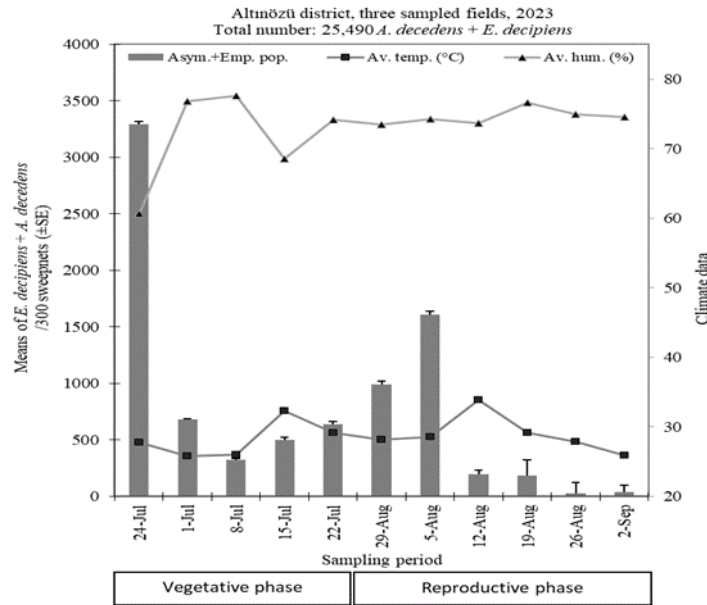


Figure 6. Weekly seasonal population dynamics of *Asymmetrasca decedens* and *Empoasca decipiens* in the Altınözü district in 2023

Şekil 6. *Asymmetrasca decedens* ve *Empoasca decipiens*'in pamukta 2023 yılında Altınözü ilçesindeki haftalık mevsimsel popülasyon dinamikleri

According to the data obtained from the study, the population density and periods of population concentration of *A. decedens* and *E. decipiens* varied across districts, cotton varieties, years, and cotton phenological stages. In Melekli district, during field samplings conducted in 2022, a total of 5.480 leafhopper specimens were collected, with the population predominantly (68.75%) concentrated in the reproductive stage. Similarly, in the same district in 2023, a similar number of individuals (5.803) were collected; however, contrary to the previous year, the population was predominantly (63.53%) concentrated in the vegetative stage, and the population peak, as observed in the previous year, was reached during the reproductive stage. During field sampling in 2022 in Reyhanlı district, a total of 6.762 leafhopper specimens were collected, with the population showing a relatively closer distribution between the vegetative and reproductive stages (56% and 44%, respectively). In the same district in 2023, a 36% decrease in the number of individuals (4.382) was observed compared with the previous year, and the population was predominantly concentrated in the vegetative stage, unlike in the previous year. However, the population peaked during the vegetative stage as in the previous year. During field samplings in 2022 in Altınözü district, 13.470 leafhopper specimens were collected, and a significant portion of the population (83%) was concentrated in the vegetative stage. Similarly, in the same district in 2023, there was a significant increase of 83.2% compared to the previous year, with a total of 25.490 leafhopper specimens collected, and 63.8% of the population was presence in the vegetative stage as in the previous year. The periods of the population peak remained the same in both years (vegetative stage). Additionally, the leafhopper population in Altınözü district was significantly higher than that in other districts in both years.

Previous research on this topic has indicated that leafhopper populations tend to be highest during the period of cotton maturation and boll formation (Baloch & Soomro, 1980; Monsef, 1981; Lodos, 1982; Salem et al., 1988; Göçmen et al., 1996; Başpınar et al., 1996; Atakan et al., 2004; Mart & Sunulu, 2011). Uğur and Bayhan (2023), in a study conducted in cotton production areas in different provinces, reported that leafhopper densities reached the highest levels in August and September. However, the findings of this study reveal that the density, distribution, and specific development stages at which leafhopper populations reach their peak can differ from year to year and between provinces.

In this study, population density, dynamics, and distribution of leafhoppers in conventional cotton cultivation areas in Hatay province were investigated as well as their relationship with different developmental stages of cotton. The findings of this study showed that *A. decedens* and *E. decipiens* populations varied according to different developmental stages of cotton, provinces, and years. The findings on this variation in population fluctuations and dynamics may assist to determine the presence of these pests in cotton cultivation areas and to implement correct pest management programs.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The authors declare that they have contributed equally to this study.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Abdollahi, T., Jalalizand, A.R., Mozaffarian, F., & Wilson, M. (2015). A faunistic study on the leafhoppers of Northwestern Iran (Hemiptera, Cicadellidae). *ZooKeys* 496 (496), 27-51. <https://doi.org/10.3897/zookeys.496.9059>
- Abou-Jawdah, Y., Abdel Sater, A., Jawhari, M., Sobh, H., Abdul-Nour, H., Bianco, P. A., Molino Lova, M., & Alma, A. (2014). *Asymmetrasca decedens* (Cicadellidae, Typhlocybae), a natural vector of 'Candidatus Phytoplasma phoenicium'. *Annals of Applied Biology*, 165, 395-403. <https://doi.org/10.1111/aab.12144>
- Akmeşe, V., & Sertkaya, E. (2021). Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki mısır alanlarında Cicadellidae (Hemiptera) türlerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 497-505. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.942002>
- Anonymous (2023). Hatay Meteorological Directorate.
- Atakan, E. (2009). Damage assessment of the leafhopper complex [*Asymmetrasca decedens* (Paoli) and *Empoasca decipiens* Paoli] (Homoptera: Cicadellidae) in cotton. *Journal of Pest Science*, 82 (3), 227-234. <http://dx.doi.org/10.1007/s10340-008-0243-8>
- Atakan, E. (2011). Development of a sampling strategy for the leafhopper complex [*Asymmetrasca decedens* (Paoli) and *Empoasca decipiens* Paoli] (Hemiptera: Cicadellidae) in cotton. *Journal of Pest Science*, 84, 143-152. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0338-x>
- Atakan, E., Boyacı, K., & Gençer, O. (2004). Çukurova'da yaprakpireleri [*Asymmetrasca decedens* (Paoli) ve *Empoasca decipiens* Paoli (Homoptera: Cicadellidae)]'nin bazı pamuk çeşitlerindeki populasyon gelişmesi. *Turkish Journal of Entomology*, 28 (4), 267-273.

- Atlıhan, R., Yardım, E.N., Özgöçke, M.S., & Kaydan, M.B. (2003). Harmful insects and their natural enemies in potato fields in Van Province. *Journal of Agricultural Sciences*, 9, 291-295.
- Awadalla, S.S., Abdallah, F.E., & El-Mashaly, N.R. (2013). Influence of some varieties on the main insects attacking faba bean plants. *Journal of Plant Protection and Pathology, Mansoura University*, 4, 581-589. <https://dx.doi.org/10.21608/jppp.2013.87406>
- Backus, E.A., Serrano, M.S., & Ranger, C.M. (2005). Mechanism of hopperburn: An overview of insect taxonomy, behavior and physiology. *Annual Review of Entomology*, 50, 125-151. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.061802.123310>
- Baloch, A.A., & Soomro, B.A. (1980). Preliminary studies on plant profile and population dynamic of insect pest of cotton. *Turkish Journal of Plant Protection*, 4 (4), 203217.
- Başpınar, H. (1994). Some observations on dominant structure and population changes of *Asymmetrasca decedens* (Paoli) and *Empoasca decipiens* Paoli (Hom.:Cicadellidae) on different crops in Adana. *Turkish Journal of Entomology*, 18 (2), 71-76.
- Başpınar, H., Erol, T., & Öncüer, C. (1996). Aydın İli pamuk alanlarında görülen zararlılar ile önemlilerinin populasyon değişimleri ve doğal düşmanları üzerinde incelemeler. *Proceedings of the 3rd Entomology Congress of Türkiye*, 24-28 September 1996, Ankara, 38-43.
- Bayhan, E., & Ölmez Bayhan, S. (2022). Entomological problems in cotton fields of Southeastern Anatolia Region. In G. Kaçar (Ed.), *Invasive pest species and new approaches in control (1st ed., pp. 1)*. Paradigma Academy Publishing House. ISBN: 678.
- Beanland, L., Noble, R., & Wolf, T.K. (2006). Spatial and temporal distribution of North American grapevine yellows disease and of potential vectors of the causal phytoplasmas in Virginia. *Environmental Entomology*, 35, 332-344. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.2.332>
- Birbiri, H., & Sertkaya, E. (2022). Adana ilinde yetiştirilen bazı turunçgil çeşitlerinde zararlı yaprakpiresi (Hemiptera, Cicadellidae) türleri ile parazitoitlerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 615-622. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1149999>
- Çarpar, H., & Sertkaya, G. (2022). Investigation on phytoplasma diseases, their potential insect vectors and other hosts in pepper (*Capsicum annuum* L.) growing areas of Hatay-Turkey. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 241-252. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1060097>
- Datta, A., Ullah, H., Ferdous, Z., Santiago-Arenas, R., & Attia, A. (2020). Water management in cotton. In K. Jabran & B.S. Chauhan (Eds.), *Cotton production (pp. 47-60)*. Wiley Online Library. <https://doi.org/10.33206/mjss.858702>
- Delvare, G. (1996). Contribution to study of the insect fauna associated with cotton crop. Report on a mission in Turkey. July 15-20, 1996, CIRAD, 1-38.
- Demir, E. (2006a). A new species of *Thamnotettix Zetterstedt*, 1840 (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) From Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 79 (3), 283-287. <https://doi.org/10.2317/0411.29.1>
- Demir, E. (2006b). Contributions to the knowledge of Turkish Auchenorrhyncha with twelve new records (Homoptera, Cicadellidae). *Munis Entomolgy and Zoology*, 1 (2), 215-236.
- Demir, E. (2006c). Bobacella (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae): A new genus record for Turkey. *Entomological News*, 117 (4), 455-456.
- Demir, E. (2016). Deltocephalinae (Hemiptera, Cicadellidae) species in southwestern Turkey with new records. *Entomologica Romanica*, 20, 49-55.
- Demir, E., & Demirsoy, A. (2008). Some interesting and new records of Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) from Eastern Turkey. *Zoology in the Middle East*, 45 (1), 116-117. <https://doi.org/10.1080/09397140.2008.10638318>

- Demirel, N., & Yıldırım, A.E. (2008). Attraction of various sticky color traps to *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) and *Empoasca decipiens* Paoli (Homoptera: Cicadellidae) in cotton. *Journal of Entomology*, 5, 389-394. <https://doi.org/10.3923/je.2008.389.394>
- Dietrich, C.H. (2013). Overview of the phylogeny, taxonomy and diversity of the leafhopper (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha: Membracoidea: Cicadellidae) vectors of plant pathogens. In: Chang C-J, Lee C-Y, Hsien-Tzung Shih H-T (eds) *Proceedings of the 2013 International Symposium on Insect Vectors and Insect-Borne Diseases*, Taichung, Taiwan, ROC. Special Publication of TARI 173, 47-70.
- Durusoy, M. (2005). Kırıkhan (Hatay) ve çevresinde pamuk alanlarında erken dönemde görülen emici böcekler ve bunların zararlılık durumlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Hatay.
- Dündar, H., Gençsoylu, İ., & Küçük, H. (2012). Makinalı hasada uygun bazı pamuk çeşitlerinde pamuk yaprakpireleri (*Asymetresca decedens* & *Empoasca decipiens* Paoli. Hem.: Cicadellidae)'nin popülasyon değişiminin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 17-23.
- Efil, L., & Güçlü, Ş. (2004). Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde pamuk alanlarında bulunan Cicadellidae (Homoptera) türleri. *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 8-10 Eylül 2004, Samsun, 115 s.
- Efil, L., Özgür, A.F., & İlkhan A., (1999). Harran ovasında farklı pamuk çeşitlerinde *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) ve *Empoasca* spp. (Homoptera: Cicadellidae)'nin popülasyon gelişmesinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (3-4), 97-106.
- El-Gindy, M.A.A. (2002). Studies on certain homopterous insect vectors of plant pathogenic diseases. Doktora Tezi, Tarım Fakültesi, Zagazig Üniversitesi, 263 s.
- Forrester, W., & Wilsona, G.L. (1988). Pests and their management: Insect pests of cotton. NSW Agriculture Agfact P5.AE.I: 1-17.
- Gencsoylu, I., & Yalçın, I. (2004). The effect of different tillage systems on cotton pests and predators in cotton fields. *Asian Journal of Plant Science*, 3, 39-44. <https://doi.org/10.3923/ajps.2004.39.44>
- Gnezdilov, V.M., & Özgen, I. (2021). A new species of *Balcanocerus* Maldonado-Capriles (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae: Eurymelinae) from Eastern Anatolia, with a key to Palaearctic species and new records. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 123 (3), 529-537. <https://doi.org/10.4289/0013-8797.123.3.529>
- Gnezdilov, V.M., Özgen, I., Emeljanov, A.F., & Neimorovets, V.V. (2021). First record of the leafhopper tribe Adelungiini Baker (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae: Megophthalminae) from Turkey, with notes on *emAchrus/em emalbicosta/em* (Kusnezov, 1929). *Zootaxa*, 4950 (3), 580-588. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4950.3.10>
- Göçmen H., Güçlü, Ş., & Dağlı, S. (1996). Antalya'da pamukta zararlı Cicadellidae türleri ve popülasyon dalgalanmaları. *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 22-28.
- Güçlü, Ş. (2010). *Verdanus artvinensis* (Hemiptera: Cicadellidae), a new leafhopper species from northeastern Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 34 (1), 45-48. <https://doi.org/10.3906/zoo-0811-14>
- ICAC (2022). 80th Plenary Meeting of the ICAC. <https://icac.org/Meetings/Details?eventId=1219> (Accessed: 2023.12.29)
- Karavin, M., Zeybekoğlu, Ü., & Kartal, V. (2011). First record of *Bilusius valiko* Logvinenko, 1974 (Hemiptera, Cicadomorpha, Cicadellidae) from Turkey, with redescription of the species. *Turkish Journal of Zoology*, 35 (6), 893-895. <https://doi.org/10.3906/zoo-1005-36>
- Kaya, K., & Başpınar, H. (2019). Cicadellidae family species obtained from light trap in Hatay province and their population densities. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 31-36.

- Kersting, U., & Şengonca, Q. (1992). Detection of insect vectors of the citrus stubborn disease pathogen, *Spiroplasma citri* Saglio et al., in the citrus growing area of South Turkey. *Journal of Applied Entomology*, 113 (1-5), 356-364. <https://doi.org/10.1111/j>
- Lodos, N. (1982). *Türkiye entomolojisi II (Genel, uygulamalı, faunistik)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 429, 591.
- Majumdar, G., Singh, S.B., & Shukla, S.K. (2019). Seed production, harvesting, and ginning of cotton. In K. Jabran (Ed.), *Cotton production* (pp. 145-174). Wiley Online Library. <https://doi.org/10.1002/9781119385523.ch8>
- Malaschi, D. (1995). Leafhoppers in winter wheat crops of the Hall/Sall district of Germany in 1992 and 1993. *Probleme de Practica Plantelor*, 23, 1145-1150.
- Mart, C., & Sunulu, S. (2011). Kahramanmaraş pamuk ekim alanlarında Cicadellidae (Hemiptera) familyasına bağlı türler ve popülasyon değişimleri. *Turkish Journal of Entomology*, 35 (4), 665-676.
- Monsef, A. (1981). Life-cycle and toxicogenic role of *Austroasca* (s.g. *Jacobiasca*) *lybica* Berg & Zan. in cotton fields in Fars province. *Entomologie et Phytopathologie Appliquees*, 49 (1), 11-17.
- Munir, H., Rasul, F., Ahmad, A., Sajid, M., Ayub, S., Arif, M., & Khan, M.A. (2020). Diverse uses of cotton: From products to byproducts. In S. Ahmad & M. Hasanuzzaman (Eds.), *Cotton production and uses* (pp. 629-641). Springer, Singapore.
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008b) Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında bulunan Cicadellidae (Homoptera) türleri ve yayılış alanları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32 (4), 281-301.
- Mutlu, Ç., Baran Yazıcı, A., & Zeybekoğlu, Ü. (2023). Determination of leafhopper (Hem.: Cicadellidae) species and population dynamics of important species in second crop maize in Şırnak province, Türkiye. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 372-386. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1307776>
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008a). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında Cicadellidae (Homoptera) familyasına bağlı önemli türlerin popülasyon değişimleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32 (1), 21-32.
- Naseri, B., Fathipour, Y., & Talebi, A.A. (2007). Comparison of some biological aspects of *Empoasca decipiens* (Homoptera: Cicadellidae) on four bean species. *Journal of Entomological Society of Iran*, 27, 1-3.
- Nault, L.R., & Ammar, E.D. (1989). Leafhoppers and planthoppers transmission of plant viruses. *Annual Review of Entomology*, 34, 301-329. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.002443>
- Nielson, M.W. (1985). Leafhoppers systematic. Pp. 11-39 In "*The leafhoppers and planthoppers*" (Ed. L.R. Nault & J.G. Rodriguez). A Wiley Interscience Pub. 500 pp.
- Oman, P.W. (1949). The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae): A generic classification and checklist. (Memoirs of the Entomological Society of Washington, No. 3). The Entomological Society of Washington.
- Orenstein, S., Zahavi, T., Nestel, D., Sharon, R., Barkalifa, M., & Weintraub, P.G. (2003). Spatial dispersion patterns of potential leafhopper and planthopper (Homoptera) vectors of phytoplasma in wine vineyards. *Annals of Applied Biology*, 142, 341-348. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2003.tb00259.x>
- Ozyigit, I.I. (2009). In vitro shoot development from three different nodes of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (1), 74-78. <https://doi.org/10.15835/nbha3713144>
- Ozyigit, I.I., & Gozukirmizi, N. (2009). Efficient shoot and root formation from cotton shoot apices. *Russian Journal of Plant Physiology*, 56 (4), 527-531. <https://doi.org/10.1134/S1021443709040128>
- Özgür, A.F., Şekeroğlu, E., Gencer, O., Göçmen, H., Yelin, D., & İşler, N. (1988). Önemli pamuk zararlılarının pamuk çeşitlerine ve bitki fenolojisine bağlı olarak popülasyon gelişimlerinin araştırılması. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 12, 48-74.
- Rassoulilian, G.R., Sardarbandeh, H., & Kharaz-Pakdel, A. (2005). Study of soybean leafhoppers fauna and an investigation on biology of dominant species *Empoasca decipiens* Paoli in Karaj area. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 70, 671-675.

- Raupach, K., Borgemeister, C., Hommes, M., Poehling, H., & Sétamou, M. (2002). Effect of temperature and host plants on the bionomics of *Empoasca decipiens* (Homoptera: Cicadellidae). *Crop Protection*, 21, 113-119. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00070-9)
- Rehman, A., Jingdong, L., Chandio, A.A., Hussain, I., Wagan, S.A., & Memon, Q.U.A. (2019). Economic perspectives of cotton crop in Pakistan: A time series analysis (1970–2015) (Part 1). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18 (1), 49-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.12.005>
- Room, P.M., & Wardhaugh, G. (1977). Seasonal occurrence of insects other than *Helicoverpa* spp. Feeding on cotton in the Namoi Valley of New South Wales. *Journal of the Australian Entomological Society*, 16 (2), 165-174.
- Salem, M., Ej-Saadany, G.B., & Tharvval M.E. (1988). The fluctuations in population density of the *Empoasca decipiens* attacking two cotton varieties in upper Egypt. *Proceeding of the Conference of the Agricultural Development Research*, Vol. 111. Botany, Plant Pathology & Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, 17-19.
- Sertkaya, E., & Yaşarer, H. (2006). Kırıkhan (Hatay)'da pamukta yaprakpireleri [*Asymmetrasca decedens* (Paoli) ve *Empoasca decipiens* Paoli] (Homoptera: Cicadellidae)'nin populasyon değişimleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1-2), 71-78.
- Sharma, A., Kodgire, P., & Kachhwaha, S.S. (2020). Investigation of ultrasound-assisted KOH and cao catalyzed transesterification for biodiesel production from waste cotton-seed cooking oil: Process optimization and conversion rate evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120982. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120982>
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ.A., & Kurt, Ş. (2017). Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22, 23-33.
- Sundar, K., & Udayakumar, R. (2020). Comparative evaluation of the performance of rice bran and cotton seed biodiesel blends in VCR diesel engine. *Energy Reports*, 6 (2), 795-801. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.12.005>
- TÜİK. (2024). *Agricultural production statistics*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Agriculture-111> (Access date: 10.05.2024).
- Uğur, T., & Bayhan, E. (2023). Determination of leafhoppers and predators in cotton areas in the Southeastern Anatolia Region of Türkiye. *Turkish Journal of Biological Control*, 14 (1), 20-29.
- USDA (2020). United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, December 2020 Report, Cotton: World Markets and Trade, 1-28. Retrieved from: https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaemis/files/kp78gg36g/5m60rj41c/hh63tm60w/cotton_1.pdf
- Weeb, M.D. (1987). Species recognition in *Cicadulina* leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae), vectors of pathogens of Graminae. *Bulletin of Entomological Research*, 77, 683-712. <https://doi.org/10.1017/S0007485300012207>
- Zeybekoğlu, Ü. (2010). A new species of the bug genus *Cicadula* Zetterstedt, 1838 from Turkey: (Hemiptera: Cicadomorpha: Cicadellidae). *Zoology in the Middle East*, 50 (1), 107-110. <http://dx.doi.org/10.1080/09397140.2010.10638419>

Laboratuvar koşullarında farklı popülasyon yoğunluklarında yetiştirilen *Orius laevigatus* (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) erginlerinin yumurta veriminin karşılaştırılması

Comparison of egg production of *Orius laevigatus* (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) adults reared at different population densities under laboratory conditions

Tuba SEMİZ¹, Levent ÜNLÜ¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Selçuklu, Konya, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 15.04.2024 Accepted / Kabul: 07.08.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Orius laevigatus</i> Kitle üretim Yumurta verimi Predatör</p> <p>Keywords: <i>Orius laevigatus</i> Mass rearing Egg production Predator</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Tuba SEMİZ Tuba.semiz11@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>Modern bitki koruma yöntemlerinden biri olan biyolojik mücadelede doğal düşmanların kitle üretimleri önemli bir yer tutmaktadır. Predatör ve parazitoit türler laboratuvar ortamlarında çok sayıda üretilerek konukçusu olan zararlıların mücadelesinde kullanılabilirler. Bu çalışma predatör böcek, <i>Orius laevigatus</i>'un kitle üretimine esas teşkil etmek üzere laboratuvar ortamında aynı büyüklükteki (5 L) plastik kaplarda farklı yoğunluktaki ergin bireylerin bıraktıkları yumurta sayılarının karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür. Sabit sıcaklıktaki (25±1°C) iklim odasında ve üç farklı ergin yoğunluğunda (500, 1000 ve 1500 adet) yürütülen çalışmada ergin besini olarak <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtaları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ortalama yumurta sayıları en yüksek olarak 1000 adet bireyin bulunduğu kapta (günlük ortalama 1370.90 adet) gözlemlenmiştir. Ancak, ortalama yumurta sayısı bakımından 1500 adet bireyin bulunduğu kapla (1349.86 adet) aralarında istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır. En düşük ergin yoğunluğu olan 500 adet bireyin bulunduğu kapta ise en az yumurta sayısı (468.01 adet) elde edilmiştir. Bu nedenle <i>Orius laevigatus</i>'un kitle üretiminde 5 L hacme sahip kaplarda 1000 adet birey yoğunluğu kullanılmasının daha uygun olduğu belirlenmiş olup bu yoğunluk düzeyinin bu konuda çalışacak araştırmacılara tavsiye edilebileceği değerlendirilmiştir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Mass rearing of natural enemies has an important place in biological control, which is one of the modern plant protection methods. Predator and parasitoid species can be produced in large numbers in laboratory environments and used to combat their host pests. This study was carried out to compare the number of eggs laid by adult individuals at different densities in plastic containers of the same size (5L) in the laboratory as a basis for the mass rearing of the predatory insect, <i>Orius laevigatus</i>. <i>Ephestia kuehniella</i> eggs were used as adult food in the study, which was carried out in a climate chamber at constant temperature (25±1°C) and at three different adult densities (500, 1000 and 1500). As a result of the study, the highest average egg number was observed in the container containing 1000 individuals (1370.90 eggs per day on average). However, there was no statistically significant difference in the average number of eggs between the containers containing 1500 individuals (1349.86). The lowest number of eggs (468.01) was obtained in the container containing 500 individuals with the lowest adult density. For this reason, it has been determined that it is more appropriate to use a density of 1000 individuals in containers with a volume of 5L in the mass rearing of <i>Orius laevigatus</i>, and it is considered that this density level has been recommended to researchers who will work on this subject.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Semiz, T., & Ünlü, L. (2024). Laboratuvar koşullarında farklı popülasyon yoğunluklarında yetiştirilen <i>Orius laevigatus</i> (Fieber) (Hem.: Anthocoridae) erginlerinin yumurta veriminin karşılaştırılması <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 804-809. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1468838</p>

GİRİŞ

Tarım ürünlerinin üretimi sırasında kullanılan tarım ilaçlarının kalıntı sorunu nedeni ile insanlara ve çevreye verdiği zararlardan dolayı, bu ilaçların kullanımının en aza indirilmesi gerekmektedir. Bunun için başta biyolojik mücadele olmak üzere ilaçsız mücadele yöntemlerinin daha yaygın olarak kullanılması gerekmektedir.

Biyolojik mücadele, zararlı türler üzerinde beslenen canlı etmenleri kullanarak, bunların popülasyonunu ekonomik zarar eşliğinin altında tutulmasını sağlayan yöntemlerden biridir. Biyolojik mücadelede predatör ve parazitoit türler büyük öneme sahiptir. Adana ilinde yetiştirilen bazı turuncgil çeşitlerinde zararlı yaprakpisesi (Hemiptera, Cicadellidae) türleri ile parazitoitler belirlenmiştir (Birbiri & Sertkaya, 2022). Predatör, ömrü boyunca konukçusu olan türün birden fazla bireyi ile beslenip konukçusunu hemen öldüren canlılardır. Başta birçok coccinellid tür olmak üzere, *Orius* spp., *Anthocoris* spp., *Chrysopa carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae), gibi birçok predatör tür bulunmaktadır. Şırnak ili pamuk ekim alanlarında bulunan zararlı lepidoptera türleri, popülasyon yoğunlukları ve avcılar üzerinde araştırmalar yapılmıştır (Ayaz & Can, 2021). Bu predatör türlerden *Orius* spp. 'nin laboratuvarında kitle üretimi en çok yapılan ve ticari olarak satışı gerçekleşen bir tür olduğu düşünülmektedir. Hemiptera takımının içerisinde yer alan *Anthocoris*, *Orius*, *Deaeocoris*, *Geocoris* ve *Nabis* cinslerine ait birçok predatör tür bulunmaktadır. Bu türler; thrips, yaprakbiti, psylla, kırmızı örümcek, lepidopter gibi çeşitli zararlıların değişik dönemleri ile beslenip, popülasyonlarını azaltmaktadırlar (Anonim, 2024). Anthocoridae familyası içerisinde yer alan *Orius laevigatus* (Fieber) biyolojik mücadelede başarıyla kullanılan bir türdür (Coll ve ark., 2007).

Orius türleri ile yapılan çalışmalarda, faydalının biyolojisi ve beslenme kapasitesinin belirlenmesi, kitle üretimi ve depolama vb. konular ele alınmıştır. Cocuzza ve ark. (1997) farklı sıcaklıkların *O. laevigatus* ve *O. albidipennis* gelişimi ve üremesi ile bunların *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae)'e karşı avlanma aktivitelerini incelemişlerdir. Bonte ve De Clercq (2010), erkek bireyin yaşının ve beslenmenin *O. laevigatus*'un üreme potansiyeli üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Ülkemizde ise, kültür bitkilerinde doğal düşmanların saptanması, beslenme ve yumurtalama tercihlerinin ortaya konulması ve etkinliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların ön plana çıktığı görülmektedir. Pamuk ekim alanlarında *O. minutus*, *O. horvathi* ve *O. niger* türlerinin (Uygun ve ark., 1993), Akdeniz Bölgesinde ise *O. laevigatus* (Fieber) ve *O. niger* türünün bulunduğu belirtilmiştir (Zeren & Düzgüneş, 1983; Bulut & Göçmen, 2000). Keçeci ve Gürkan (2013, 2017) Türkiye'de örtüaltı patlıcan ve biber yetiştiriciliğinde zararlı olan batı çiçek thrips (*F. occidentalis*) üzerinde *Orius* türlerinin biyolojik mücadelesini araştırmışlardır. Sönmez (2016), laboratuvar şartlarında *O. laevigatus*'un üreme özelliklerine dişi bireyin yaşının etkisini araştırmıştır. Arslan ve Gencer (2017) predatör böcek *O. laevigatus*'un yumurta bırakması üzerinde konukçu bitkilerin etkisini araştırmışlardır. Kaygan (2017), farklı miktarda verilen *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtasının *O. laevigatus*'un biyolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Ormanoğlu (2018), çeşitli yetiştirme kaplarının ve sıcaklıkların *O. laevigatus*'un bıraktığı yumurta sayısı üzerine etkisini araştırmıştır.

Yukarıda belirtilen literatür bildirişlerinde, avcı böceğin, üretim kaplarındaki yoğunluğunun kitle üretimine etkisinin belirlendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, yaygın olarak kitle üretimi yapılan *O. laevigatus*'un 5 L hacme sahip yetiştirme kaplarında farklı sayılardaki erginlerinin günlük ve toplam yumurta veriminin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen verilerle faydalının kitle üretimine katkı sağlamak hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini *O. laevigatus*'un ergin bireyleri oluşturmuştur. Başlangıç kültürünü oluşturan ergin bireyler BiopheroPoint Biyolojik Mücadele Sistemleri Tarım Kimya San. ve TİC. A.Ş.'den temin edilmiş ve 25±1°C sıcaklıktaki iklim odasında gerçekleştirilen kitle üretimleri deneme için yeterli sayıda ergin elde edilinceye kadar devam etmiştir.

Sabit sıcaklıkta tutulan iklim odalarında, yetiştirme kapları (17 x 27 x 12 cm boyunlarında ve 5 L hacminde, kapağı tülle kaplı olan plastik kaplar) içerisinde besin maddesi olarak *E. kuehniella* yumurtaları kullanılmış olup bu yumurtalar da Biopheropoint Biyolojik Mücadele Sistemleri Tarım Kimya San. ve Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir. Binoküler mikroskopta sayılan yeni ergin olmuş 500, 1000 ve 1500 adet ergin birey, erkek/dişi oranı 1/1 olacak şekilde alınarak her kutunun içerisine konulmuştur. Çalışma üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hassas terazide tartılan *E. kuehniella* yumurtaları 35. günün sonunda toplam her bir kutuya 500 adet ergin birey (250 erkek, 250 dişi) için 8.25 gr, 1000 adet ergin birey (500 erkek, 500 dişi) için 16.50 gr ve 1500 adet ergin birey (750 erkek, 750 dişi) için 24.75 gr olmak üzere oransal olarak eşit miktarda verilmiştir. *Orius laevigatus* erginlerinin yumurtalarını bırakabilmesi için her bir plastik kaba bir adet taze fasulye baklası bırakılmış ve her gün taze fasulye baklaları yenileri ile değiştirilmiştir. Yetiştirme kaplarından çıkarılan fasulye baklaları üzerindeki yumurta sayımları binoküler mikroskopta yapılmıştır. Sayımlara her bir yetiştirme kabında 35 gün boyunca devam edilmiş ve bu süre sonunda yetiştirme kaplarında bulunan dişi bireylerin tamamı ölmüştür. İstatistiki analizler için SPSS 22 istatistik paket programında varyans analizi (ANOVA) kullanılmış, ortalamalar arasındaki farklar için Duncan testi yapılmıştır (P<0.05).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Aynı büyüklükteki yetiştirme kaplarında üç farklı ergin sayısı düzeyinde yumurta verimlerinin tespit edildiği çalışmanın istatistiksel analiz sonucu Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Aynı büyüklükteki yetiştirme kaplarında farklı sayıdaki *Orius laevigatus* ergin bireylerinin ortalama yumurta verimlerinin karşılaştırılması

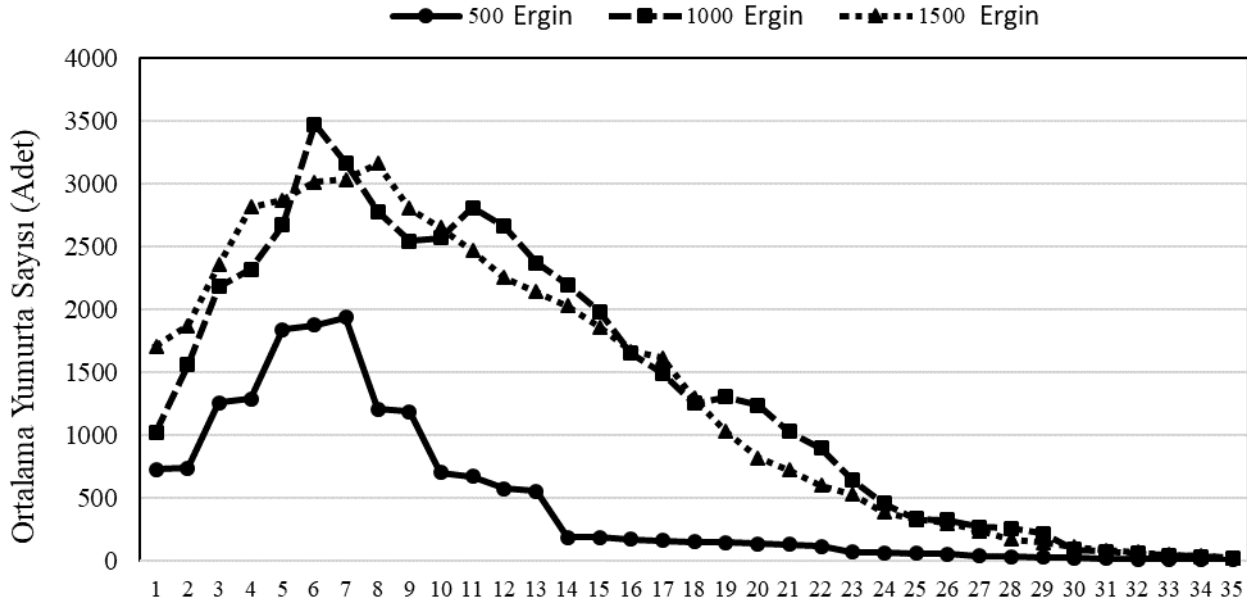
Table 1. Comparison of average egg yields of different numbers of *Orius laevigatus* adults in the same size breeding containers

Ergin sayısı (Adet)	Toplam yumurta sayısı (Adet)	Dişi başına düşen yumurta sayısı (Adet)	Ortalama yumurta sayısı (Adet)
500	16182	64,72	468.01±57.57 ^a
1000	47147	94,29	1370.90±105.77 ^b
1500	48705	64,94	1349.86±106.87 ^b

*Aynı harfleri gösteren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir (P<.05).

Orius laevigatus'un, kitle üretiminde 5 L hacme sahip yetiştirme kaplarında, en uygun ve verimli ergin yoğunluğunun 1000 adet olduğu, 1500 adet ergin yoğunluğu ile 1000 adet ergin yoğunluğu arasında istatistiki olarak fark olmamasına rağmen çalışma kolaylığı ve takibi açısından 1000 adet ergin yoğunluğunun daha ideal olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Çizelge 1).

Her üç ergin yoğunluğundan elde edilen ortalama yumurta sayılarının günlere göre dağılımları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Beş litre hacme sahip yetiştirme kaplarında üç farklı ergin yoğunluğunda *Orius laevigatus* dişilerinin bıraktıkları ortalama yumurta sayıları

Figure 1. Average number of eggs laid by *Orius laevigatus* females at three different adult densities in breeding containers with a volume of five liters

Predatör böcek *O. laevigatus*'un kitle üretiminde kullanılacak en uygun ergin yoğunluğu (500, 1000 ve 1500) belirleme çalışmasının sonucunda, her üç yoğunlukta da ergin dişi bireyler ilk günden itibaren fasulye baklarına yumurta bırakmaya başlamıştır. En fazla yumurtayı ise 6 ila 8. günlerde bıraktığı (1936.33, 3470.33 ve 3162.00 adet) ve bu tarihten sonra azalma gösterdiği görülmüştür (Şekil 1). Bu değişikliğin sebebi olarak ergin olma zamanı ve sayım yapılan günler arasındaki saat farkından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Maksimum yumurta sayısının, her üç yoğunlukta ortalama 7. günde olabileceği söylenebilmektedir.

O. laevigatus erginlerinin kitle üretimine ait çalışmalar az sayıda bulunmakla birlikte, Ormanoğlu (2018), *O. laevigatus* dişilerinin küçük kaplarda düşük sayıda yumurta bıraktığını belirlemiş ve kitle üretim çalışmalarında kullanılan yetiştirme kaplarının hacimlerinin dikkate alınmasını önermiştir. Bueno ve ark. (2006), *O. insidiosus*'un 1.7 litrelik cam kavanozlarda üç farklı ergin sayısının (250, 400 ve 550 adet) ve ergin sayılarına göre elde edilen yumurta sayılarının (19.2, 22.7 ve 20.3) kullanıldığı çalışmada en ekonomik ve en fazla yumurtanın 400 adet erginin olduğu kapların olduğunu bildirmişlerdir. *O. insidiosus*'un ve *O. laevigatus*'un tüm yoğunluklarında, yumurtalarının çoğu yumurtlamanın başlangıcından sonraki ilk iki hafta içerisinde olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da kullanılan standart yetiştirme kabında çok yoğun olmayan ergin sayısında (1000 adet) en fazla yumurta elde edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan 1500 adet erginin 5 litrelik kaplarda ergin sayısı artması, besin yetmemesi ve bırakılacak yumurta yerlerinin azalması gibi nedenlerden dolayı, 1000 adet ergin yoğunluğuna göre verimliliğin azaldığı tespit edilmiştir. Hatta bazı çalışmalarda, avcı böceklerin kendi yumurtaları ile de beslenebildiği bildirilmektedir (Durlu Külbaş & Uğur, 2015). İstatistiki olarak 1000 ve 1500 adet ergin yoğunluğu arasında fark olamamasına rağmen (Çizelge 1), *O. laevigatus*'un kitle üretiminde 5 litre hacmindeki kullanılacak yetiştirme kaplarında en uygun ergin yoğunluğunun 1000 adet olduğu düşünülmektedir. Bu tür ile kitle üretim çalışacak araştırmacılara 5 L kaplar için 1000 adet ergin yoğunluğu ile çalışmalarını tavsiye edilmektedir.

Ayrıca, çalışmada elde edilen verilere göre, ilk 20 günden sonra erginleri beslemenin bırakılan yumurta sayısının azalmasından dolayı gerek zaman, gerek yer ve gerekse işçilik bakımlarından ekonomik olmayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapılmasına imkan veren ve böcek materyalinin teminini sağlayan Biopheropoint Biyolojik Mücadele Sistemleri Tarım Kimya San. ve Tic. A.Ş. yetkililerine teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Bu çalışmada hiçbir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

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 (2024). <https://bpp.com.tr/tr/faydali-bocekler-ve-akarlar/ori-point-170> (Erişim tarihi: 22.07.2024).
- Arslan, N., & Gençer, N.S. (2017). Predatör böcek *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae)'un yumurtlaması üzerine konukçu bitki etkisi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8 (2), 93-106. <https://doi.org.tr/tr/pub/tbmd/issue/35810/401210>
- Ayaz, T., & Can, F. (2021). Şırnak ili pamuk ekim alanlarında bulunan zararlı lepidoptera türleri, popülasyon yoğunlukları ve avcıları üzerinde araştırmalar. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 516-532. <https://doi.org.tr/10.37908/mkutbd.885475>
- Birbiri, H., & Sertkaya, E. (2022) Adana ilinde yetiştirilen bazı turunçgil çeşitlerinde zararlı yaprakpiresi (Hemiptera, Cicadellidae) türleri ile parazitoitlerin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 615-622. <https://doi.org.tr/10.37908/mkutbd.1149999>
- Bonte, M., & De Clercq, P. (2010). Influence of male age and diet on reproductive potential of *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Annals of the Entomological Society of America*, 103 (4), 597-602. <https://doi.org.tr/10.1603/AN09180>
- Bueno V.H.P., Mendes S.M., & Carvalho, L.M. (2006). Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. *Bulletin of Insectology* 59 (1), 1-6. <https://doi.org.tr/issn/1721-8861>
- Bulut, E., & Göçmen, H. (2000). Pest and their natural enemies on greenhouse vegetables in Antalya. *International Organisation for Biological and Integrated Control /West Palaearctic Regional Section Bulletin*, 23 (1), 33-38. <https://doi.org.tr/publication/312951168>
- Cocuzza, G.E., Clercq, P.De., Lizzio, S., Van de Veire, M., Tirry, L., Degheele, D., & Vacante, V. (1997). Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* at three constant temperatures. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85, 189-198. <https://doi.org.tr/10.1023/A:1003127310860>
- Coll, M., Shakya, S., Shouster, I., Nenner, Y., & Steinberg, S. (2007). Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 122, 59-67. <https://doi.org.tr/10.1111/j.1570-7458.2006.00488.x>

- Durlu Külbaş, M., & Uğur, A. (2015). Bazı doğal düşmanların kitle üretiminde kalite kontrolüne yönelik biyolojik parametreler. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5 (1), 35-45. <https://doi.org/10.16969/teb.72003>
- Kaygan E. (2017). Farklı miktarda verilen *Ephestia kuehniella* zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtasının *Orius laevigatus* fieber (Heteroptera: Anthocoridae)'un biyolojik özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 35 s.
- Keçeci M., & Gürkan, M.O. (2013). Türkiye'de *Orius* türleri ile örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde zararlı Batı Çiçek Thripsi, *Frankliniella occidentalis* Pergande ((Thysanoptera: Thripidae) ile biyolojik mücadele. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37 (4), 467-476. <https://doi.org.tr/pub/entoted/issue/5701/76220>
- Keçeci, M., & Gürkan, M.O. (2017). Comparison of *Orius niger* with *Orius laevigatus* biological control efficiency to western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) on sweet pepper in greenhouses. *Acta Horticulturae*, 1164, 399-406. <https://doi.org.tr/10.17660/1164.51>
- Ormanoğlu, N. (2018). Çeşitli yetiştirme kaplarının ve sıcaklıklarının *Orius laevigatus*'un yumurtlaması üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 77 s.
- Sönmez, C. (2016). Laboratuvar şartlarında *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae)'un üreme özelliklerine anne yaşının etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 31 s.
- Uygun, N., Çınar, A., Çınar, Ö., Yılmaz, M.A., Şekeroğlu, E., Kornoşor, S., Biçici, M., Özgür, F., Koç, N.K., Uygur, N., Baloğlu, S., Başpınar, H., Erkılıç, A., Karaca, İ., Ulusoy, M.R., Dede, Y., Güldür, M., Özarslan, M., Can, C., Kazak, C., Uygur, S., Korkmaz, S., Toker, S., Önelge, N., & Boz, Ö. (1993). GAP Alanında Zirai Mücadele Politikasına Esas Teşkil Edecek Hastalık, Zararlı ve Yabancı otların Saptanması (Proje Bileşeni No: 5.4.2.). Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Tarımsal Araştırma, İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi, Adana, 187 s. <https://doi.org.tr/tr/pub/tbmd/issue/35810/401210>
- Zeren, O., & Düzgüneş Z. (1983). Çukurova Bölgesinde sebzelerde zararlı Aphidoidea türlerinin doğal düşmanları üzerine araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7, 199211. <https://doi.org.tr/tr/download/article-file/64351>

Evaluating the performance of organic crop, livestock, and beekeeping in the Provinces of Türkiye using the TOPSIS method

Türkiye'deki illerin organik tarım, hayvancılık ve arıcılık performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi

Selen AVCI AZKESKİN¹ , Melike Kübra EKİZ BOZDEMİR¹ 

¹Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, Kocaeli, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 08.03.2024 Accepted / Kabul: 14.08.2024</p> <p>Keywords: Organic crop Organic livestock Organic beekeeping Multi-criteria decision making (MCDM) Topsis (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)</p> <p>Anahtar Kelimeler: Organik tarım Organik hayvancılık Organik arıcılık Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Topsis (İdeal Çözüme Benzerlik Sırasına Göre Tercih Tekniği)</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Selen Avcı AZKESKİN selen.avci@kocaeli.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>In recent times, concerns regarding crop and livestock have gained a new dimension as people are becoming increasingly sensitive to health and environmental issues. Conventional farming methods have become a topic of contention due to their potential to give rise to environmental and health-related problems. Consequently, a growing number of producers and consumers have started to place emphasis on organic crop and livestock practices. In this study, the provinces of Türkiye have been assessed and ranked in terms of their performance in organic crop, livestock, and beekeeping for the 2019-2022 period. This evaluation has been conducted utilizing TOPSIS which is a Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method. The criteria considered for crop production encompassed "number of farmers", "total production area (ha)", and "production quantity (tons)". For livestock, criteria such as "number of farmers", "number of animals", "meat production (tons)", "milk production (tons)", and "number of eggs (units)" were considered. Finally, organic beekeeping activities were assessed based on "number of farmers", "number of hives", and "production quantity (tons)". In conclusion, Aydın province consistently ranked first in organic farming between 2019 and 2022. In organic livestock farming, Çanakkale province demonstrated stability by maintaining a position within the top three across all years. Finally, according to organic beekeeping data, Van province achieved the first place in 2019 and secured the second place in subsequent years, indicating a notable performance.</p> <p>ÖZET</p> <p>Son yıllarda, insanların sağlık ve çevre sorunlarına karşı daha duyarlı hale gelmeleriyle tarım ve hayvancılık konularına ilişkin endişeler de yeni bir boyut kazanmıştır. Geleneksel tarım yöntemleri, sağlıkla ilgili sorunlara ve çevreyle ilgili olumsuzluklara yol açma potansiyelleri nedeniyle tartışmalı bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle, organik tarım ve hayvancılık uygulamalarına önem veren üretici ve tüketici sayısı giderek artmaya başlamıştır. Bu çalışmada, Türkiye'nin illeri, 2019'dan 2022'ye kadar olan dönemde organik tarım, hayvancılık ve arıcılık alanındaki performansları bakımından Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan TOPSIS ile değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. Organik tarım için kullanılan kriterler "çiftçi sayısı", "toplam üretim alanı (hektar)" ve "üretim miktarı (ton)"dir. Organik hayvancılık için ise "çiftçi sayısı", "hayvan sayısı", "et üretimi (ton)", "süt üretimi (ton)" ve "yumurta sayısı (adet)" kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Son olarak, organik arıcılık faaliyetleri, "çiftçi sayısı", "kovan sayısı" ve "üretim miktarı (ton)" üzerinden değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, organik tarımda Aydın ili 2019-2022 yılları arasında istikrarlı bir şekilde 1. sırada yer almıştır. Organik hayvancılıkta Çanakkale tüm yıllarda ilk 3 sırada yer alarak istikrar göstermiştir. Organik arıcılık verilerine göre ise Van ili, 2019 yılında 1., diğer yıllarda ise 2. sırada yer alarak iyi bir performans göstermiştir.</p>
Cite/Atıf	Avcı Azkeskin, S., & Ekiz Bozdemir, M.K. (2024). Türkiye'deki illerin organik tarım, hayvancılık ve arıcılık performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 810-824. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1449099

INTRODUCTION

In recent years, the demand for crop and livestock has surged in tandem with the rapid growth of the global population. To meet this demand and boost productivity, crop and livestock practices have increasingly turned to the use of chemical fertilizers, pesticides, and intensive production techniques. However, the adverse effects of these chemicals on human health and the environment have prompted intense debates. Over time, heightened awareness of nutrition, environmental concerns, the emphasis on animal rights, and rising income levels have given rise to new demands in certain societies. As a result, organic crop and livestock have gained significance (Eryılmaz et al., 2019).

Improper and excessive use of chemical fertilizers and pesticides in agriculture is one of the important causes of threats to human health and environmental pollution. Social awareness about the negative effects of agricultural pollution increases the importance of organic agriculture (Boz and Kılıç, 2021). Organic crop embraces production systems that are both human- and environment-friendly, with the goal of re-establishing the natural balance that has been disrupted by flawed practices in the ecological system. Essentially, it offers an alternative production method that prohibits the use of synthetic chemical pesticides, hormones, and mineral fertilizers. Instead, it advocates for the utilization of natural enemies along with organic and green fertilization, ultimately aiming to enhance both production quantity and product quality (Menten et al., 2023). On the other hand, organic livestock farming represents an environmentally conscious form of production that allows farm animals to exhibit their natural behavior. It involves the use of ecological feed and prohibits the use of additives such as hormones and antibiotics to enhance efficiency. This method is subject to inspection by control and certification bodies and it offers consumers healthier products (Ak et al., 2019; Tosyalı, 2023). Likewise, organic beekeeping adheres to the principle of obtaining honey without exposure to any chemicals, cultivating it in areas that are sensitive to pollutants, and subjecting all stages to rigorous control and certification (Demir et al., 2023).

Originating in selected European countries, including Germany, the United Kingdom, and Switzerland, in the 1920s, organic crop has experienced rapid expansion across Europe since the 1960s. Also, its significance is growing day by day in Türkiye, owing to factors such as excessive pollution in soil and water resources, the presence of ecologies conducive to organic crop, a mounting foreign demand, and an increasing recognition of the value of organic products in the domestic market. Initially established in the Aegean Region, production has progressively extended to other regions of Türkiye in response to diverse product demands in various areas. Additionally, regions in Türkiye that remain unpolluted due to limited crop and industry, particularly the Eastern Anatolia Region, hold substantial ecological significance for livestock (Çelikyürek and Karakuş, 2018). Meanwhile, organic beekeeping is emerging as a novel model in Türkiye. According to pertinent legislation, hives must not be coated with chemical dyes; instead, propolis, beeswax, and vegetable oils must be utilized. In this production model, wherein every stage is meticulously monitored, authorized organizations may allow colonies to be nourished with organic honey or organic sugar if they face threats due to climatic conditions (Demir et al., 2023).

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods have been developed to systematically address decision problems and select the best alternatives under multiple criteria. MCDM methods are frequently applied in performance evaluations. In the literature, MCDM methods have been employed to compare entities such as banks (Gözkonan and Küçükbay, 2019; Şimşek, 2022; Kaya et al., 2024), oil or charcoal companies (Ömürbek and Aksoy, 2016; Rajadurai and Kaliyaperumal, 2024), insurance companies (Bektaş, 2021), coal enterprises (Aksoy et al., 2015), logistics companies (Nila and Roy, 2023), airline transportation companies (Mahtani and Garg, 2018), universities (Zhang et al., 2022), hospitals (Erbay and Akyürek, 2020) and more. Similarly, countries, provinces, and regions within countries have been frequently compared using MCDM methods. For instance, Pekkaya and Dökmen (2019) examined public health expenditures in OECD countries, Ulutaş and Karaköy (2019) evaluated the logistics performance index of G-20 countries, Akandere and Zerenler (2020) assessed the environmental and economic

performance of Eastern European Countries and Karaatlı et al. (2015) compared the provinces of Türkiye in terms of livability.

In the literature, MCDM studies concerning agriculture are available, with examples presented in Table 1. As seen in Table 1, MCDM studies related to agriculture generally focus on topics such as determining cropping patterns, comparing organic and conventional farming, and evaluating various organic farming strategies. It can be said that studies evaluating organic crop, livestock, and beekeeping using MCDM methods for a specific region, province, or state are particularly scarce.

Table 1. Summary of some MCDM studies related to agriculture / organic agriculture

Çizelge 1. Tarım / organik tarım ile ilgili bazı ÇKKV çalışmalarının özeti

Author(s) and Location	Study Topic	Criteria	Method(s)	Alternatives
Poursaeed et al. (2010) / Iran	Partnership models for agricultural sustainability	Reducing farmer migration, collaboration with agricultural engineers, land consolidation, increasing farmer awareness, crop rotation, reducing chemical fertilizer and pesticide use, fertilizer recommendation, allocation efficiency	AHP (Analytic Hierarchy Process)	Private partnership, cooperative partnership, sharing partnership, rental partnership
Emamzadeh et al. (2016) / Iran	Optimizing mixed cropping patterns of organic and non-organic products	Gross margin, chemical fertilizer and toxin consumption	AHP, weighted goal programming	Open-field organic, open-field non-organic, tunnel farming, non-organic greenhouse
Otgonbayar et al. (2017) / Mongolia	Land suitability evaluation for agricultural cropland	Topography, soil properties, vegetation, agro-climatic factors, hydrology, socio-economic factors	AHP, random forest (RF) and partial least square (PLS) regression	-
Seyedmohammadiet al. (2018) / Iran	Priority planning for planting maize, rapeseed, and soybean	Soil depth, gypsum content, calcium carbonate content, pH, electrical conductivity, exchangeable sodium percentage, slope, climate	SAW (Simple Additive Weighting), TOPSIS, Fuzzy TOPSIS, AHP	Maize, rapeseed, soybean
Güngör (2018) / Türkiye	Management strategies for honey production forests	Honey yield from natural forests, organic honey production, pollen quality, high-priced honey production, beekeeping climate and ecology, beekeeping knowledge, migration rate, public and NGO participation, honey production season, bee product demand, organic market, beekeeping finance	A*WOT (SWOT- Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats and AHP), Conjoint Analysis	Strategy combinations
Talukder & Hipel (2018) / Bangladesh	Sustainability indicators of agricultural systems	Productivity, stability, efficiency, resilience, adaptability, equity	PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) II	Shrimp, shrimp-rice, rice, integrated, traditional

Table 1 (continued). Summary of some MCDM studies related to agriculture / organic agriculture

Çizelge 1 (devamı). Tarım / organik tarım ile ilgili bazı ÇKKV çalışmalarının özeti

Rocchi et al. (2019) / Italy	Sustainability of poultry production systems	Respiratory inorganics, climate change, acidification/eutrophication land use, fossil fuels, biodiversity, occupational safety, movement, stock density, outdoor time, breast blisters, footpad lesions, landscape, net income, feed conversion ratio, mortality rate, meat quality	PROMETHEE, (Life Assessment)	LCA Cycle	Intensive system, free-range system, combined system
Balezentis et al. (2020) / Lithuania	Evaluating agricultural sustainability	Total water footprint, Shannon diversity index, total output, yield variability	Mathematical programming, SAW, TOPSIS, (Evaluation based on Distance from Average Solution)	EDAS	Base scenario, scenario 1, scenario 2, scenario 3, scenario 4, scenario 5
Namiotko et al. (2022) / EU countries	Agro-environmental status of EU countries	Average organic carbon content in agricultural soil, Ammonia emissions from agriculture, Surface water quality, Groundwater quality, Farmland bird index, Intensive farming areas, Favorable conservation status of agricultural habitats	SAW, TOPSIS, EDAS		Denmark, Germany, Estonia, Ireland, Latvia, Lithuania, Netherlands, Austria, Poland, Finland, Sweden
Mangan et al. (2022)/ India	Land suitability for organic farming	Geology, soil pH, soil texture, land use, land surface temperature, drainage density, road accessibility, slope, soil organic carbon, soil salinity, NDVI, rainfall	AHP		Highly suitable areas, moderately suitable areas, marginally suitable areas, unsuitable areas
Rouyendegh & Savalan (2022) / Türkiye	Evaluation of agricultural production methods	Satisfaction, economy, environment	Buckley's fuzzy AHP (B-FAHP), TOPSIS	Fuzzy	Organic farming, conventional farming, genetic engineering
Sabir et al. (2022) / Pakistan	Comparison of organic and inorganic farming	Environmental benefits, health benefits, soil fertility, consumer awareness, production efficiency, economic impacts, fertilizer use, social effects, farmer awareness	AHP, TOPSIS		Organic farming, inorganic farming
Obbineni et al. (2023) / India	Strategies for the development of organic farming	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats	SWOT, Neutrosophic Cognitive Maps (NCM)		SO, WO, ST, WT strategies

Table 1 (continued). Summary of some MCDM studies related to agriculture / organic agriculture

Çizelge 1 (devamı). Tarım / organik tarım ile ilgili bazı ÇKKV çalışmalarının özeti

Fernández-Portillo et al. (2023) / Paraguay	Strategies for adopting organic farming	Lack of government support, preference for agrochemicals, contamination from adjacent farms, difficulty accessing organic inputs, low farmer knowledge level, increased vulnerability and risks, Lack of financial capacity and support, Lack of organic markets, Specific infrastructure deficiencies	BWM (Best-Worst Method), Fuzzy CoCoSo (Combined Compromise Solution)	Production, trade, supply, organic certification, quality, product presentation, labeling, production quantity, cultivated area, processing/packaging, Diversification, Transport, Input supply, Vertical, and Horizontal contracts, Institutional strengthening, Advocacy
Magableh (2023) / Jordan	Wheat suppliers for Jordan	Quality, cost, delivery time, flexibility, communication, reliability	Fuzzy VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje)	Romania, Ukraine, Russia, USA, Canada
Shin et al. (2024) / South Korea	Environmental evaluation of organic farming	Physical and ecological environment of farmland, physical and ecological environment of residential area, farmland landscape, rural life and cultural environment	AHP	-

In this study, all provinces in Türkiye with records of organic crop, organic livestock, or organic beekeeping between 2019 and 2022 were ranked based on their performance. The criteria utilized in the study were “number of farmers”, “total production area (ha)”, and “production quantity (tons)” for agricultural production. For livestock, factors such as “number of farmers”, “number of animals”, “meat production (tons)”, “milk production (tons)”, and “number of eggs (units)” were considered. Finally, organic beekeeping activities were evaluated based on “number of farmers”, “number of hives”, and “production quantity (tons)”. The study aims to rank the provinces and unveil performance changes between 2019-2022.

MATERIAL and METHODS

MCDM methods are among the best techniques that can be used for ranking alternatives in situations involving multiple and often conflicting criteria and they are frequently used in the 814ort he814re to manage various types of problems. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) is one of the most frequently used MCDM methods in ranking problems due to its robust mathematical foundation and simplicity of application. Additionally, with these characteristics, it is a fundamental method that inspires numerous new approaches and comparative analyses (Chakraborty, 2022). Therefore, in this study, the performances of Türkiye’s provinces in organic crop, organic livestock, and organic beekeeping have been analyzed using this method and are explained in this section.

Principle of the TOPSIS method (Technique for order preference by similarity to an ideal solution)

TOPSIS method involves six stages, selecting the alternative that is closest to the positive ideal solution and furthest from the negative ideal solution (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

In the decision matrix X in Eq. (1), where $i=1, 2, \dots, n$ represents the criteria and $j=1, 2, \dots, m$ represents the alternatives (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{1i} & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{j1} & x_{ji} & x_{jn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{mi} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{Eq.(1)}$$

The normalized decision matrix is obtained using Eq. (2) (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad \text{Eq.(2)}$$

In the third step, the predetermined criterion weights are multiplied with the values in the normalized decision matrix according to the formula in Eq. (3) (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad \text{Eq.(3)}$$

In the fourth step, negative ideal solution values are defined according to Eq. (4) and positive ideal solution values are defined according to Eq. (5). Here, J represents the benefit (maximization), J' represents the criterion that will create the cost (minimization), X^- represents the least preferred, negative ideal solution, and X^+ represents the most preferred, positive ideal solution. For benefit criteria, the ideal solution is the highest value among the alternatives in the dataset for that criterion and the negative ideal solution is the lowest value. For cost criteria, the situation is the opposite. In other words, the ideal solution is the lowest value among the alternatives in the dataset for that criterion and the negative ideal solution is the highest value for the same criterion (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

$$X^- = (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J'), i=1, 2, \dots, m \} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad \text{Eq.(4)}$$

$$X^+ = (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J'), i=1, 2, \dots, m \} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad \text{Eq.(5)}$$

In the fifth step, Eq. (6) is employed to calculate the distance from the positive ideal solution and Eq. (7) is used to calculate the distance from the negative ideal solution using the Euclidean distance formula which is shown in Equation (8) (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \quad \text{Eq.(6)}$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \quad \text{Eq.(7)}$$

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad \text{Eq.(8)}$$

In the sixth and final step, the relative closeness of each alternative value to the ideal solution is found by calculating the C_i^* value using the formula in Equation (9). Here, C_i^* value takes values between 0 and 1. If X_i and X^+ are equal, C_i^* takes the value of 1, which indicates the absolute closeness of the relevant alternative to the positive ideal solution. If X_i and X^- are equal, C_i^* takes the value 0 which indicates the absolute closeness of the relevant alternative to the negative ideal solution. Alternatives are ranked according to their closeness to the ideal solution, starting from the highest (C_i^*) value (Heidarzadeh et al., 2020; Ilham et al., 2024).

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \quad \text{Eq.(9)}$$

RESULTS

In this study, Türkiye's provinces have been ranked using TOPSIS technique, one of the MCDM methods, based on their performance in organic crop, organic livestock, and organic beekeeping from 2019 to 2022. We evaluated the provinces with available data for each year between 2019 and 2022 among the 81 provinces. All criteria were assigned equal weight and data used in the study were obtained from the Ministry of Agriculture and Forestry (2023).

The results obtained from the application of the steps outlined in the 'Methods' section are presented in the tables below. Table 2 illustrates the ranking of provinces according to their organic crop performance based on C_i values 816ort he years 2019-2022. The "performance" mentioned here refers to the relative success of the provinces based on the evaluated criteria. For example, in the case of organic crops, the criteria have been defined as "number of farmers", "total production area", and "production quantity". Consequently, the ranking is determined by the combined assessment of these three criteria.

When examining organic crops (Table 2), it is evident that Aydın province consistently held the 1st position between 2019 and 2022. Rize province, which was ranked 3rd in 2019, ascended to the 2nd position in 2020 and maintained it in the subsequent years. While Kars province held the 2nd position in 2019, it declined to 3rd place in 2020 and 2021 and fell to 6th place in 2022. Manisa, which occupied the 4th position in 2019, 2020, and 2021, rose to the 3rd position in 2022. Van province was ranked 5th in 2019 but experienced a decline in subsequent years. Ağrı province improved from 6th place in 2019 to 5th place in 2020 and maintained its position in the following years. Finally, Niğde province, which was ranked 12th in 2019, made significant progress by rising to 6th place in 2020 and 2021 and to 4th place in 2022.

Table 2. The ranking of provinces based on organic crop performance

Çizelge 2. İllerin organik tarım performanslarına göre sıralanması

Province	2019	2020	2021	2022	Province	2019	2020	2021	2022
Adana	15	13	13	23	Kahramanmaraş	51	41	38	36
Adıyaman	20	29	28	30	Karaman	52	52	51	46
Afyonkarahisar	13	14	10	13	Kars	2	3	3	6
Ağrı	6	5	5	5	Kastamonu	10	9	11	37
Amasya	40	54	54	49	Kayseri	63	62	63	38
Ankara	24	20	21	19	Kırkkale	64	63	64	61
Antalya	34	30	24	18	Kırklareli	65	64	65	62
Artvin	16	15	14	10	Kırşehir	66	65	66	63
Aydın	1	1	1	1	Kilis	29	27	26	25
Balıkesir	41	34	31	26	Kocaeli	67	66	67	64
Bartın	35	45	42	40	Konya	21	18	20	20
Batman	45	46	43	41	Kütahya	53	67	68	65
Bayburt	55	55	55	50	Malatya	11	10	8	9
Bilecik	46	47	44	42	Manisa	4	4	4	3
Bitlis	18	31	29	27	Mardin	30	23	18	8
Bolu	56	56	56	51	Mersin	38	42	33	29
Burdur	47	48	45	52	Muğla	22	24	22	21
Bursa	48	37	35	43	Muş	8	8	9	14
Çanakkale	25	26	25	24	Nevşehir	68	68	69	66
Çorum	57	57	57	53	Niğde	12	6	6	4
Denizli	36	49	46	54	Ordu	27	21	19	17

Table 2 (continued). The ranking of provinces based on organic crop performance

Çizelge 2 (devamı). İllerin organik tarım performanslarına göre sıralanması

Diyarbakır	28	50	47	44	Rize	3	2	2	2
Düzce	49	38	36	31	Sakarya	54	43	39	39
Edirne	58	58	58	55	Samsun	19	16	16	11
Elazığ	26	17	30	32	Sinop	33	36	40	67
Erzincan	32	32	32	33	Sivas	17	11	12	15
Erzurum	7	22	23	34	Şanlıurfa	14	12	15	12
Eskişehir	37	33	48	28	Tekirdağ	69	69	70	68
Gaziantep	42	39	37	35	Tokat	39	53	34	69
Giresun	59	51	49	56	Trabzon	23	19	17	16
Gümüşhane	60	59	59	57	Tunceli	44	44	52	47
Hatay	43	40	50	45	Uşak	70	70	71	70
Iğdır	61	60	60	58	Van	5	25	41	48
Isparta	50	35	61	59	Yalova	71	71	72	71
İstanbul	62	61	62	60	Yozgat	72	72	53	72
İzmir	9	7	7	7	Zonguldak	31	28	27	22

Figure 1 presents the organic livestock performance of provinces with organic livestock records from 2019 to 2022, while Figure 2 illustrates the organic beekeeping performance for the same years. According to Figure 1, the number of provinces with uninterrupted organic livestock data for four consecutive years is 14, whereas this number is 24 for organic beekeeping, as shown in Figure 2. The C_i value on the vertical axis in the Figures represents the closeness to the ideal solution, calculated using the TOPSIS method with Equations 1-9, and ranges from 0 to 1. Since a C_i value of 1 indicates absolute proximity to the positive ideal solution, a higher C_i value reflects superior performance of the alternative.

According to the results of organic livestock (Figure 1), we observed that Niğde province, which ranked 1st in 2019, declined to 7th, 6th, and 5th place in the subsequent years. Çanakkale province, ranked 3rd in 2019, ascended to 1st place in 2020 and 2021, and secured the 2nd position in 2022. Sakarya province, which was 2nd in 2019, experienced slight declines in other years but consistently remained within the top 5. İzmir province, ranked 7th in 2019, rose to 4th place in 2020, and to 3rd place in 2021 and 2022. Manisa, which ranked 5th in 2019, demonstrated a significant improvement by securing 2nd place in 2020 and 2021, and 1st place in 2022.

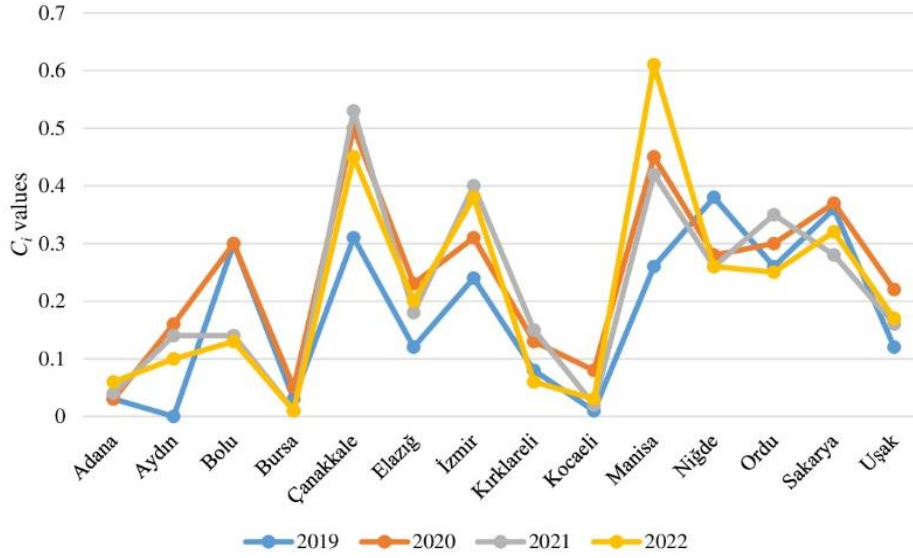


Figure 1. The organic livestock performances of the provinces
Şekil 1. İllerin organik hayvancılık performansları

According to organic beekeeping data (Figure 2), Van province has consistently demonstrated good performance, ranking 1st in 2019 and 2nd in other years. Similarly, Mersin province has shown successful performance akin to Van province, ranking 3rd in 2019 and 2020, and 1st in 2021 and 2022. Sivas province has gradually improved its performance, ranking 8th in 2019 and 2020, 5th in 2021, and 3rd in 2022. Gümüşhane province has generally ranked high, placing 4th in 2019 and 2022, and 6th in 2020 and 2021. Elazığ province, which ranked 2nd in 2019 and 4th in 2020, saw a decline in performance, ranking 10th in 2021. Although Bayburt, Erzurum, and Ordu provinces have occasionally ranked high, they have shown unstable performance over the years.

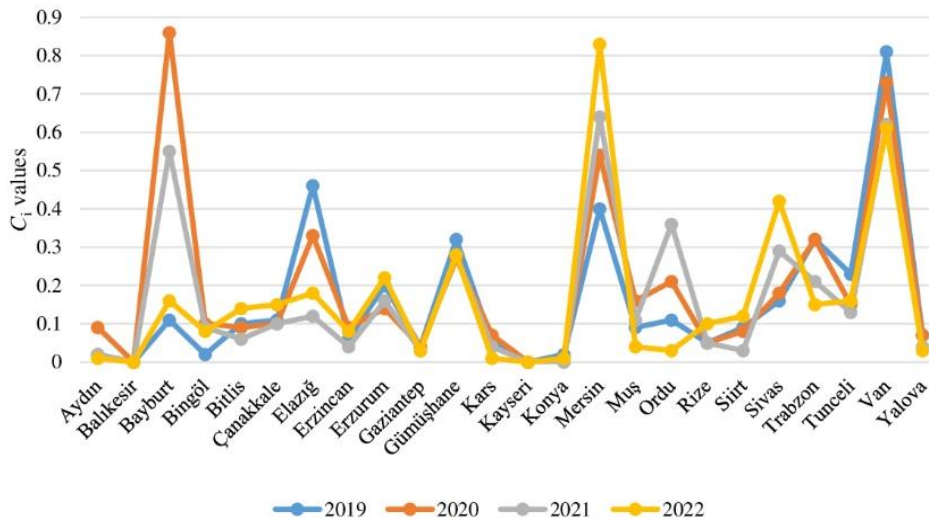


Figure 2. The organic beekeeping performances of the provinces
Şekil 2. İllerin organik arıcılık performansları

Between 2019 and 2022, there are 13 provinces engaging in both organic crop and organic livestock throughout all years. The performance variations of these provinces based on C_i values are demonstrated in Figure 3. Aydın province has consistently performed well, ranking 1st from 2019 to 2021 and 2nd in 2022. Manisa province has been identified as another province with successful performance, ranking 2nd in 2019 and 2020, 3rd in 2021, and 1st in 2022. Çanakkale province, which ranked 5th in 2019, improved its performance to 3rd in 2020 and 2022 and 2nd in 2021. İzmir province, which was 7th in 2019, rose to 4th place in 2020 and maintained this position. Niğde province, ranking 3rd in 2019, experienced a slight decline in performance in subsequent years, ranking 6th, 6th, and 5th respectively.

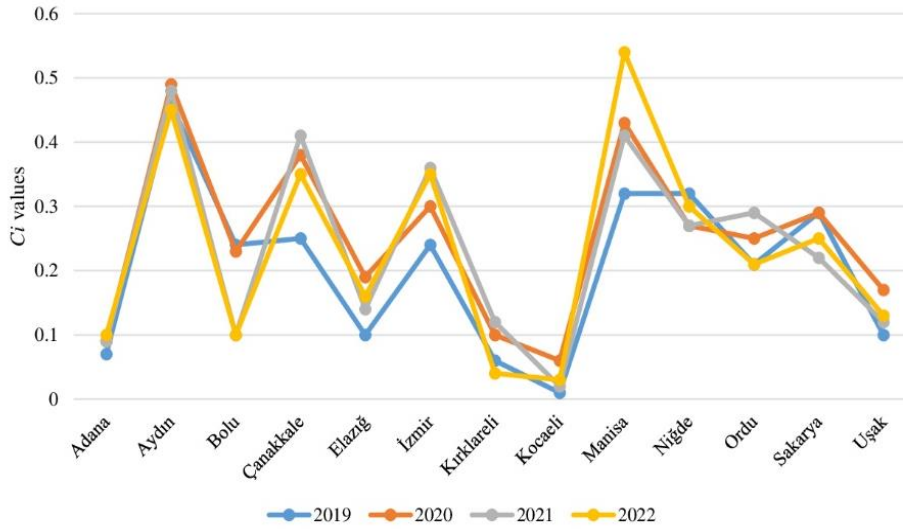


Figure 3. The organic crop and organic livestock performances of the provinces
Şekil 3. İllerin organik tarım ve organik hayvancılık performansları

Between 2019 and 2022, there are only four provinces that have records for all three categories: organic crop, organic livestock, and organic beekeeping. The performance variations of these provinces during the mentioned years are depicted in Figure 4. According to Figure 4, despite minor declines in its performance, Aydın ranked first in all years except 2019. Although Çanakkale saw a decline in 2020 compared to 2019, it improved its performance from 2020 to 2022, ranking just behind Aydın. Elazığ experienced a decline from 2019 to 2021 but improved its performance in 2021. While Ordu showed a slight increase in performance from 2019 to 2021, it faced a significant decline in 2021.

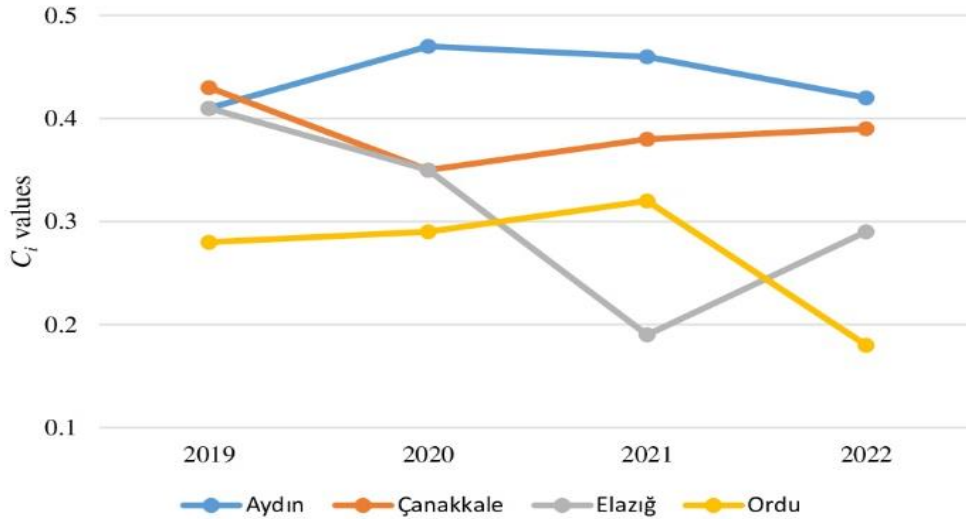


Figure 4. The organic crop, organic livestock, and organic beekeeping performances of the provinces
 Şekil 4. İllerin organik tarım, organik hayvancılık ve organik arıcılık performansları

DISCUSSIONS

In the literature, MCDM studies related to agriculture generally focus on topics such as determining cropping patterns, comparing organic and conventional crop, and evaluating various organic farming strategies. In contrast, studies on organic livestock and beekeeping are quite rare. Furthermore, studies on organic farming that analyze and compare regions, provinces, or states are also limited. This study aims to evaluate the performance of organic crop, organic livestock, and organic beekeeping activities at the provincial level in Türkiye. In this regard, the study is original and distinguishes itself from existing literature. The performance differences between various regions in Türkiye have been analyzed and various strategies for provinces for policy-makers presented in the section of "Conclusion and Recommendation".

The data for enterprises under the certification system were collected at the provincial level for the years 2019-2022 and analyzed using the TOPSIS method, which is one of the MCDM methods. According to organic crop data, Aydın, Rize, Kars, Manisa, and Ağrı provinces ranked at the top. Aydın province has consistently ranked first over the four years due to the high production of organic figs, olives, chestnuts, cotton, and apples. Rize ranks high with organic tea production, while Manisa stands out with grapes and olives compared to other provinces. Besides, Kars and Ağrı provinces have excelled in organic feed production. However, although these provinces have excelled in organic feed production, they have not been included in the rankings for organic livestock due to the lack of certifications in this area. Regarding organic livestock data, Aydın province has a high number of cattle and consequently milk production, but no registered meat production. Adana and Kocaeli have a high number of poultry and consequently, organic egg production. Another province with a high number of poultry, Bursa, ranks high due to meat production rather than egg production.

While the ranking of provinces in organic crop and livestock may change slightly over the years, their overall performance tends to be consistent, maintaining their rankings accordingly. Additionally, sustainable performance has been observed in organic beekeeping in Van and Mersin provinces. However, the performances of other provinces have varied significantly over the years, highlighting the importance of measures and efforts against diseases in organic beekeeping. Therefore, it is recommended to provide farmers with training on selecting resilient suitable species, regularly renewing queen bees, systematically inspecting hives for any anomalies, checking male

bee larvae in hives, regularly disinfecting materials and equipment, disposing of contaminated substances or sources, regularly renewing beeswax, and leaving sufficient amounts of pollen and honey in hives (Demir et al., 2023).

The number of provinces engaged in both organic crop and organic livestock is quite limited. Aydın province stands out in both organic crop and organic livestock, thus ranking high when evaluated together. While Manisa province ranks high in organic crop, it ranks low in organic livestock. Çanakkale province ranks average in organic crop but low in organic livestock, thus placing lower in the ranking. Therefore, the ranking is behind the Manisa province. However, due to the limited number of provinces engaged in both organic crop and organic livestock, these provinces are listed. Only four provinces engage in organic crop, livestock, and beekeeping. These, in order of their performance, are Aydın, Çanakkale, Elazığ, and Ordu. Only four provinces have recorded data for organic crop, organic livestock, and organic beekeeping. Among these, Aydın secured the 2nd position in 2019 and consistently held the 1st position in subsequent years. In contrast, Çanakkale province held the 1st position in 2019 and the 2nd position in other years. Elazığ and Ordu provinces alternated between the 3rd and 4th positions.

CONCLUSION and RECOMMENDATION

Due to the increasing global population and the resulting need for food, high productivity has become crucial, leading to the prominence of high-yield farming and livestock practices. However, these practices have negatively impacted human, animal, and plant health, threatening the ecological balance to the extent of endangering all living beings. Therefore, in recent years, production techniques that are harmonious with nature, carry minimal risks to the environment and health, have begun to be adopted, bringing organic crop, organic livestock, and beekeeping to the forefront. In this study, the provinces of Türkiye have been examined and compared in terms of organic crop, livestock, and beekeeping activities between 2019 and 2022 using the TOPSIS method. It is known that the Eastern Anatolia region is prominent in livestock farming and breeding in Türkiye. However, in the study, it was observed that the provinces in Eastern Anatolia were not prominent in terms of organic livestock farming. The limited presence of organic livestock in the Eastern Anatolia Region despite the abundance of organic feed production might be attributed to farmers not participating in the certification process. Therefore, it is important for policymakers to encourage farmers for organic livestock in these provinces for diversity and sustainability.

The expansion of organic farming in Türkiye can enhance consumer awareness about organic products through the production of organic goods accessible to all income groups, the establishment of traceability, and the operation of an effective control and certification system. In this context, the number of organizations authorized to issue official certificates for organic crop and livestock under the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry should be increased and expanded nationwide. Currently, these organizations are mostly located in the Aegean Region. Additionally, it is recommended to increase national incentives and make more extensive use of the EU's organic farming incentives. Moreover, especially due to the restrictions on logistic activities among provinces during the Covid-19 pandemic, the importance of diversity in terms of both crop and livestock farming in a region has been realized. Similarly, natural disasters such as earthquakes, floods, fires, etc., occurring in any region can affect many provinces. Additionally, the increasing costs of food and transportation in recent years have demonstrated the importance of product diversity in a province or region. Most regions of Türkiye are suitable for organic crop farming, animal livestock production, and beekeeping due to their climate and vegetation. Therefore, it is recommended that each province or region in Türkiye continue its own organic crop, livestock, and beekeeping activities together. In future studies, similar data can be analyzed using a different MCDM method and the obtained results can be compared. Additionally, different criteria can be included in the study. For instance, if the data is accessible, incorporating cost-related criteria could enhance the study's contribution. These criteria can be added to the study with different weights. These weights can also be determined using an MCDM method.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

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

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Ak, İ., Özdemir, M., & Deniz, A. (2019). Ecological animal production in Turkey. *Proceedings of the 6th Symposium on Organic Agriculture*, 118-127, 15-17 May 2019, İzmir.
- Akandere, G., & Zerenler, M. (2020). Evaluation of the environmental and economic performance of eastern European countries with the integrated critic-topsis method. *Journal of Selçuk University Social Sciences Vocational School*, 25 (Special Issue), 524-535. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.1156615>
- Aksoy, E., Ömürbek, N., & Karaatlı, M. (2015). Use of AHP-based Multimoora and Copras methods for evaluating the performance of Turkish coal enterprises. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 33 (4), 1-28. [10.17065/huiibf.10920](https://doi.org/10.17065/huiibf.10920)
- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O., & Boz, İ. (2019). Evaluation of organic agriculture and good agricultural practices in terms of economic, social and environmental sustainability in Turkey. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 29 (2), 352-361. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.446002>
- Balezentis, T., Chen, X., Galnaityte, A., & Namiotko, V. (2020). Optimizing crop mix with respect to economic and environmental constraints: An integrated MCDM approach. *Science of the Total Environment*, 705, 135896. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135896>
- Bektaş, S. (2021). Evaluating the performance of the Turkish insurance sector for the period of 2002-2021 with MEREC, LOPCOW, COCOSO, EDAS CCKV methods. *Journal of BRSA Banking and Financial Markets, Banking Regulation and Supervision Agency*, 16 (2), 247-283. <http://doi.org/10.46520/bddkdergisi.1178359>
- Boz, İ., & Kılıç, O. (2021). Measures to be taken for the development of organic agriculture in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 8 (3), 390-400. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1916288>
- Chakraborty, S. (2022). TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis. *Decision Analytics Journal*, 2, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2021.100021>
- Çelikyürek, H., & Karakuş, K. (2018). An overview of organic livestock in the world and in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8 (2), 299-306. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/485880>
- Emamzadeh, S.M., Forghani, M.A., Karnema, A., & Darbandi, S. (2016). Determining an optimum pattern of mixed planting from organic and non-organic crops with regard to economic and environmental indicators: A case study of cucumber in Kerman, Iran. *Information Processing in Agriculture*, 3 (4), 207-214. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.08.001>
- Erbay, E., & Akyürek, Ç.E. (2020). Systematic review of multi-criteria decision-making applications in hospitals. *Ankara Hacı Bayram Veli University Journal of the Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 22 (2), 612-645. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/841161>
- Fernández-Portillo, L.A., Yazdani, M., Estepa-Mohedano, L., & Sisto, R. (2023). Prioritisation of strategies for the adoption of organic agriculture using BWM and Fuzzy CoCoSo. *Soft Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-09431-y>

- Gözkonan, Ü.H., & Küçükbay, H. (2019). A Performance evaluation of participation banks and conventional banks with MCDM: A comparative analysis of TOPSIS and Grey Relational Analysis. *International Journal of Economic & Administrative Studies*, 25, 71-94. [10.18092/ulikidince.538666](https://doi.org/10.18092/ulikidince.538666)
- Güngör, E. (2018). Determination of optimum management strategy for honey production forest lands using A'WOT and Conjoint Analysis: A case study in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16 (3), 3437-3459. https://doi.org/10.15666/aeer/1603_34373459
- Heidarzadeh, S., Pourdarbani, R., Zadvali, F., & Pashazadeh, A. (2020). Evaluating and ranking the development level of rural areas of Tabriz using Copeland model and comparison the results with TOPSIS, VIKOR and ELECTRE Models. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 30 (3), 498-509. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.646630>
- Ilham, N.I., Dahlan, N.Y., & Hussin, M.Z. (2024). Optimizing solar PV investments: A comprehensive decision-making index using CRITIC and TOPSIS. *Renewable Energy Focus*, 100551. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100551>
- Kaya, A., Pamucar, D., Gürler, H.E., & Ozcalici, M. (2024). Determining the financial performance of the firms in the Borsa Istanbul sustainability index: integrating multi criteria decision making methods with simulation. *Financial Innovation*, 10 (1), 21, 1-44. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00512-3>
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ., & Dağ, O. (2015). Ranking the livable cities through multi-criteria decision making methods. *The Journal of Selcuk University Social Sciences Institute*, 33, 215-228. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1724830>
- Magableh, G.M. (2023). Evaluating wheat suppliers using Fuzzy MCDM technique. *Sustainability*, 15 (8), 10519. <https://doi.org/10.3390/su151310519>
- Mahtani, U.S., & Garg, C.P. (2018). An analysis of key factors of financial distress in airline companies in India using Fuzzy AHP framework. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 117, 87-102. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.016>
- Mangan, P., Pandi, D., Haq, M.A., Sinha, A., Nagarajan, R., Dasani, T., Keshta, I., & Alshehri, M. (2022). Analytic Hierarchy Process based land suitability for organic farming in the arid region. *Sustainability*, 14 (8), 4542. <https://doi.org/10.3390/su14084542>
- Menten, C., Özal Saraç, N., & Çekiç, B. (2023). Evaluation of organic agriculture production efficiency in OECD countries within the framework of sustainable development goals. *Hacettepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 41 (Agriculture Special Issue), 77-97. [10.17065/huniibf.125217](https://doi.org/10.17065/huniibf.125217)
- Nila, B., & Roy, J. (2023). A new hybrid MCDM framework for third-party logistic provider selection under sustainability perspectives. *Expert Systems with Applications*, 234, 121009. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121009>
- Namiootko, V., Galnaityte, A., Krisciukaitiene, I., & Balezentis, T. (2022). Assessment of agri-environmental situation in selected EU countries: A multi-criteria decision-making approach for sustainable agricultural development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 25556-25567. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17655-4>
- Obbineni, J., Kandasamy, I., Vasantha, W.B., & Smarandache, F. (2023). Combining SWOT analysis and Neutrosophic Cognitive Maps for multi-criteria decision making: A case study of organic agriculture in India. *Soft Computing*, 27, 18311-18332. <https://doi.org/10.1007/s00500-023-08097-w>
- Otgonbayar, M., Atzberger, C., Chambers, J., Amarsaikhan, D., Böck, S., & Tsogtbayar, J. (2017). Land suitability evaluation for agricultural cropland in Mongolia using the spatial MCDM method and AHP based GIS. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5 (9), 238-263. <https://doi.org/10.4236/gep.2017.59017>
- Ömürbek, N., & Aksoy, E. (2016). Performance assessment of a petroleum company with the multi-criteria decision making techniques. *Suleyman Demirel University The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 21 (3), 723-756. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/227673>

- Pekkaya, M., & Dökmen, G. (2019). OECD Countries public healthcare expenditure performance evaluation via multi-criteria decision-making methods. *Int. Journal of Management Economics and Business*, 15 (4), 923-950. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1123545>
- Poursaeed, A., Mirdamadi, M., Malekmohammadi, I., & Hosseini, J.F. (2010). The partnership models of agricultural sustainable development based on multiple criteria decision making (MCDM) in Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (23), 3185-3190. <https://doi.org/10.5897/AJAR.9000522>
- Rajadurai, M., & Kaliyaperumal, P. (2024). On SIR-based MCDM approach: Selecting a charcoal firm using hybrid fuzzy number on a triple vague structure. *Heliyon*, 10 (2), e24248. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24248>
- Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry. (2023). *Statistics*. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>. Access date: 29.01.2024.
- Rocchi, L., Paolotti, L., Rosati, A., Boggia, A., & Castellini, C. (2019). Assessing the sustainability of different poultry production systems: A multicriteria approach. *Journal of Cleaner Production*, 211, 103-114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.013>
- Rouyendegh, B.D., & Savalan, Ş. (2022). An integrated fuzzy MCDM hybrid methodology to analyze agricultural production. *Sustainability*, 14 (8), 4835. <https://doi.org/10.3390/su14084835>
- Sabir, M., Ali, Y., Abdullah, A., Ali, A., Khan, J., & Rehman, Z.U. (2022). The choice between organic and inorganic farming: Lessons from Pakistan. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 37 (4), 429-436. <https://doi.org/10.1017/S1742170522000072>
- Seyedmohammadi, J., Sarmadian, F., Jafarzadeh, A.A., Ghorbani, M.A., & Shahbazi, F. (2018). Application of SAW, TOPSIS and Fuzzy TOPSIS models in cultivation priority planning for maize, rapeseed and soybean crops. *Geoderma*, 310, 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.09.012>
- Shin, E., Shin, Y., Lee, S.-W., & An, K. (2024). Evaluating the environmental factors of organic farming areas using the Analytic Hierarchy Process. *Sustainability*, 16 (8), 2395. <https://doi.org/10.3390/su16062395>
- Şimşek, O. (2022). Financial performance evaluation in the Turkish banking sector with a hybrid MCDM model. *Turkish Studies-Economics, Finance, Politics*, 17 (2), 447-470. [10.7827/TurkishStudies.62308](https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.62308)
- Talukder, B., & Hipel, K.W. (2018). The PROMETHEE framework for comparing the sustainability of agricultural systems. *Resources*, 7 (4), 74. <https://doi.org/10.3390/resources7040074>
- Tosyalı, T. (2023). The research of consumers' perception, purchase intentions and actual purchase behavior intended to organic food products. PhD Thesis, Marmara University, Institute of Social Science.
- Ulutaş, A., & Karaköy, Ç. (2019). The measurement of logistics performance index of G-20 countries with multi-criteria decision making model. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 20 (2), 1-14. [10.7827/TurkishStudies.49985](https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.49985)
- Zhang, C., Jiang, N., Su, T., Chen, J., Streimikiene, D., & Balezentis, T. (2022). Spreading knowledge and technology: Research efficiency at universities based on the three-stage MCDM-NRSDEA method with bootstrapping. *Technology in Society*, 68, 101915. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101915>

Maraş tarhanasının aile içi tüketim alışkanlıkları ve davranışı; Kahramanmaraş ili örneği

Domestic consumption habits and behavior of Maras tarhana; The case of Kahramanmaraş province

Sabri SAKALLI¹, Fatma Betül TEKİN SAKALLI², Aybüke KAYA³

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Antakya-Hatay, Türkiye.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

³Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antakya, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 04.07.2024 Accepted / Kabul: 19.08.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tüketim tercihleri Tutum ve alışkanlıklar Kahramanmaraş</p> <p>Keywords: Consumption preferences Attitude and habits Kahramanmaraş</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar: Aybüke KAYA aybukekaya@mku.edu.tr</p>	<p>Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş ilinde bireylerin tarhana tüketim alışkanlıkları hakkındaki düşüncelerini belirlemek ve Maraş tarhanası tercihini etkileyen faktörleri ortaya koymaktır. Çalışmada, Maraş tarhanasının atıştırmalıklar içindeki önemi, tüketicilerin aile içi tüketim alışkanlıkları, ebeveynlerin çocuklarına yönelik tüketim tercihleri, bireylerin tarhana hakkındaki düşünceleri ve ürün tercihini etkileyen faktörler incelenmiştir. Veriler, 2024 yılı Ocak ayında tüketiciler ile yüz yüze görüşülerek elde edilmiştir. Maraş tarhanası alırken bireylerin tercihlerini etkileyen faktörler için faktör analizi kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, tüketicilerin büyük çoğunluğu aktif nüfus içerisinde yer alan eğitilmiş bireylerden oluşmaktadır. Atıştırmalıklar arasında Maraş tarhanasını çoğu bireyin tükettiği; ceviz, fındık, fıstık, badem gibi kuruyemişleri de tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca tarhana cipsine ait kekik aromasına dikkat edildiği, bireylerin tarhananın prebiyotik ve probiyotik özellikleri hakkında da bilgi sahibi olduğu görülmüştür. Tüketim pratikliği, tarhana cipsinin atıştırmalık olarak tüketilmesinde tercih sebebidir. Sonuç olarak, yöre halkının Maraş tarhanasını sağlıklı atıştırmalıklar arasında gördüğü ve bu ürünü severek tükettiği anlaşılmıştır. Coğrafi işaretli bir ürün olan Maraş tarhanasının, diğer illerde de bilinirliğinin artırılması ve tüketilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca sağlıklı beslenme bilincinin artırılması yönünde bireylere eğitim programları düzenlenmelidir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>The aim of this study is to determine the opinions of individuals about Maras tarhana consumption habits in Kahramanmaraş province, and to reveal the factors affecting preference. In the study, domestic consumption habits of Maras tarhana, consumption preferences of parents towards their children, individuals' thoughts about tarhana and factors affecting product preference were examined. The data was obtained by face-to-face interviews with consumers in Jan-2024. Factor analysis was used to examine the factors affecting individuals' preferences when purchasing Maras tarhana. By the data, the majority of consumers consist of educated individuals within the active population. It has been determined that most individuals consume Maras tarhana. It has also been found that it prefers nuts such as walnuts, hazelnuts, peanuts and almonds. It was also observed that attention was paid to the thyme flavor of tarhana chips, and individuals were also knowledgeable about the prebiotic and probiotic properties of tarhana. The practicality of consumption of tarhana chips is the reason why tarhana chips are preferred to be consumed as a snack. As a result, it has been understood that the local people see Maras tarhana among healthy snacks, and consume this product with pleasure. The awareness and consumption of Maras tarhana, which is a geographically indicated product, should be increased in other provinces as well. Additionally, training programs should be organized for individuals to increase awareness of healthy nutrition.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Sakallı, S., Tekin-Sakallı, F.B., & Kaya, A. (2024). Maraş tarhanasının aile içi tüketim alışkanlıkları ve davranışı; Kahramanmaraş ili örneği. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 825-834. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1510303</p>

GİRİŞ

Atıştırmalık gıdalar ana öğünlerin arasında tüketilen, kalori içeriği yüksek ancak günlük beslenme için besleyici özellikleri düşük olan yiyecek ve içecekler olarak tanımlanmaktadır (Değerli & El, 2019; Üçüncüoğlu, 2021). Atıştırmalık pazarı, geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Günlük beslenmelerde atıştırmalıkların çok sık tercih edilmesi farklı sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir (Güneş, 2014; Değerli, 2019). Cipsler, krakerler, bisküviler, soslu ya da sossuz kuruyemişler, çerezler, şekerlemeler, çiğnenebilir/emilebilir şekerli gıdalar, gofretler, çikolata kaplamalı ürünler atıştırmalık gıdalar arasında yer almaktadır (Değerli & El, 2019). Tüketicilerin günlük tüketimlerinde atıştırmalık gıdaların fonksiyonel özellikleri önem arz etmektedir (Erinç & Çiftçi, 2018; Üçüncüoğlu, 2021). Tarhana da fonksiyonel gıdalardan biri olup Türkiye'nin birçok farklı bölgesinde, yaygın olarak üretilen ve geleneksel fermente gıdalar arasında yer alarak Anadolu'da temel gıda maddelerinin başında gelmektedir (Sormaz ve ark., 2019).

Maraş tarhanası, Türk Patent Enstitüsü tarafından 2010 yılı itibarıyla "Coğrafi İşaretli Ürünler" kapsamına alınarak tescillendirilmiştir (Gök ve ark., 2017). Tarhana tanımı TS 2282 standardına göre; buğday unu, buğday kırmacı, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ile tat, koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen bir gıda maddesidir (Yıldırım & Güzeller, 2016). Ancak; Maraş tarhanası üretim şekli itibarıyla diğer tarhana çeşitlerinden farklılık göstermektedir. Buğday dövmesi (yarma) su ile pişirildikten sonra içerisine yoğurt, kekik ve tercihen çörek otu eklenerek çiğ adı verilen sergilere serilerek kurutulmaktadır (TPE, 2010). Ayrıca Maraş tarhanasında kullanılan yoğurdun pişirilmeden kullanımı probiyotik yoğurttan gelen kültürlerin zarar görmesini engellemektedir. Hem probiyotik kültürler hem de dövmeden gelen prebiyotik besin öğeleri Maraş tarhanasını fonksiyonel bir gıda kılmaktadır. Maraş tarhanası besin değeri yüksek, kolay sindirilebilen glisemik indeksi düşük bir gıdadır (Yörükoğlu & Dayısoylu, 2016). Maraş tarhanası, protein bakımından zengin hem bitkisel hem de hayvansal kökenli gıdalardan oluşmaktadır. Ayrıca, içerdiği bazı mineraller ile suda ve yağda çözünür vitaminler insan vücudu için önemlidir (TPE, 2010). Maraş tarhanası kurutma şekline göre de değişiklik göstermekte olup dövme tarhanada iri parçalar şeklinde kurutma yapılırken ince bir katman olarak cips şeklinde de kurutulabilmektedir (Coşkun, 2014). Cips formunda Maraş tarhanası, yörede yüzyıllardır yoğun bir şekilde tüketilmektedir (Dağ & Akbay, 2022). Maraş tarhanasının tüketiminde; ürünün gevrek, ince, hoş kokulu gibi özellikleri tüketici tercihi üzerinde etkilidir (Yörükoğlu & Dayısoylu, 2016). Ayrıca Maraş tarhanasının klasik formuna ilişkin tüm yararlı özellikler tarhana cipsinde de bulunmaktadır. Tarhana cipsi, kızartma cipslerin alternatifi olarak ara öğünlerde tüketilebilecek sağlıklı bir atıştırmalıktır (Yörükoğlu & Dayısoylu, 2016; Yıldırım & Güzeller, 2016).

Farklı şekillerde tüketim olanağına sahip olan Maraş tarhanası, ihracata da konu olan bir üründür (Yörükoğlu & Dayısoylu, 2016). Maraş tarhanası, tüketim şekilleri itibarıyla da diğer tarhana türlerinden farklıdır. Tüketim şekillerine göre; kurumamış, yarı kurumuş (firik), kurumuş ve çerez olarak, çorba, yağda veya fırında kızartılarak, sıcak sac üzerinde gevretilerek ve çeşitli yemeklere dahil edilerek tüketilmektedir (TPE, 2010; Coşkun, 2014; Gök ve ark., 2017). Endüstriyel olarak üretimi yapılan tarhana cipsi; sade, biberli-kenen tohumlu, yoğurtlu-domatesli-kekikli, sarımsaklı-fesleğenli, kuşburnulu, Antep fıstıklı, kaymaklı, patatesli, kızarmış ve fırınlanarak piyasada satışa sunulmaktadır. Bazı çeşitler şekil olarak gelenekselliğini korusa da, acı biberli-kenen tohumlu ve yoğurtlu-domatesli-kekikli gibi çeşitler şekil olarak yuvarlak patates cipsine benzetilmiştir (Yıldırım & Güzeller, 2016). Maraş tarhanası; çerezlik, cips ve firik gibi farklı tüketim formları ile birlikte; ceviz, badem, fındık ve fıstık gibi kuruyemişler ile de tüketilmektedir (İkikat Tümer & Bulut, 2017).

Bu çalışmanın amacı, Kahramanmaraş ilinde bireylerin tarhana tüketim alışkanlıkları hakkındaki düşüncelerini belirlemek ve tarhana tercihini etkileyen faktörleri ortaya koymaktır. Yöresel atıştırmalıklar arasında yer alan Maraş tarhanasının coğrafi işaretli bir ürün olması sebebiyle, tüketicilere ilişkin tüketim davranışı ve alışkanlıklarının incelenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Maraş tarhanasının bilinirliğinin artırılması literatüre de

önemli katkı sağlayacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Kahramanmaraş, 37-38 ° kuzey paralelleri ile 36-37 ° doğu meridyenleri arasında yer alan ve deniz seviyesinden 568 m yükseklikte; dondurma, biber ve tarhanasıyla ünlü bir il olup Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Maraş biberi, Maraş dondurması, Maraş tarhanası ve Maraş çöreği gibi ürünler Kahramanmaraş iline ait coğrafi işaretli ürünler arasındadır (Anonim, 2019). İlin 2022 yılına ait nüfusu ise 1 177 436, nüfus yoğunluğu ise 81/km² olarak belirlenmiştir. Anakitle Oranlarına Dayalı Basit Tesadüfi Olasılık Örnekleme Yöntemi ile Kahramanmaraş ilindeki bireyler arasından belirlenen 400 tüketiciye (n=400) ilişkin veriler çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Veriler 2024 yılı Ocak ayında bireyler ile yüz yüze görüşülüp anket çalışmasıyla elde edilmiştir. Anket uygulanacak bireyler Kahramanmaraş il merkezi ve ilçelerinde yaşayan bireyler arasından tesadüfi olarak seçilmiştir.

Araştırmanın örnek büyüklüğü %95 güven ve ortalama %5 hata ile Anakitle Oranlarına Dayalı Basit Tesadüfi Olasılık Örnekleme Yöntemine göre 384 olarak belirlenmiştir. Yöntemin formülü aşağıdaki eşitlikte gösterilmiştir (Yamane, 2001):

$$n = \frac{z^2(p*q)}{d^2} \quad (1)$$

Formülde;

n: Örnek büyüklüğü

z: 1.96 (%95 güven düzeyine karşılık gelen standart z değeri)

p: Olasılık

q: (1-p) İlgili özelliğe sahip olmayan ana kitle oranı

d: Kabul edilen hata oranı (\pm %5)

$$n = 1.96^2 \left(\frac{0.50 * 0.50}{0.05^2} \right) = 384$$

Ancak anketlerde rastlanabilecek eksik veya yanlışlık olma ihtimaline karşı formülde hesaplanan örnek büyüklüğünden daha fazla tüketici ile görüşülerek toplam 400 kişi ile anket çalışması yürütülmüştür.

Araştırmada, bireylerin Maraş tarhanasının aile içi tüketim davranışı, alışkanlıkları, atıştırmalık tercihleri ve tutumları incelenmiştir. Bu kapsamda tüketicilere ilişkin demografik bilgiler, Maraş tarhanasının tüketim durumu, tüketim sıklığı, tüketicilerin ürün tercihini etkileyen faktörlerin önem düzeyi ve tüketicilerin düşüncelerine yer verilmiştir. Satın alınan Maraş tarhanasında tüketicilerin tercihlerini etkileyen faktörlerin önem düzeyinin ve tüketicilerin düşüncelerinin belirlenmesinde 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan ölçeklerin güvenilirliği Cronbach's Alpha katsayısı ile test edilmiştir. Tekin (2000) güvenilirliğin ölçme aracının kararlılığının göstergesi olduğunu, Tavşancıl (2014) tutum ve davranış ilişkisinin anlaşılmasının tutumların güvenilir bir şekilde ölçülmesine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Araştırmada, Maraş tarhanası alırken bireylerin tercihini etkileyen faktörler, faktör analizi ile belirlenmiştir. Bu analiz, birbiriyle ilişkili değişkenleri bir araya getirerek tek kategoride toplamaktadır. Bu yolla daha az sayıda faktör elde edilerek değişken sayısı azaltılmaktadır (İslamoğlu & Alınayık, 2016; Kalaycı, 2016). Faktör analizi için kullanılan ölçeklerin uygunluğunu doğrulamak için KMO (Kaiser-Maier-Olkin) ve Barlett testleri yapılarak analiz sonucunda KMO değeri 0.830, Barlett küresellik değeri 0.001 olarak bulunmuş, kullanılan ölçeğin ve verilerin analize uygun olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kahramanmaraş ilinde yürütülen bu çalışmada, bireylerin demografik bilgileri, atıştırmalık tüketim durumu, çeşitli atıştırmalıklara ilişkin tüketim sıklığı, tüketicilerin Maraş tarhanası hakkındaki düşünceleri, çocukların tarhana tüketimine ilişkin ebeveyn görüşleri ve Maraş tarhanası satın alma tercihleri üzerinde etkili olan faktörler araştırılmıştır.

Tüketicilerin demografik bilgileri

Araştırmada tüketicilerin %62.3'ü kadın ve %37.8'i erkek olup neredeyse tamamı evli bireylerden oluşmaktadır (%93.8). Tüketicilerin yaş ortalaması 41 yıl olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin büyük çoğunluğu aktif nüfus içerisinde yer alan 35-64 yaş aralığında yer almaktadır. Ayrıca %50'sinden fazlası lise ve üstü eğitim seviyesine sahip eğitimli bireylerden oluşmaktadır. Tüketicilerin, ortalama 5 kişilik ailelerden oluştuğu ve ortalama 3 çocuğunun olduğu tespit edilmiştir. Tüketicilerin %57.5'inin bir işte çalıştığı; %20.2'sinin kamu, %53.9'unun özel sektör, %21.5'inin serbest meslek sahibi ve %4.4'ünün emekli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada tüketicilerin %61.9'unun 10 001-25 000 ₺/ay arasında bir gelire sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 1). İkikat Tümer ve ark. (2017) Kahramanmaraş ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin yaş ortalamasını 34.3 yıl, hanedeki çocuk sayısını ortalama 3 kişi olarak belirlemiştir. Ayrıca tüketicilerin aylık gelirinin ortalama 1531 ₺, aylık gıda harcamasının ise 245 ₺ olduğunu belirleyerek aileler aylık gıda harcamasının ortalama 35.3 ₺'sini Maraş tarhanası satın almak için kullandıklarını ortaya koymuşlardır.

Çizelge 1. Tüketicilere ilişkin demografik bilgiler (n=400)

Table 1. Demographic information about consumers (n=400)

Değişken	Kategori	Frekans	%	Değişken	Kategori	Frekans	%
Cinsiyet	Kadın	249	62.3	Medeni durum	Evli	375	93.8
	Erkek	151	37.8		Bekâr	25	6.3
Yaş grupları	18-34	75	18.8	Eğitim	Okuryazar değil	22	5.5
	35-64	322	80.5		Okuryazar	25	6.3
	65 ve üzeri	3	0.8		İlköğretim	143	35.8
Ailedeki birey sayısı	1-3	80	20.0	Lise	130	32.5	
	4-7	307	76.8	Üniversite	75	18.8	
	8 ve üzeri	13	3.3	Lisansüstü	5	1.3	
Çocukların yaş aralığı*	1-5	88	22	Çalışma alanı	Kamu	46	20.2
	6-10	114	28.5		Özel sektör	123	53.9
	11-15	164	41		Serbest meslek	49	21.5
	16 ve üzeri	226	56.5		Emekli	10	4.4
Gelir (₺/ay)	10000 ₺ ve altı	52	16.4	Çalışma durumu	Evet	230	57.5
	10001-25000 ₺	197	61.9		Hayır	170	42.5
	25001 ₺ ve üzeri	69	21.7				

*Birden fazla seçenek belirtilmiştir.

Tüketim durumu

Kahramanmaraş ilinde araştırmaya katılan bireylerin genel itibarıyla atıştırmalık tüketiminin olduğu ve daha çok tuzlu atıştırmalıkları tercih ettikleri görülse de tatlı atıştırmalıkları tercih edenler de oldukça fazladır. Tüketicilerin atıştırmalıklar arasında en fazla Maraş tarhanasını tükettiği belirlenmiş olup ceviz, fındık, fıstık, badem vb. gibi kuruyemişleri de tercih ettikleri saptanmıştır. Ayrıca kuru meyveler (üzüm, incir, dut vb.), doğal ürünler (pestil, cevizli sucuk vb.) ve çikolata, bisküvi, kraker vb. paketli ürünler tüketilen diğer atıştırmalıklar arasındadır. Tüketicilerin atıştırmalıkları temin ettiği yerler ise genellikle yöresel ürün satıcıları olmakla birlikte marketler, aile

yapımı ve semt pazarlarının da tercih edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). New Nutrition Business, (2016); Değerli and El, (2019) atıştırmalık tasarımları ile diyet ve/veya ara öğün uygulamalarında tüketici damak zevki ve tercihlerinin ihmal edildiğini belirtmiştir. Buna göre tüketicilerin %70'i meyve çeşitlerini, %58'i bisküvi ve %18'i barları atıştırmalık olarak tercih ettiğini; tüketicilerin %51'i zaman bulamadığı için öğün atladığını ve atıştırmalıklara yöneldiğini bildirmiştir. Ayrıca tüketicilerin şeker ilavesiz, lif ve protein içeriği zengin, düşük kalorili ve sodyumlu atıştırmalıkları tercih eden bilinçli bireylerden oluştuğu belirtilmiştir.

Çizelge 2. Atıştırmalık tüketimine ilişkin bilgiler

Table 2. Information on snack consumption

Değişken	Kategori	Frekans	%
Atıştırmalık tüketimi	Evet	372	93.5
	Hayır	26	6.5
Atıştırmalık çeşidi*	Tatlı ve şeker içeren	205	51.3
	Tuzlu	230	57.5
	Meyve	15	3.8
Atıştırmalık türü*	Kuruyemiş (ceviz, fındık, fıstık, badem vb.)	242	60.5
	Kuru meyveler (üzüm, incir, dut vb.)	150	37.5
	Doğal ürünler (pestil, cevizli sucuk vb.)	143	35.8
	Maraş tarhanası (cips)	280	70
	Çikolata, bisküvi, kraker vb.	93	23.3
Temin yeri*	Market	153	38.3
	Ailem yapıyor	137	34.3
	Semt pazarı	25	6.3
	Yöresel ürün satıcıları	173	43.3

* Birden fazla seçenek belirtilmiştir.

Çizelge 3. Tüketim sıklığı

Table 3. Consumption frequency

Ürünler	Tüketim sıklığı*															
	Her gün						Haftada bir		Haftada birkaç		On beş günde bir		Ayda birkaç		Hiç	
	Sabah-Öğle (kuşluk)		İkinci		Akşam		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Kuruyemiş	50	12.5	63	15.8	171	42.8	55	13.8	141	35.3	16	4	29	7.2	8	2
Kuru meyveler	40	10	46	11.5	106	26.5	59	14.8	93	23.3	41	10.3	35	8.8	37	9.3
Doğal ürünler	32	8	33	8.3	128	32	59	14.8	89	22.3	36	9	51	12.8	30	7.5
Maraş tarhanası	44	11	74	18.5	224	56	63	15.8	109	27.3	18	4.5	12	3	9	2.3
Maraş çöreği	45	11.3	37	9.3	98	24.5	68	17	77	19.3	39	9.8	60	15	31	7.8
Maraş fıstık ezmesi	21	5.3	22	5.5	58	14.5	32	8	75	18.8	41	10.3	65	16.3	99	24.8
Çikolata, bisküvi, kraker vb.	35	8.8	54	13.5	85	21.3	42	10.5	99	24.8	27	6.8	41	10.3	57	14.2

* Birden fazla seçenek belirtilmiştir.

Atıştırmalıkların tüketim sıklığına ilişkin diğer bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin hemen hemen tüm ürünlere ilişkin günlük tüketimin bulunduğu ve atıştırmalıkların daha çok akşam öğününde tüketildiği tespit edilmiştir. Özellikle kuruyemişlerin (%42.8), doğal ürünlerin (%32), Maraş tarhanasının (%56) ve Maraş çöreğinin (%24.5) günlük tüketim sıklığında olduğu ve en fazla akşam saatlerinde tercih edildiği; kuru meyvelerin (%23.3), Maraş fıstık ezmesinin (%14.5) ve çikolata/bisküvi/kraker vb. atıştırmalıkların daha çok haftada birkaç kez tüketildiği anlaşılmaktadır (Çizelge 3). Semerci (2010) yaptığı çalışmada, tüketicilerin tarhana cipsi tüketim sıklığı ile gelir gruplarını ilişkilendirmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin %47'sinin tarhana cipsi tüketmediği, tarhana cipsi tüketen bireylerin ise tarhana cipsini ayda bir ve haftada bir tükettiği belirlenmiştir. Ayrıca tarhana cipsinin daha çok gelir düzeyi yüksek bireyler tarafından tercih edildiğini bildirmiştir.

Maraş tarhanası hakkındaki düşünceler

Bireylerin tarhana hakkındaki düşüncelerine ait diğer bilgilere Çizelge 4'te verilmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin tarhana hakkındaki düşünceleri incelendiğinde; tarhana cipsine ait ekşi tat (3.94 ± 1.113), görünüş (3.85 ± 1.122), protein ve lif içeriğinin sağlığa faydalı olduğu düşüncesinin (3.83 ± 1.005) önem düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Kahramanmaraş ilinde bireyler, Maraş tarhanasını daha çok çorba, cips formunda tükettiği ve bu ürünün coğrafi işaretli bir ürün olduğunun bilindiği, Maraş tarhanası çeşitleri hakkında bireylerin bilgi sahibi olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca tarhana cipsine ait kekik aromasına dikkat edildiği, bireylerin tarhananın prebiyotik ve probiyotik özellikleri hakkında da bilgi sahibi olduğu görülmüştür. Tarhana cipsine ilişkin tüketim pratikliği, tarhana cipsinin atıştırmalık olarak tüketilmesinde tercih sebebidir. Ancak ölçekte yer alan "tarhana yemeklerinden hoşlanmam" ve "tarhana cipsi sağlıklı bir atıştırmalık değildir" düşüncesine ait değişkenin önem düzeyi düşük olduğu saptanmıştır. Bu düşünceler yöre halkının Maraş tarhanasını sağlıklı atıştırmalıklar arasında gördüğünü ve bu ürünü severek tükettiğini göstermektedir.

Çizelge 4. Bireylerin tarhana hakkındaki düşünceleri (n=389)

Table 4. Individuals' thoughts about tarhana (n=389)

Düşünceler	Ortalama	SS	Cronbach's Alpha
Tarhana cipsindeki ekşi tat önemlidir	3.94	1.113	0.868
Tarhana cipsinin görünüşüne (incelik vb.) dikkat ederim	3.85	1.122	
Tarhana protein ve lif içermesi sağlık açısından faydalıdır	3.83	1.005	
Tarhanayı çorba olarak tüketirim	3.83	1.109	
Tarhana cipsini atıştırmalık olarak tüketirim	3.82	1.152	
Tarhana coğrafi işaretli bir üründür	3.82	1.175	
Tarhana çeşitleri hakkında bilgim var	3.82	1.076	
Tarhana cipsindeki kekik aromasına dikkat ederim	3.82	1.116	
Tarhanayı firik olarak tüketirim	3.75	1.187	
Tarhana tok tutar	3.71	1.147	
Tarhananın fonksiyonel özellikleri hakkında bilgim var	3.54	1.248	
Tarhana cipsinin tüketimi pratik olması tercih sebebidir	3.40	1.233	
Tarhana cipsinin fırınlanmış şeklini tercih ederim	3.35	1.233	
Tarhananın probiyotik özelliği hakkında bilgim var	3.34	1.228	
Tarhananın prebiyotik özelliği hakkında bilgim var	3.31	1.239	
Tarhana cipsinin baharatlısını tercih ederim	3.29	1.270	
Tarhana düşük kalorilidir	3.27	1.127	
Tarhana yemeklerinden hoşlanmam	2.49	1.393	
Tarhana cipsi sağlıklı bir atıştırmalık değildir	2.37	1.417	

Ölçek: 1= Kesinlikle katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsız, 4=Katılıyorum, 5= Kesinlikle katılıyorum; SS: Standart sapma

İkikat Tümer ve ark. (2017), tüketicilerin yıllık ortalama 179.4 kg firik, 19.8 kg çerezlik, 15.5 kg çorbalık ve 12.9 kg cips formunda Maraş tarhanasını tükettiğini bildirmiştir. Aile bireyleri tarafından, yıllık ortalama 227.6 kg Maraş tarhanası tüketildiği, toplam tüketim içerisinde en büyük payın %78.8'lik oranla firik formundaki Maraş tarhanası olduğunu ve %19.8'lik pay ile çerezlik Maraş tarhanası kullanımının bulunduğu belirtilmiştir.

Maraş tarhanasının yetişkinler gibi çocuklar da severek tüketmektedir. Çocukların tarhana tüketimine ilişkin ebeveyn görüşleri incelendiğinde, çocukların Maraş tarhanasını severek tüketmesi (4.30 ± 1.027); patates, mısır vb. cipsler yerine tarhana cipsi yedirmeyi tercih etmesi (3.98 ± 1.144) ve çocuklara ilişkin Maraş tarhanası tüketim formunun firik olmasına (3.80 ± 1.118) ait düşüncelerin önem düzeyinin yüksek olduğu belirlenirken; "çocuğum cips tarhananın tat ve aromasını beğenmiyor" (2.08 ± 1.299) ve "çocuğum tarhana yemeklerinden hoşlanmaz" (2.02 ± 1.266) düşüncesine ait önem düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ebeveynler zengin içeriği ve faydalı olduğu düşüncesi ile patates, mısır gibi cipslerin yerine Maraş tarhanasını tercih etmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Çocukların tarhana tüketimine ilişkin ebeveyn görüşleri (n=392)

Table 5. Parents' opinions on children's tarhana consumption (n=392)

Düşünceler	Ortalama	SS	Cronbach's Alpha
Çocuğum tarhanayı severek tüketiyor	4.30	1.027	0.542
Patates, mısır vb. cipsleri yerine tarhana cipsi yedirmeyi tercih ederim	3.98	1.144	
Çocuğum tarhanayı firik olarak tüketir	3.80	1.118	
Çocuğum tarhanayı çorba olarak tüketir	3.67	1.189	
Çocuğum tarhanayı fırınlanmış olarak tüketir	3.30	1.280	
Çocuğum cips tarhananın tat ve aromasını beğenmiyor	2.08	1.299	
Çocuğum tarhana yemeklerinden hoşlanmaz	2.02	1.266	

Ölçek: 1= Kesinlikle katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsız, 4=Katılıyorum, 5= Kesinlikle katılıyorum; SS: Standart sapma

Satın alınan ürün tercihini etkileyen faktörler

Kahramanmaraş ilinde tarhana satın alırken bireylerin tercihini etkileyen faktörler arasında hijyen (4.62 ± 0.666), son kullanma ve imal tarihi (4.48 ± 0.787), sağlıklı olması (4.48 ± 0.794), kalite (4.45 ± 0.760), aroma (tat, lezzet, koku) (4.33 ± 0.832), doğallığı (4.33 ± 0.837), dayanıklılığı-raf ömrü (4.21 ± 0.898), içindekiler-besin içeriği (4.07 ± 1.015), satış yeri (açıkta-kontrollü koşullarda) (4.06 ± 1.001), kurutma yeri ve kurutma şekli (4.05 ± 0.965) ve gevreklik-çıtırılık (4.04 ± 1.020) gibi faktörlerin önem düzeyinin daha yüksek olduğu; ambalaj (3.97 ± 1.068), miktarı-gramajı (3.78 ± 1.221), fiyat (3.75 ± 1.154), kalori ve besin değeri (3.68 ± 1.186) ve görünüş (renk, şekil vb.) (3.60 ± 1.219) gibi faktörlere ilişkin önem düzeyinin ise nispeten daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kahramanmaraş ilinde bireylerin tarhana tüketim tercihini etkileyen faktörlerin tespit edilmesi için yapılan faktör analizinde 16 değişken kullanılmış olup Cronbach's Alpha değeri 0.871 olarak hesaplanmıştır. Analize göre bazı değişkenler birden fazla faktörde birbirine yakın değerler aldığından analizden çıkartılarak 10 değişken üzerinden faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizinde kullanılan 10 değişken için Cronbach's Alpha değeri 0.842, KMO katsayısı 0.830 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonucunda belirlenen bu değerler örneklem büyüklüğünün yeterli ve analizin güvenilir olduğunu göstermektedir. Buna göre özdeğeri 1'den büyük olan iki faktör tespit edilmiştir (Çizelge 6). Birinci faktör 6 maddeden oluşmuş ve toplam varyansın %55.942'sini, ikinci faktör ise 4 maddeden oluşmuş ve toplam varyansın %43.680'ini açıklamaktadır.

Çizelge 6. Ürün tercihinizi etkileyen faktörlerin önem düzeyi (n=396)

Table 6. Importance level of factors affecting your product choice (n=396)

Değişken	Faktör		Ortalama	SS	Medyan
	Dış faktörler	İç faktörler			
İçindekiler (besin içeriği)	0.861		4.07	1.015	4.00
Ambalaj	0.810		3.97	1.068	4.00
Satış yeri (açıkta, kontrollü koşullarda)	0.723		4.06	1.001	4.00
Dayanıklılık-raf ömrü	0.656		4.21	0.898	4.00
Fiyat	0.483		3.75	1.154	4.00
Son kullanma tarihi ve imal tarihi	0.435		4.48	0.787	5.00
Sağlıklı		0.903	4.48	0.794	5.00
Doğal		0.828	4.33	0.837	4.50
Hijyen		0.755	4.62	0.666	5.00
Gevreklik-çıtırlık		0.672	4.04	1.020	4.00
Varyans açıklama %	55.942	43.680			
Cronbach's Alpha	0.842				
KMO	0.830				
Ki-Kare	1557.9				
P	<0.001				

Ölçek: 1= Çok önemsiz, 2=Önemsiz, 3=Fikrim yok, 4=Önemli, 5= Çok önemli; SS: Standart sapma

Sonuç olarak; yöresel atıştırmalıklar arasında yer alan Kahramanmaraş tarhanasının coğrafi işaretli bir ürün olması, tüketicilere ilişkin tüketim davranışı ve alışkanlıklarının incelenmesinin gerekliliği ve bilinirliğinin artırılması bakımından önemlidir. Yaşın ilerlemesiyle bireylerin sağlıklı ve doğal ürünlere yöneldiği anlaşılmaktadır. Ayrıca emekli gelirinin azalması ve onların azalan gelire uyum sağlaması açısından ürünün fiyatı önem arz etmektedir. Tüketicilerin atıştırmalıklar arasında en fazla Maraş tarhanasını tükettiği ve hemen hemen tüm ürünlere ilişkin günlük atıştırmalık tüketiminin bulunduğu ve bu ürünlerin daha çok akşam tüketildiği tespit edilmiştir. Yöre halkının Maraş tarhanasını sağlıklı atıştırmalıklar arasında gördüğü ve bu ürünü severek tükettiği anlaşılmıştır. Maraş tarhanası, yetişkinler gibi çocuklar tarafından da severek tüketilmektedir. Çocukların tarhana tüketimine ilişkin ebeveyn görüşleri incelendiğinde, ebeveynler çocuklarına; Maraş tarhanasını zengin içeriği ve faydalı olduğu düşüncesi ile patates, mısır gibi cipslerin yerine tercih ettiğini bildirmiştir. Yine ebeveyn görüşleri incelendiğinde çocuklarının ise Maraş tarhanasını farklı formlarda tükettiği fakat en çok firik şeklinde tüketmeyi tercih ettiği sonucu ortaya çıkmıştır. Çocukların sağlıklı bir atıştırmalık olarak cips tarhana tüketimini artırmak için cips tarhanası üretiminde çocukların damak zevkine hitap edecek, farklı fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilmiş çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ürün içeriğinin zenginleştirilmesinin yanı sıra görsel olarak da çocukların dikkatini çekecek yenilikler yapılmalıdır. Bununla birlikte cips tarhananın tüketiminin artırılması için hedef kitlenin tercihlerinin dikkate alınması gerekmektedir. Kahramanmaraş ilinde tüketiciler, sağlıklı bir atıştırmalık olarak Maraş tarhanasını bilinçli olarak tüketmektedir. Ayrıca coğrafi işaretli ve fonksiyonel özelliklerdeki Maraş tarhanası taşıma ve depolamada da kolaylık sunmaktadır. Tüketicilere sunulan beslenme programlarında atıştırmalık ve ara öğün olarak Maraş tarhanasına yer verilmeli, düzenli ve dengeli beslenme açısından eğitim ve yayım faaliyetleri planlanmalıdır. Bütün bu özelliklere sahip, çok farklı şekillerde tüketimi yapılabilen bu besleyici fonksiyonel ürünün tanıtımının yapılarak Türkiye genelinde ve dünyada tüketilecek sağlıklı bir atıştırmalık haline getirilmesi sağlanmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışma için etik onay ve izin HMKÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan alınmıştır (Toplantı Tarihi: 02.01.2024, Toplantı Sayısı: 01, Karar No: 19).

KAYNAKLAR

- Anonim (2019). Kahramanmaraş Hakkında Bilgi. Erişim linki: <https://www.eligasht.com.tr/Blog/kahramanmaras-hakkinda-bilgi/> (Erişim tarihi: 30.01.2014).
- Coşkun, F. (2014). Tarhananın tarihi ve Türkiye'de tarhana çeşitleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9 (3), 69-79.
- Dağ, M.M., & Akbay, C. (2022). Maraş tarhanası üretim ve pazarlama süreçlerinin analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9 (4), 830-838. <https://doi.org/10.30910/turkjans.993585>
- Değerli, C., & El, S.N. (2019). Optimum beslenmede sağlıklı atıştırmalıkların yeri. *Gıda / The Journal of Food*, 988-999. <https://doi.org/10.15237/gida.gd19071>
- Eriç, H., & Çifçi, S. (2018). Maraş tarhanası üretiminde kefir kullanımının son ürün üzerine etkileri. *Gıda*, 43 (1), 114-121. <https://doi.org/10.15237/gida.GD17105>
- Gök, S.A., Ceyhan Sezgin, A., & Yıldırım, F. (2017). Gastronomi alanında maraş tarhanasının değerlendirilmesi. *Aydın Gastronomy*, 1 (1), 61-70.
- Güneş, E.F., Aktaş, Ş., & Korkmaz, İ.O. (2014). Tüketicilerin gıda etiketlerine yönelik tutum ve davranışları. *Akademik Gıda*, 12 (3), 30-37.
- İkikat Tümer, E., Bulut, O.D., & Şeker, E. (2017). Tüketicilerin maraş tarhanası tüketim davranışlarının belirlenmesi; Kahramanmaraş ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48 (2), 87-92. <https://doi.org/10.17097/ATAUNIZFD.304409>
- İslamoğlu, A.H., & Alnıaçık, Ü. (2016). Research methods in social sciences. 5th Edition, Beta Publishing, İstanbul.
- Kalaycı, Ş. (2016). SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. Asil Yayıncılık, 7. Baskı, Ankara.
- Semerci, A.B.Ö. (2010). Kahramanmaraş il merkezinde ailelerin tarhana tüketim yapısı. [Yüksek Lisans Tezi, T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. Kahramanmaraş. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Sormaz, Ü., Onur, N., Güneş, E., & Nizamlioğlu, H.F. (2019). Türk mutfağı geleneksel ürünlerinde yöresel farklılıklar: Tarhana örneği. *Aydın Gastronomy*, 3 (1), 1-9.
- Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Nobel Yayıncılık, 5. Baskı, Ankara.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Yargı Yayınevi, 14. Baskı, Ankara.
- Türk Patent Enstitüsü (TPE), (2010). No: 154 – Mahreç İşareti, MARAŞ TARHANASI. <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/61b8243d-9ed5-4572-bca3-a7e0d946d79f.pdf> (Erişim tarihi 24.04.2024).
- Üçüncüoğlu, D. (2021). Geleneksellikten inovasyona giden yolda Çankırı, atıştırmalık gıda üretimi: yoka çerezi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 32, 1181-1187. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1039631>
- Yamane, T. (2001). *Temel örnekleme yöntemleri* (Çeviri: Alptekin Esin, M.Akif Bakır, Celal Aydın, Esen Gürbüzsel). Literatür Yayınları, Birinci Basım, İstanbul.
- Yıldırım, Ç., & Güzeler, N. (2016). Tarhana cipsi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD*, Özel Sayı 1-8, <https://doi.org/10.17100/nevbiltek.210953>

Yörükoğlu, T., & Dayısoylu, K.S. (2016). Yöresel Maraş tarhanasının fonksiyonel ve kimyasal bazı özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (1), 53-63.

İklim adaleti çerçevesinde bazı ülkelerin karbon emisyonlarının karşılaştırmalı analizi

Comparative analysis of carbon emissions of some countries in the framework of climate justice

Gülüzar Duygu SEMİZ¹, Elifnaz TORUN¹, Afshin SHAHBAZI², Engin YURTSEVEN¹

¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Dışkapı, Ankara, Türkiye.

²Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Dışkapı, Ankara, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 28.05.2024 Accepted / Kabul: 29.08.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: ARIMA İklim değişikliği Küresel ısınma İklim anlaşmaları Emisyon trendi</p> <p>Keywords: ARIMA Climate change Global warming Climate declarations Emission trend</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Gülüzar Duygu SEMİZ semiz@ankara.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>Bu çalışmada, Kyoto Protokolünde kabul edilen sera gazı emisyon değerlerini (1990-2022) küresel ve seçilen bazı ülkeler için farklı ölçeklerde karşılaştırmalı analizi, iklim adaleti ve tarihsel sorumluluk çerçevesinde irdelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada ABD, Çin, Hindistan, Türkiye, Avustralya, Bahreyn, BAE ve AB karşılaştırılmıştır. Çin, yıllık sera gazı emisyonlarında en hızlı artışı gösteren ülke olmasının yanı sıra 1990-2022 döneminde toplamda 307.178 Gt CO₂ eq ile en yüksek emisyon değerine sahip ülke konumundadır. Buna karşılık Bahreyn'in toplam emisyonu 1.6003 Gt CO₂ eq'dir. Ancak kişi başına emisyon değeri açısından değerlendirildiğinde, 2022 yılında Çin için bu değer 10.9541 t CO₂ eq/yıl iken Bahreyn için 39.2904 t CO₂ eq/yıl olarak rapor edilmiştir. Gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) açısından da iki ülke arasında önemli düzeyde farklılık bulunmaktadır. Çin için (2022 yılı) 0.6107 t CO₂ eq/1000 USD/yıl iken aynı yıl Bahreyn için 0.9166 t CO₂ eq/1000 USD/yıl olarak belirlenmiştir. Konu alınan ülkelere Türkiye ve Avustralya karşılaştırıldığında sonuçlar oldukça ilginçtir, çünkü son yıllarda yıllık toplam emisyon değerleri birbirine yakın olmasına rağmen Avustralya'nın tarihsel sorumluluğu Türkiye'ye oranla %37 daha fazladır. Bu önemli farklılıklar göstermektedir ki küresel iklim politikalarında yalnızca ülkelerin toplam emisyon değerleri değil aynı zamanda ülkelerin kişi başına düşen emisyon değeri, GSYİH'nin emisyon değerleri ve tarihsel sorumluluklar açısından değerlendirilmesi gerekmektedir.</p> <p>ABSTRACT</p> <p>In this study, it is aimed to comparatively analyze the greenhouse gas emission values (1990-2022) accepted in the Kyoto Protocol at different scales for global and some selected countries, and to examine them within the framework of climate justice and historical responsibility. USA, China, India, Türkiye, Australia, Bahrain, UAE and the EU were compared. China is not only the country with the fastest increase in annual greenhouse gas emissions, but also the country with the highest emission value with a total of 307,178 Gt CO₂ eq. (CO₂ equivalent) in the period 1990-2022. In contrast, Bahrain's total emission is 1.6003 Gt CO₂ eq. However, in terms of per capita emission value, this value is reported as 10.9541 t CO₂ eq/year for China and 39.2904 t CO₂ eq/year for Bahrain in 2022. There is also a significant difference between the two countries in terms of gross domestic product (GDP). For China (2022) it is 0.6107 t CO₂ eq/1000 USD/year, while for Bahrain it is 0.9166 t CO₂ eq/1000 USD/year. When Türkiye and Australia are compared, the results are quite interesting, since Australia's historical responsibility is 37% higher than Türkiye's, although the total annual emission values are close to each other in recent years. These significant differences show that in global climate policies, not only the total emission values of countries, but also the per capita emission value of countries, emission values of GDP and historical responsibilities should be evaluated.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Semiz, G.D., Torun, E., Shahbazi, A., & Yurtseven, E. (2024). İklim adaleti çerçevesinde bazı ülkelerin karbon emisyonlarının karşılaştırmalı analizi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 835-845. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1491458</p>

GİRİŞ

İklim, küresel ısınma, iklim değişikliği ve hava durumu terimlerinin anlamları zaman zaman birbirine karıştırılabilmektedir. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO, 1992) iklimi "Belirli bir bölgedeki meteorolojik unsurların uzun vadeli istatistikleri (ortalama değerler, varyanslar, ekstrem değerlerin olasılıkları vb.) ile karakterize edilen hava koşullarının birleşimi" biçiminde tanımlamaktadır. NASA küresel ısınmayı " sanayi öncesi dönemden bu yana (1850 ile 1900 arası) başta fosil yakıtların yakılması olmak üzere insan faaliyetleri nedeniyle Dünya yüzeyinin gözlemlenen uzun süreli ısınmasıdır" şeklinde tanımlanmaktadır. İklim değişikliği ise Birleşmiş Milletler tarafından "sıcaklıklarda ve hava düzenlerinde uzun vadeli değişimler" olarak tanımlanmaktadır. İklim, doğası gereği dinamik ve değişken bir yapıya sahiptir. Yerkürenin iklimi, başlangıcından bu yana sürekli bir değişim sürecinde olmuştur. Bu nedenle, "iklim değişti" ifadesi yerine "iklim değişiyor" ifadesi daha doğru kabul edilebilir. İklimin henüz değişmediği ileri sürülebilmekle birlikte, çevremizde veya dünya genelinde gözlemlenen aşırı yağışlar, aşırı sıcaklıklar, su baskınları ve kuraklıklar gibi olayların bir tanımlamaya ihtiyaç duyduğu açıktır. Bu tür olaylar, mevcut süreçlerde "anomali" ya da "aşırı (ekstrem) hava olayları" olarak nitelendirilmektedir.

Yeryüzünde her zaman belirli aralıklarla kuraklıklar, aşırı yağışlar ve bunun sonucu taşkınlar meydana gelmektedir. Hidro-meteoroloji bilimi ile ilgilenen uzmanlar, herhangi bir bölgede meydana gelebilecek bu aşırı hava olaylarının istatistiksel olarak görülebilmek olasılığını ve sıklığını (frekansını) tahmin edebilmektedir. Bu aşırı olayların görülme olasılığı ve sıklığı, analizi yapan bilim insanı tarafından örneğin her 100 yılda bir ya da her 50 yılda bir görülme olasılığı biçiminde değerlendirilebilmektedir. Buradaki kritik nokta 100 yıl gibi uzun bir sürede bir defa gözlenen aşırı hava olaylarının günümüzde daha sık gözlenmeye başlamasıdır; bu bilimsel (istatistiksel) bulgu dahi konunun önemini kavramak için tek başına yeterli olmaktadır. Örneğin, tüm Avrupa kıtasını kapsayan bir çalışmada Zhao ve ark. (2020) bazı kritik bölgelerde günümüz şartlarında 100 yılda bir görülme olasılığı olan sel ve kuraklık olaylarının 2070'lerde her 10-50 yılda bir gerçekleşeceğini bildirmiştir.

Dünyanın birçok yerinde aşırı hidro-meteorolojik olaylar daha kalıcı, sık görülür ve şiddetli hale gelmiştir (Van Der Schrier ve ark., 2011; Milly & Dune, 2016; Ullah ve ark., 2022). Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) 2021 yılı Asya raporunda, "Bütün bu aşırı hava olayları daha sık oluşmakta ve felaketler daha sık yaşanmaktadır. Tüm bunların sonucunda da gıda güvensizliği artmakta, insan güvenliği ve sağlığı kötüleşmekte, birçok topluluğun yaşam alanları değişmekte, fakirlik artmakta ve eşitsizlik genişlemektedir" ifadeleri yer almaktadır (WMO, 2021). Bundan 23 yıl önce Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) günümüzdeki durum "İklim değişikliğinin ortalama sıcaklık ve yağış değerlerini değiştirmesi ve yağış olaylarının aşırı artırması, bunun da daha yoğun ve sık sel ve kuraklıklara yol açması beklenmektedir" (IPCC, 2001) biçiminde ifade edilmişti. Türkiye'nin ortalama sıcaklığının 2050 yılına kadar 1 ila 3°C artacağı (Topal ve ark., 2016), Antalya ve Alanya yöresinde ise sıcaklık artışında pozitif bir trendin olduğu öngörülmektedir (Özfidaner ve ark., 2019).

İnsan faaliyetleri (antropojenik etmenler) sonucu atmosferde miktarı artan ve 11 Kasım 1997'de Kyoto Protokolünde resmi olarak kabul edilen sera gazları karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O), florokarbonlar olarak isimlendirilen, hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC) ve sülfür heksaflorürdür (SF₆). Bu gazlardan florokarbonlar (F-gazları) ozon tabakasının incelmeye neden olan gazlardır (UNFCCC, 1997).

Gezegimizin iklim sistemi, diğer yaşamsal olaylarda olduğu gibi, enerji akışı tarafından yönetilmektedir. Bu akış, Güneş'ten Dünya'ya gelen enerji, yeryüzünden yansıyan enerji ve atmosferden uzaya geri dönen enerjiyi içermektedir (Notz, 2020). Yerkürede tutulan ve geri yansıyan enerjiyi atmosferde hapsederek yerkürenin aşırı soğumasını ya da aşırı ısınmasını engelleyen, atmosferin belirli bir sıcaklık aralığında kalmasını sağlayarak yeryüzünde hayatın devamlılığına olanak tanıyan gazlara sera gazları adı verilmektedir. Bu gazlar olmasaydı, yeryüzü gündüzleri aşırı ısınır, geceleri ise yoğun radyasyon kaybı nedeniyle dondurucu soğuklarla karşı karşıya kalırdı. Aslında, yerküreyi yaşanabilir kılan sera gazlarıdır. Ancak, bu gazlar aynı zamanda küresel ısınmaya neden olarak aşırı iklim olaylarının meydana gelmesine ve dolayısıyla iklimin değişmesine yol açmaktadır. Sera gazları

denildiğinde, akla gelen ilk gaz genellikle karbondioksittir (CO₂). Tarihsel iklim değişikliğinin en büyük etkeni olan fosil CO₂ emisyonları, 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'nin kurulmasından sonra bile gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik büyümeyle birlikte genellikle artmaya devam etmiştir. Gelişmiş ülkelerden kaynaklanan emisyonlar sanayi devriminden bu yana küresel ısınmaya önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Bu nedenle, iklim değişikliğine ulusal katkıların arttırılması, bir ülkenin küresel ısınma konusunda taşıdığı sorumluluğun yükünü anlamak açısından kritik öneme sahiptir (Jones ve ark., 2023). Hem küresel adalete ilişkin değerlendirmeler hem de Sözleşme'nin 'ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluklar' dili, ahlaki açıdan kabul edilebilir bir uluslararası anlaşmanın, devletlerin çeşitli sorumluluklarını sera gazlarının atmosfere yaptığı tarihsel katkıya göre dağıtması gerektiği sonucuna varmasına yol açmıştır (Moellendorf, 2012). Ülkelerin tarihsel sorumlulukları yanında bireylerin emisyon hakları konusunda etik ve ahlaki tartışmalar da devam etmektedir (Page, 2011; Moss & Kath, 2019; Shields, 2020).

Bu çalışmada, farklı gelişmişlik ve coğrafi konuma sahip bazı ülkelerin (1) farklı ölçeklerde sunulan sera gazları salınımlarının tarihsel sorumluluk ve kişi başı emisyonlar çerçevesinde karşılaştırmalı değerlendirmesi, (2) önemli iklim anlaşmaları etkisinde ülkelerin sera gazı salınımlarının trendlerinin değerlendirilmesi, (3) ARIMA modeli ile 2030 yılına kadar sera gazlarının salınım trendlerinin modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada vurgulanmaya çalışılan değerlendirmeler, iklim adaleti ve politikaları konusunda çalışanlara önemli veriler sağlayacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Sera gazları için veri setleri

Küresel karbon emisyonu verileri ve raporları çeşitli biçimlerde ve ölçeklerde hazırlanmaktadır. Ülkelerin toplam emisyon değerleri yanında, sektörel emisyon değerleri, ülke nüfusuna göre kişi başı emisyon değerleri gayrisafi milli hasılaya oranlı karbon emisyon değerlerini de sunan raporlar bulunmaktadır. Bu raporlar genellikle 2 ila 3 yılda bir çıkarken yıllık sunulan raporlar da bulunmaktadır. UNFCCC'ye bağlı ülkeler yıllık olarak sera gazı emisyonlarını ulusal envanter raporu biçiminde sunmakla yükümlüdür, ancak takvim yılı olarak 2 ila 3 yıl öncesini kapsamaktadır. Bu çalışmada, küresel ölçekte en son yayınlanan emisyon verileri değerlendirilmiş (2022) ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin, Hindistan, Türkiye, Avustralya, Bahreyn, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) ve Avrupa Birliği ülkeleri (AB27) incelenmiştir.

Avrupa Komisyonu'nun Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından geliştirilen ve yönetilen EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) sera gazı veri tabanının 8.0 (2023) versiyonu verileri (Crippa ve ark., 2023) materyal olarak alınmıştır. Bu veri seti, IEA-EDGAR CO₂ (v2), EDGAR CH₄, EDGAR N₂O, EDGAR F-gazları gibi bileşenleri içeren ve Avrupa Topluluğu Sera Gazı Veri Tabanı Sürüm 8.0 (2023)'ün bir parçası olarak sunulan verileri kapsamaktadır. İlgili veriler, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) (2022), Dünya Enerjisi BP İstatistiksel Derlemesi (2023), Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği İstatistikleri (IATA) (2023), Uluslararası Gübre Birliği (IFA) (2022), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü İstatistik Bölümü (FAOSTAT) (2023), Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) (2023), Dünya Bankası (2023) ve Dünya Çelik Birliği (2023) gibi kaynaklardan alınmış ve Ortak Araştırma Merkezi tarafından birleştirilmiştir.

Veri setinde sera gazı emisyon değerleri, CH₄ ve N₂O gazlarının CO₂ eşdeğeri (CO₂-eq) IPCC AR5 de yayınlanan 100 yıllık Küresel Isınma Potansiyel değerine göre (GWP-100) verilmiştir. Doğrudan karbon emisyonları ise fosil yakıtlarının yanmasına karşılık gelen değerlerdir. IPCC (2013) AR5'te verilen sera gazlarının dönüşüm katsayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. IPCC AR5'te belirlenen sera gazlarının dönüşüm katsayıları (IPCC, 2013)

Table 1. Conversion coefficients of greenhouse gases identified in the IPCC AR5 (IPCC, 2013)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Sera gazlarının atmosferdeki ömürleri	Binlerce yıl	10 yıl	110 yıl
IPCC, 2013 (AR5) (iklim-karbon geri besleme potansiyeli hesaba katılmadığında)	1	28*/30**	265

*Metan, **Fosil kaynaklı Metan

Küresel ısınma potansiyeli (Global warming potential-GWP) terimi, bir sera gazının atmosferde ne kadar süre aktif kalacağını bir göstergesidir. Şu anda en çok kullanılan GWP 100 yıl üzerinden hesaplamaktır. Referans gaz ise CO₂'dir ve 100 yıllık GWP değeri 1 olarak kabul edilmektedir.

Zaman serisi analizi

Zaman serisi analizi için öngörü amaçlı analiz yöntemlerinden otoregresif hareketli ortalamalar (ARIMA) modeli uygulanmıştır. ARIMA modeli, durağan olmayan seriler için zaman serisi analizinde en yaygın kullanılan geleneksel yöntemlerden biridir (Nyoni & Bonga, 2019). ARIMA modeli karbon emisyon değerlerinin trend analizinde ve modellenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Lotfalipour ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2022; Kour, 2023). Bu model yardımıyla, gelecek on yıllık periyot için karbon emisyon tahminleri gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar, her bir ülke için ayrı ayrı ve toplu halde, belirsizlik aralıkları ile sunulmuştur.

Çalışmada, küresel karbon emisyonlarına ülke bazında katkıların zaman içindeki değişimi, ileriye dönük tahminlerle birlikte değerlendirilmiştir. İlk olarak, ulusal emisyon envanterlerinden elde edilen ve yıllık karbon emisyon değerlerini içeren verilere Python-Pandas kütüphanesi aracılığıyla ön işleme uygulanmıştır.

Çalışmada ülkelerin sera gazı emisyonları zaman içindeki değişimleri üç farklı periyoda ayrılarak incelenmiştir. İklim anlaşmaları öncesi (1990-2005), Kyoto Protokolü sonrası ile Paris İklim Anlaşması öncesi dönem (2005-2016) ve sonrası dönem (2016-2022). Her bir dönem için ülkelerin sera gazı emisyon trendlerini analiz etmek için regresyon analizi yapılmıştır. Bu analizde her bir periyot ayrı olarak modellenmiş ve zaman bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Böylece her periyotta emisyonlardaki eğilim değerleri (eğrinin eğimi) belirlenmiş ve karşılaştırmalı olarak anlaşma tarihleri ile ilişkileri irdelenmiştir.

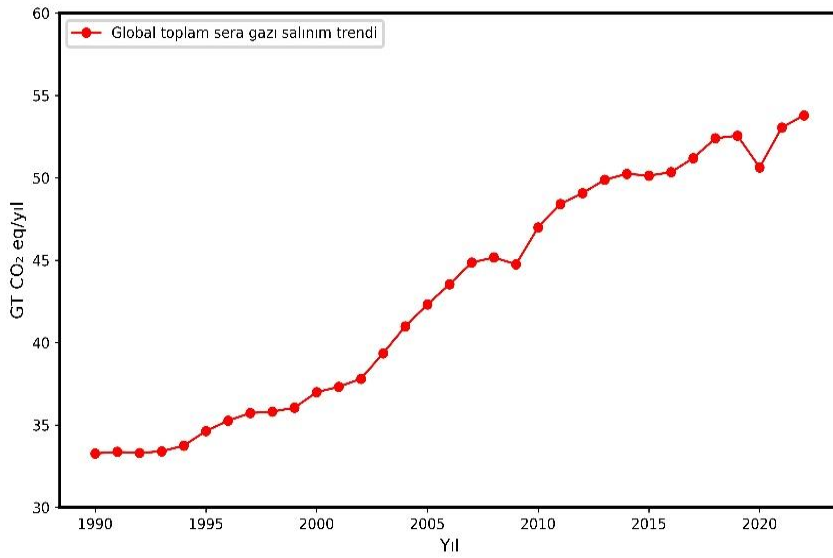
Daha kapsamlı bir analiz için çeşitlilik arz eden ülkeler, farklı gelişmişlik seviyeleri ve coğrafi konumları göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Çalışmada, Çin, ABD, Hindistan, AB27, Avustralya, Bahreyn, Birleşik Arap Emirlikleri ve Türkiye örnek ülkeler olarak seçilmiştir.

Verilerin görselleştirilmesinde ve analizinde Excel ve Python programlama dili Matplotlib kütüphanesi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Küresel ve ülkesel sera gazı emisyonları

İnsan aktiviteleri sonucu atmosfere salınan toplam sera gazı miktarı küresel toplamı 1990 yılında 33.27 Gt CO₂ eq/yıl, 2023 yılında yayınlanan son rapora göre ise 2022 yılı için 53.79 Gt CO₂ eq/yıl olarak belirlenmiştir. Küresel ekonomik kriz (Jalles, 2019; Dong ve ark., 2020) yaşanmaya başladığı 2008 (45.17 Gt CO₂ eq/yıl) yılına kadar sürekli artan küresel toplam karbon emisyon değerleri 2009 yılında (44.75 Gt CO₂ eq/yıl) bir önceki yıla oranla % 0.9 oranında azalmıştır. Benzer bir etki Covid-19 nedeni ile de oluşmuştur. Pandemiden önceki yıl olan 2019'da küresel toplam sera gazı emisyon değeri 52.56 Gt CO₂ eq/yıl iken pandemiden önceki yıl olan 2020 yılında bu değer 50.63 Gt CO₂ eq/yıl değerine gerilemiştir. Pandemi etkilerinin şiddetinin azalmaya başlaması ile 2021 yılında tekrar artışa geçerek 53.06 Gt CO₂ eq/yıl olarak belirlenmiştir. En son raporlara göre 2022 yılı için ise bu değer 53.79 Gt CO₂ eq/yıl'dır. Şekil 1'de Küresel toplam sera gazı emisyon trendi sunulmuştur.



Şekil 1. Küresel toplam sera gazı salınım trendi, Kaynak: Crippa ve ark. (2023)

Figure 1. Global total greenhouse gas emissions trend, Source:Crippa et al. (2023)

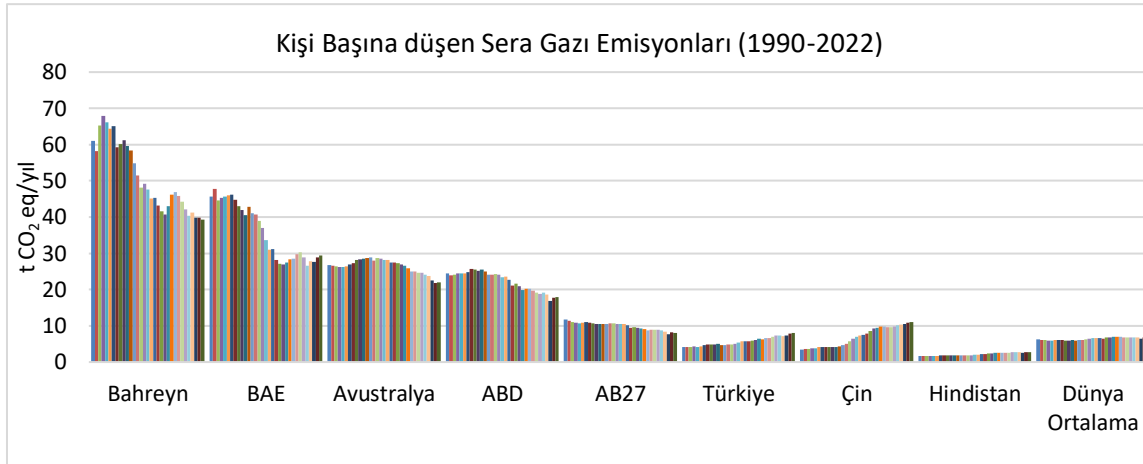
Çizelge 2'de bazı ülkelerin 1990-2022 yılları arasında neden olduğu toplam sera gazı emisyon değerleri ve küresel sera gazı emisyonlarındaki payları sunulmuştur. Küresel olarak atmosfere insani faaliyetler sonucu yayılan sera gazı miktarı 1416.355 Gt CO₂ eq'dır. Küresel olarak 1990-2022 periyodunda atmosfere yayılan toplam sera gazlarından Çin %21.7, ABD %15.26, AB27 %10.04, Hindistan %5.89, Avustralya %1.29, Türkiye % 0.94, BAE %0.44 ve Bahreyn % 0.13 oranında sorumludur.

Çizelge 2. Bazı ülkelerin 1990-2022 yılları arasındaki toplam emisyon değerleri (Gt CO₂ eq) ve küresel emisyonlara katkı oranları (%), Kaynak: Crippa ve ark. (2023)

Table 2. Total emission values (Gt CO₂ eq) of some countries between 1990-2022 and their contribution to global emissions (%), Source:Crippa et al. (2023)

Ülkeler	Toplam Emisyon (1990-2022) (Gt CO ₂ eq)	Küresel Emisyona Katkı Oranı (1990-2022) (%)
Çin	307.1782	21.69
ABD	216.1426	15.26
AB27	142.2252	10.04
Hindistan	83.3924	5.89
Avustralya	18.2468	1.29
Türkiye	13.2537	0.94
BAE	6.1839	0.44
Bahreyn	1.6003	0.13
Küresel Toplam	1416.355	

Ülkelerin toplam sera gazı emisyon değerleri küresel ölçekte iklime doğrudan etkisi açısından son derece önemli olmakla beraber, sera gazı emisyon değerlerinin iklim politikaları açıdan değerlendirilmesinde önemli olduğu bilinen iki ölçek daha vardır, kişi başına düşen yıllık sera gazı miktarı (Şekil 2) ve kişi başı gayri yurt içi hasıla (GSYİH) başına yıllık sera gazı emisyon değerleri (Şekil 3).

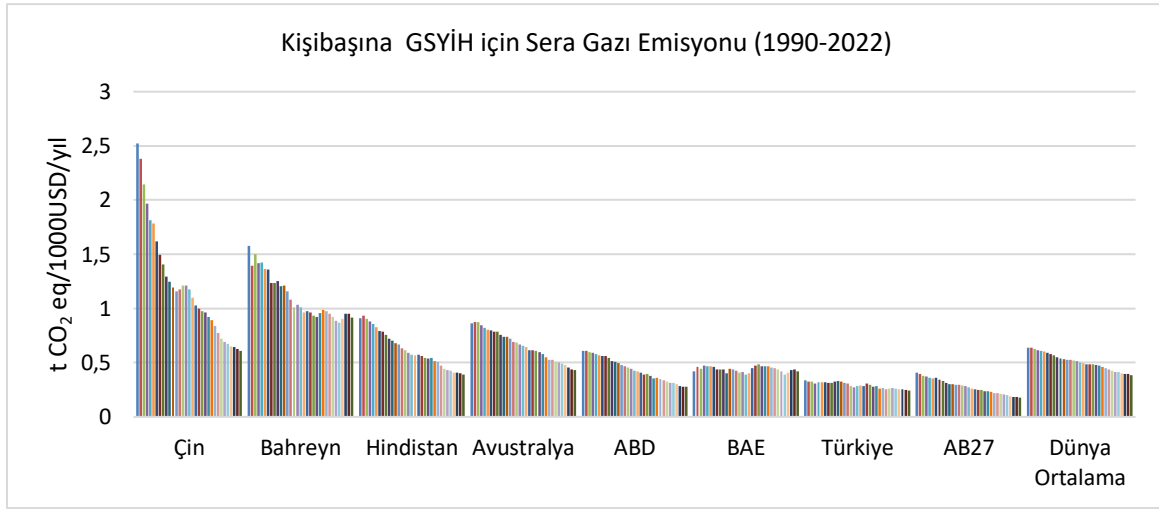


Şekil 2. 1990-2022 yılları arasında insan aktiviteleri sonucu atmosfere salınan sera gazlarının, Bahreyn, BAE, ABD, AB27, Türkiye, Çin, Hindistan ve dünya ortalaması için kişi başına düşen miktarları, Kaynak: Crippa ve ark. (2023)

Figure 2. Per capita amounts of greenhouse gases emitted to the atmosphere as a result of human activities between 1990 and 2022 for Bahrain, UAE, USA, EU27, Türkiye, China, India and world average, Source:Crippa et al. (2023)

Kişi başına düşen sera gazı emisyonları (KBSE) bakımından değerlendirildiğinde sıralama önemli düzeyde değişmektedir. KBSE değeri yüksek olan bazı ülkeler, azalma trendi göstermekle beraber, (Şekil 3) Bahreyn, BAE, Avustralya ve ABD en yüksek KBSE değerine sahip olan ülkelerdir. Bu sonuçlara göre ilginç olan Bahreyn, BAE ve Avustralya toplam emisyon değerleri açısından oransal olarak oldukça düşük düzeyde olurken KBSE değerlerinin çok yüksek olmasıdır. Örneğin Çin 2022 yılı verilerine göre 15.69 Gt CO₂ eq/yıl sera gazı salınımı yapmaktadır ancak KBSE miktarı 10.95 t CO₂ eq/yıl olarak belirlenmiştir. Bahreyn için ise toplam emisyon miktarı 0.07 Gt CO₂ eq/yıl iken KBSE miktarı 39.29 t CO₂ eq/yıl ile dünyada birinci sırada yer almaktadır. Nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bir başka ülke olan Hindistan da tıpkı Çin gibi toplam emisyon açısından ilk sırada yer alırken KBSE açısından oldukça düşük düzeydedir.

Kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), bir ülkenin kişi başına düşen ekonomik çıktısını ölçer ve bir ülkenin GSYİH'sinin nüfusa bölünmesiyle hesaplanır. Şekil 4'te ülkelere göre bu değer her 1000 ABD doları için neden olunan sera gazı emisyon değerlerini sunmaktadır. Çin 1990 yılında 2.52 t CO₂ eq/1000USD/yıl ile en yüksek emisyon değerine sahipken hızlı bir azalma trendiyle 2022 yılında bu değer 0.61 t CO₂ eq/1000USD/yıl değerine düşmüştür. Şekilde görüldüğü üzere Bahreyn yine sıralamada 0.91 t CO₂ eq/1000USD/yıl ile en üst seviyededir. En son veriler değerlendirildiğinde (2022), Avustralya 0.43 t CO₂ eq/1000USD/yıl, Hindistan 0.39 t CO₂ eq/1000USD/yıl, ABD 0.30 t CO₂ eq/1000USD/yıl, BAE 0.42 t CO₂ eq/1000USD/yıl, Türkiye 0.24 t CO₂ eq/1000USD/yıl, AB27 0.18 t CO₂ eq/1000USD/yıl, Dünya ortalaması ise 0.39 t CO₂ eq/1000USD/yıl olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Çin, Bahreyn, Hindistan, Avustralya, ABD, BAE, Türkiye, AB27 ve Dünya ortalaması için kişi başına düşen yurtiçi (GSYİH) hasılanın 1000 ABD dolarına karşılık neden olunan sera gazı emisyon miktarları, Kaynak: Crippa ve ark. (2023)

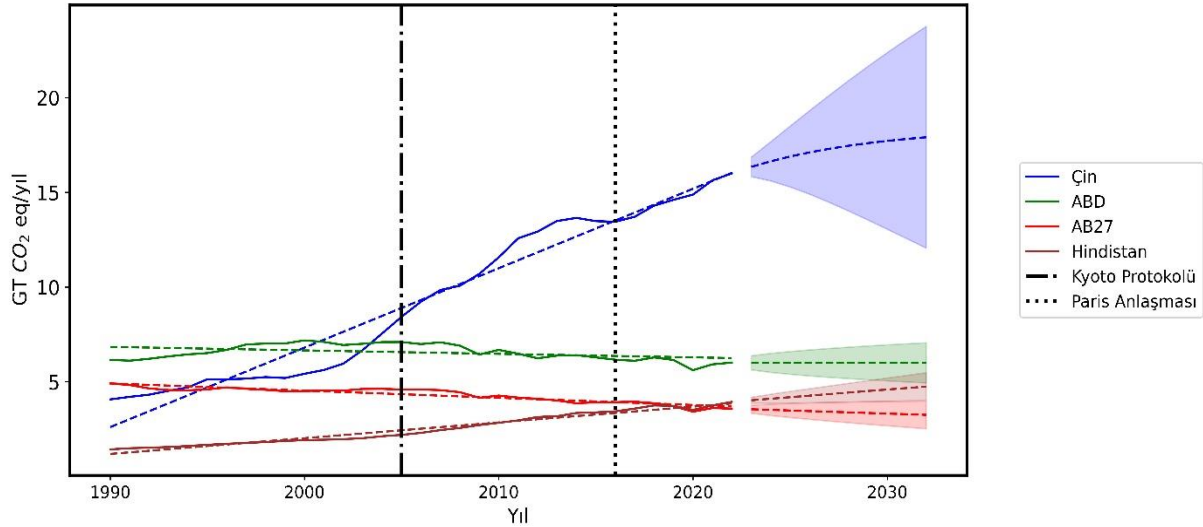
Figure 3. Greenhouse gas emissions per 1000 US dollars of per capita domestic product (GDP) for China, Bahrain, India, Australia, USA, UAE, Türkiye, EU27 and World average. Source:Crippa et al. (2023)

Ülkelerin sera gazı emisyonlarının farklı biçimlerde değerlendirilmesi son derece önemlidir. Örneğin ülke bazında değerlendirildiğinde üst sıralarda bulunan bir ülkede yaşayan bir vatandaşın dolaylı olsa da neden olduğu ya da sorumlu olduğu sera gazı emisyonu değerleri bir başka ülke vatandaşından oldukça düşük olabilmektedir. Aynı durumun üretilen GSYİH için de geçerli olduğu Şekil 3'te açıkça görülmektedir. Ayrıca Şekil 2 ve 3 sera gazı emisyonlarının 1990-2022 yılları için değişim trendini de verdiği için özellikle politika yapıcılara ve karar vericilere hem ulusal hem uluslararası düzlemde karşılaştırmalı bir çerçeve çizmesi açısından oldukça önemlidir.

ARIMA modeli sonuçları ve iklim anlaşmalarının etkileri

ARIMA modeli ile gelecek 10 yıl için ülkelerin karbon emisyon miktarları ve küresel emisyon miktarına yüzdesel katkıları tahmin edilmiştir. Çalışmada ayrıca Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşması ardından ülkelerin sera gazı salınımlarındaki değişim trendleri de irdelenmiştir. Bu amaçla veriler periyotlara ayrılmıştır. Kyoto Protokolü 2005'te ve Paris İklim Anlaşması 2016'da yürürlüğe girdiği için iklim anlaşmaları öncesi dönemi 1990-2005, Kyoto Protokolü sonrası 2005-2016 ve Paris İklim Anlaşması sonrası için ise 2016-2022 yıllarını kapsayacak şekilde trend analizleri yapılmıştır (Şekil 4 ve 5).

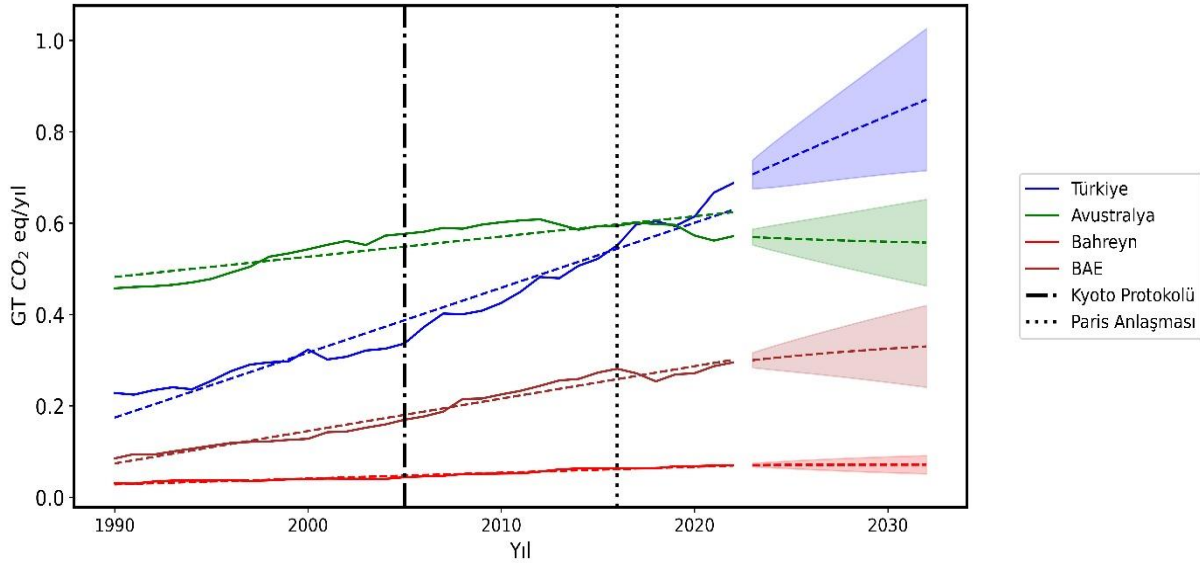
Model sonuçlarına göre Çin en geniş belirsizlik aralığına sahip olan ülke konumundadır. Bu oldukça önemli bir sonuçtur çünkü Çin aynı zamanda küresel emisyondaki payı açısından en üst sıradaki ülke konumundadır. Politika yapıcılara önemli bir veri sağlayan bu belirsizlik aralığı önümüzdeki 10 yıl için özellikle Çin'in iklim politikalarının küresel karbon emisyonunda belirleyeceği olacağı da bir göstergesidir. Çin ile karşılaştırıldığında ABD, AB27 ve Hindistan'ın belirsizlik aralığı oldukça dar olması, karbon emisyonu açısından belirli bir politikaya sahip olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Her ne kadar Çin için belirsizlik aralığı çok yüksek bulunsun da gelecek on yıl için sera gazı emisyon değerlerinde hızlı artışın yerini artış hızındaki azalmaya bırakacağı tahmin edilmektedir. Model çıktıları ABD'nin 2024 yılı itibarıyla sera gazı salınımlarını sabitleyeceğini, AB27 ülkelerinin 2024 yılından itibaren sera gazı salınımlarını azaltmaya başlayacağını göstermiştir. Hindistan'ın ise azalan bir ivme ile sera gazı emisyon değerlerinde artışa devam edeceği tahmin edilmiştir.



Şekil 4. Çin, ABD, AB27 ve Hindistan için Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşmasından sonra yıllık emisyonlardaki değişim trendi ve ARIMA tahminleri (2023-2032)

Figure 4. Trend in annual change in emissions and ARIMA projections after Kyoto Protocol and Paris Climate Agreement for China, USA, EU27 and India (2023-2032)

Türkiye, Avustralya, Bahreyn ve BAE için de benzer şekilde ARIMA model tahminleri yapılmış ve Şekil 5'te sunulmuştur. Bahreyn'in çok düşük bir eğim ile emisyonlarını artırmaya devam edeceği ve BAE'nin ise Bahreyn'e kıyasla artış hızının daha yüksek olacağı tahmin edilmiştir. Avustralya ile gelişmekte olan Türkiye'yi aynı çalışmada vermemizin önemli bir nedeni de Şekil 5'te açıkça görüldüğü üzere son yıllarda Türkiye ve Avustralya'nın emisyon değerlerinin birbirine çok yaklaşmış olmasıdır. Ancak, ülkelerin 1990-2022 yılları arasındaki küresel emisyon payları açısından değerlendirildiğinde, Avustralya'nın Türkiye'nin neden olduğundan %37.67 oranında daha fazla emisyon neden olduğu görülmektedir. Tarihsel sorumluluk açısından Avustralya Türkiye'ye oranla daha fazla emisyon neden olmuş, ancak güncel veriler karşılaştırıldığında Türkiye ve Avustralya'nın yıllık emisyon değeri neredeyse aynı düzeye gelmiştir. Şekil 2 ve Şekil 4 de sunulan kişi başına düşen emisyon değerleri ve kişi başına düşen GSYİH'nin 1000 ABD dolarına karşılık neden olunan sera gazı emisyon miktarları Türkiye ve Avustralya için değerlendirildiğinde ortaya çıkan tablo çok daha ilginçtir. Şekiller incelendiğinde her iki ölçekte de Avustralya Türkiye'ye kıyasla açık ara önde hatta ABD'den bile yüksek emisyon değerine sahiptir. Bu sonuç bir kere daha göstermektedir ki iklim politikalarında adaleti sağlayabilmek için güncel sera gazı emisyon değerleri yanında mutlaka ülkelerin tarihsel sorumluluklarına ve diğer göstergelere de dikkat edilmelidir.



Şekil 5. Türkiye, Avustralya, Bahreyn ve BAE için Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşmasından sonra yıllık emisyonlardaki değişim trendi ve ARIMA tahminleri (2023-2032)

Figure 5. Trend of change in annual emissions and ARIMA projections after Kyoto Protocol and Paris Climate Agreement for Türkiye, Australia, Bahrain and UAE (2023-2032)

Sonuç olarak; ülkemiz, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine (UNFCCC) 21.10.2003 tarihli ve 25266 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 16.10.2003 tarihli, 4990 sayılı kanun ile uygun bulma suretiyle 24 Mayıs 2004'te 189. taraf olarak katılmış ve Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) kurucu ülkelerinden olduğu için hem gelişmiş ülkelerin bulunduğu EK-I'de hem de gelişmekte olan ülkelerin bulunduğu EK-II'de yer almıştır. Ancak 2001'de 7. taraflar konferansında (COP7) farklı konumu tanınarak EK-II'den çıkartılmış ve yalnızca EK-I'de kalmıştır. Türkiye, Ek-I listesinde bulunan diğer 43 sanayileşmiş ülkeden (ABD, AB27, Avustralya vd.) farklı ve özel konumunu tüm taraflar konferansında dile getirmiştir ancak EK-I listesinde yer aldığı için 2012'de Yeşil İklim Fonundan faydalanamamış fakat Küresel Çevre Fonundan faydalanabilmektedir (Anonim, 2022). Müzakerelerde defalarca vurgulandığı üzere, Türkiye'nin EK-I listesinde yer alarak küresel ve tarihsel sorumluluk açısından diğer EK-I ülkeleriyle aynı pozisyonda değerlendirilmesi, en hafif ifadeyle, bir haksızlık olarak nitelendirilmektedir.

UNFCC tarafından EK-I ülkeleri olarak sınıflandırılan ülkelerin (yani sanayileşmiş ülkelerin çoğu), tarihsel ve çoğunlukla sömürge geçmişleri nedeniyle aşırı emisyonların %90'undan sorumlu olduğu bulunmuştur (Hickel, 2020). Uluslararası politikada temel soru, sanayileşmiş devletlerin geçmiş sera gazı emisyonlarıyla ilgili olarak ne ölçüde tazminat ödemesi ya da uyum veya telafi edici azaltım sorumluluklarına katlanması gerektiğidir (García-Portela, 2020; Hormio, 2023). Ancak karbon bütçelerinin tükenmesinden tüm ülkeler eşit derecede sorumlu değildir. Bazı ülkeler bu krizin oluşmasına diğerlerinden daha fazla katkıda bulunmuştur. Bu orantısız tarihsel sorumluluk, atmosferi tüm insanların adil ve eşitlikçi bir şekilde kullanma hakkına sahip olduğu ortak bir alan olarak tanıyan iklim adaleti perspektifi açısından sorunludur (Boyce ve ark., 2007; Matthews, 2016; Pickering & Barry, 2017; Fanning & Hickel, 2023). İklim adaletinin sıkça tartışıldığı günümüzde özellikle iklim politikaları açısından, sera gazı emisyon değerlerinin farklı ölçeklerde değerlendirilmesi son derece önemlidir. Ülkelerin niyet beyanları ve sıfır emisyon hedeflerine ulaşmak için politik düzeyde bu hesaplama yöntemlerinin tarafsız ve tutarlı olması bir zorunluluktur. Çünkü bu noktadan itibaren değerlendirmelerin bilimsel olarak doğru yapılması sadece küresel ısınmayı yavaşlatmak için değil aynı zamanda başta istihdam olmak üzere ülkelerin ekonomik kalkınmalarını da etkileyecektir.

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

- Anonim (2022). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33>
- Boyce, J.K., Narain, S., & Stanton, E.A. (Eds.). (2007). Reclaiming nature: Environmental justice and ecological restoration. Anthem Press.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf, E., Becker, W., Monforti-Ferrario, F., Quadrelli, R., Riquez Martin, A., Taghavi-Moharamli, P., Köykkä, J., Grassi, G., Rossi, S., Brandao De Melo, J., Oom, D., Branco, A., San-Miguel, J., & Vignati, E. (2023). GHG emissions of all world countries. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/953332>
- Dong, K., Hochman, G., & Timilsina, G.R. (2020). Do drivers of CO2 emission growth alter overtime and by the stage of economic development?. *Energy Policy*, 140, 111420, 1-12.
- Fanning, A.L., & Hickel, J. (2023). Compensation for atmospheric appropriation. *Nature Sustainability*, 6 (9), 1077-1086.
- García-Portela, L. (2020). Moral responsibility for climate change loss and damage. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 39 (1), 7-24.
- Hickel, J. (2020). Quantifying national responsibility for climate breakdown: an equality-based attribution approach for carbon dioxide emissions in excess of the planetary boundary. *The Lancet Planetary Health*, 4 (9), e399-e404.
- Hormio, S. (2023). Collective responsibility for climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 14 (4), e830, 1-14.
- IPCC. (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC. (2013). AR5 Climate Change: Physical Science Basis. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf
- Jalles, J.T. (2019). Crises and emissions: New empirical evidence from a large sample. *Energy Policy*, 129, 880-895.
- Jones, M.W., Peters, G.P., Gasser, T., Andrew, R.M., Schwingshackl, C., Gütschow, J., Houghton, R.A., Friedlingstein, P., Pongratz, J., & Le Quéré, C. (2023). National contributions to climate change due to historical emissions of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide since 1850. *Scientific Data*, 10 (1), 155, 1-23.
- Kour, M. (2023). Modelling and forecasting of carbon-dioxide emissions in South Africa by using ARIMA model. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20 (10), 11267-11274.
- Lotfalipour, M.R., Falahi, M.A., & Bastam, M. (2013). Prediction of CO2 emissions in Iran using grey and ARIMA models. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3 (3), 229-237.

- Matthews, H.D. (2016). Quantifying historical carbon and climate debts among nations. *Nature Climate Change*, 6 (1), 60-64.
- Milly, P.C., & Dunne, K.A. (2016). Potential evapotranspiration and continental drying. *Nature Climate Change*, 6 (10), 946-949.
- Moellendorf, D. (2012). Climate change and global justice. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3 (2), 131-143.
- Moss, J., & Kath, R. (2019). Historical emissions and the carbon budget. *Journal of Applied Philosophy*, 36 (2), 268-289.
- Notz, D. (2020). A short history of climate change. In EPJ Web of Conferences (Vol. 246, p. 00002). EDP Sciences.
- Nyoni, T., & Bonga, W.G. (2019). Prediction of CO2 emissions in India using arima models. *DRJ-Journal of Economics & Finance*, 4 (2), 1-10.
- Özfidaner, M., Şapolyo, U.D., & Topaloğlu, F. (2019). Determination of the average temperature data: Antalya and Alanya case. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20, 106-111.
- Page, E.A. (2011). Climatic justice and the fair distribution of atmospheric burdens: A conjunctive account. *The Monist*, 94 (3), 412-432.
- Pickering, J., & Barry, C. (2017). On the concept of climate debt: Its moral and political value. In *Global Political Justice* (pp. 147-165). Routledge.
- Shields, L. (2020). Sufficiencyarianism. *Philosophy Compass*, 15 (11), 1-10.
- Topal, E., Özsoy, N., & Şahinler, N. (2016). Küresel ısınma ve arıcılığın geleceği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 112-120.
- Ullah, I., Ma, X., Ren, G., Yin, J., Iyakaremye, V., Syed, S., Lu, K., Xing, Y., & Singh, V.P. (2022). Recent changes in drought events over South Asia and their possible linkages with climatic and dynamic factors. *Remote Sensing*, 14 (13), 3219, 1-20.
- UNFCCC. (1997). United Nations Framework Convention on Climate Change. Kyoto Climate Change Conference - December 1997.
- Van der Schrier, G., Jones, P.D., & Briffa, K.R. (2011). The sensitivity of the PDSI to the Thornthwaite and Penman-Monteith parameterizations for potential evapotranspiration. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 116 (D3), 1-16.
- World Meteorological Organization. (WMO). International Meteorological Vocabulary; No. 182; WMO: Geneva, Switzerland, 1992.
- World Meteorological Organization WMO. (2021). State of Climate in Asia 2021. <https://library.wmo.int/records/item/58229-state-of-the-climate-in-asia-2021>
- Zhang, Y.H., & Feng, T.T. (2022). How does the design of personal carbon trading system affect willingness to participate under carbon neutrality goal?—Evidence from a choice experiment. *Environmental Science and Pollution Research*, 29 (54), 81970-81992.
- Zhao, Y., Weng, Z., Chen, H., & Yang, J. (2020). Analysis of the evolution of drought, flood, and drought-flood abrupt alternation events under climate change using the daily SWAP index. *Water*, 12 (7), 1969, 1-23.

Türkiye'nin tavuk eti ticaretinde uluslararası rekabet gücünün analizi

Analysis of international competitiveness in chicken meat trade of Türkiye

Gül BİNBOĞA¹, Nevin DEMİRBAŞ²

¹Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye.

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 04.07.2024 Accepted / Kabul: 02.09.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tavuk eti Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük Rekabet gücü Türkiye</p> <p>Keywords: Chicken meat Revealed comparative advantage Competitiveness Türkiye</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Gül BİNBOĞA gulbinboa@gmail.com</p>	<p>Tavuk etinin, artan nüfusun hayvansal protein gereksiniminin karşılanmasında kırmızı ete göre daha sağlıklı ve uygun fiyatlı olması, çevresel etkisinin ise daha düşük olması gibi özellikleri küresel talebini artırmaktadır. Türkiye, dünya standartlarındaki üretim yapısıyla tavuk eti üretiminde kendine yeterli ve ihracatçı konumdadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin tavuk etinde önemli ihracatçı ülkeler karşısındaki rekabet gücünün analiz edilmesidir. Çalışmanın kapsamını dünya tavuk eti üretimi ve ticaretiyle ilgili 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık döneme ait veriler oluşturmaktadır. Türkiye'nin uluslararası tavuk eti ticaretinde rekabet gücünün belirlenmesinde "açıklanmış karşılaştırmalı üstünlüğü" ölçen Balassa ve Vollrath indeksleri ile birlikte ithalat sızma oranı, dış rekabete açıklık, ihracat/ithalat oranı, net ihracat oranı ve uzmanlaşma katsayısı'ndan faydalanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, Türkiye'nin tavuk eti ticaretinde uluslararası rekabet gücüne sahip olduğu ve son yıllarda rekabet gücünün arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, tavuk etinde önemli ihracatçı ülkeler olan Brezilya, Polonya ve ABD ile karşılaştırıldığında, Türkiye'nin rekabet avantajının daha düşük düzeyde olduğu da tespit edilmiştir. Türkiye'nin tavuk eti ihracatında sürdürülebilir bir rekabet gücü elde edebilmesi için, ülke ekonomisinin genel durumundan kaynaklı yapısal sorunlarla (yüksek enflasyon, sermaye yetersizliği, yüksek enerji maliyetleri gibi) birlikte pazar riski, yüksek yem maliyetleri, damızlık piliç geliştirme gibi teknik ve ekonomik sorunların da çözüme kavuşturulması gerektiği değerlendirilmektedir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p></p>	<p>ABSTRACT</p> <p>The features of chicken meat, such as being healthier and more affordable than red meat in meeting the animal protein needs of the growing population, and its lower environmental impact, are increasing its global demand. Türkiye, with its world-class production structure, is self-sufficient in chicken meat production and an exporter. The aim of this study is to analyze the competitiveness of Türkiye against important exporting countries in chicken meat. The scope of the study consists of data on the world chicken meat production and trade for the 20-year period between 2003-2022. In determining Türkiye's competitiveness in the international chicken meat trade, the Balassa and Vollrath indices, which measure the "revealed comparative advantage", as well as the import leakage rate, openness to foreign competition, export/import ratio, net export ratio and specialization coefficient were used. As a result of the analysis, it has been determined that Türkiye has international competitiveness in chicken meat trade and its competitiveness has increased in recent years. However, it has also been determined that Türkiye's competitive advantage is at a lower level compared to Brazil, Poland and the USA, which are important exporting countries in chicken meat. In order for Türkiye to achieving a sustainable competitiveness in chicken meat exports, it is considered that technical and economic problems such as market risk, high feed costs, breeding broiler development should be solved along with the structural problems arising from the general situation of the country's economy (such as high inflation, capital insufficiency, high energy costs).</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Binboğa, G., & Demirbaş, N. (2024). Türkiye'nin tavuk eti ticaretinde uluslararası rekabet gücünün analizi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 846-861. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1510748</p>

GİRİŞ

Bilim, teknoloji, siyasal ve sosyo-kültürel birçok alanda meydana gelen ilerlemeler ve değişimlere paralel olarak küreselleşen dünyada, ülkelerin rekabet ederek refahlarını artırmaları giderek zorlaşmaktadır. Rekabet gücü; kalkınma, büyüme, ticari genişleme, gelir yaratma, sosyo-ekonomik refah ve diğer önemli parametrelerde çok önemli bir rol oynamaktadır (Govindasamy ve ark., 2023). Rekabet gücü kavramının çok çeşitli tanımlamaları olmakla birlikte, genel olarak rekabet gücü kavramı; ülkelerin küresel düzeyde etkili rekabet edebilme ve uluslararası piyasalarda malını satabilme yeteneği ile olarak ifade edilmektedir (Sarıçoban, 2016). Porter (2004), uluslararası rekabet gücünü en basit hali ile bir ülkenin ürettiği ürünlerin dünya piyasalarında sahip olduğu pay olarak tanımlamıştır. Bir ülkenin uluslararası alanda rekabet edebilirliği, mikro açıdan firmaların, makro açıdan da endüstrinin ve ülkenin rekabet gücüne bağlıdır (Kantur & Türkekul, 2021). Buna göre, bir ülkenin rekabet avantajı elde etmesi ulusal koşulların ve firma stratejisinin etkili bir birleşiminden kaynaklanmaktadır (Porter, 1990). Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin uluslararası ticarete sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmesinde diğer sanayii kolları gibi tarıma dayalı sanayilerin performansı da kritik önem taşımaktadır.

Özellikle nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli bir yeri olan hayvansal ürünler ticareti, küresel gıda tedarik zincirlerindeki artan kırılganlıklara bağlı olarak stratejik bir konumdadır. Hayvansal kaynaklı proteinlerin; amino asit yapısı ve iyi sindirilebilirliği nedeniyle ölçülü olarak tüketimi sağlık için gerekli bulunmaktadır (Elmadfa & Meyer, 2017). Artan dünya nüfusunun enerji ve beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasında hayvansal protein kaynaklarından tavuk eti ve ürünlerinin, kırmızı ete göre fiyat açısından daha ulaşılabilir olmasının yanı sıra çok yönlü, kolay hazırlanan, az yağlı ve yüksek besin içeriğiyle sağlık açısından sağladığı avantajlara bağlı olarak küresel talebi giderek artmaktadır (Terin & Yavuz, 2019; OECD & FAO, 2023; Viktória & Zoltán, 2023). Kanatlı eti üretimi süre, maliyetler, yemden yararlanma oranı (1 kg canlı hayvan ağırlığına ulaşmada tavuk için yaklaşık 2.5 kg, sığır eti için 10 kg yeme ihtiyaç duyulur) gibi birçok açıdan diğer etlere göre önemli avantajlara sahiptir. Bu avantajlarla kârlılığı artan sektörün, gelecekte daha da büyüyeceği öngörülmektedir (Smil, 2002; Belova et al., 2012; Hekimoğlu & Altindeğer, 2019; OECD & FAO, 2022). FAO ve OECD'nin 2032 tahminlerine göre; dünya genelinde kanatlı etinin hayvansal protein üretimini en hızlı büyüyen segmenti (%14) olacağı ve gelecek on yılda toplam et üretimindeki artışın %48'ini oluşturacağı belirtilmektedir (OECD & FAO, 2022). 2022 yılında dünya tavuk eti üretimi 123.613 bin ton olarak gerçekleşmiş ve üretimde ABD, Çin ve Brezilya ilk üç sırada iken; ihracatta Brezilya, ABD ve Hollanda ilk sıralarda yer almıştır (FAO, 2024). Dünya yıllık kişi başı kanatlı eti tüketim ortalaması ise 2003-2022 yılları arasında yaklaşık %42 oranında artarak, kişi başına 14.85 kg'a ulaşmıştır (OECD & FAO, 2022).

Dünya tavuk eti üretim ve tüketimindeki artışa paralel olarak Türkiye'nin üretimi 2003 yılına göre 2022 yılında yaklaşık %177 oranında artarak 2.418 bin tona ulaşmıştır. Kişi başına tavuk eti tüketimi 2000 yılında kişi başına 9.46 kg'dan %132 oranında artarak, 2022 yılında 21.95 kg'a yükselmiştir. Tavuk eti dış ticareti açısından ihracatçı konumda olan Türkiye, 2022 yılı itibarıyla 1.066.873 Bin US dolar ihracat değeriyle dünyada 6. sırada yer alırken; 2018-2022 yılları arasındaki beş yıllık dönem ortalaması olan 712.200 Bin US dolar ile sekizinci sıradadır.

Türkiye'de 1970'li yıllarda temelleri atılan kanatlı eti sektörü, 1990'lı yıllarda yapılan yatırımlarla ülkenin hayvansal protein ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan uluslararası standartlarda üretim yapan stratejik bir sektördür (Çınar ve ark., 2007; Kızılaslan & Nalinci, 2013; Gülaç, 2023; Ticaret Bakanlığı, 2023). Türkiye, mevcut durumda kanatlı eti ve ürünleri üretiminde teknolojik seviye olarak Avrupa Birliği (AB) standartlarına ulaşmış durumdadır (Ticaret Bakanlığı, 2023). Diğer taraftan, damızlık hayvan konusunda dışa bağımlılık girdi maliyetlerinin (özellikle yem) yüksek olması gibi birçok sorun uluslararası rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir (Sahinli & Abdul-Kareem, 2018; Berk, 2019; TEPGE, 2019). Ayrıca, tavuk eti ihracatının önemli bir kısmının Irak (2022 yılında %60.5), Çin gibi belirli ülkelere yapılması pazar riskini artırmaktadır (Berk, 2019). Küresel tavuk eti pazarı dinamik ve sürekli büyüyen yapısına rağmen birkaç ülkenin kontrolündedir. Bu konsantre pazar yapısında işleme sanayisini geliştiren, maliyetlerini düşüren, kalite avantajı elde eden ve girişimcilik faaliyetlerinin ileriye taşıyan ülkeler, rekabette daha

avantajlı olabilecektir (Belova ve ark., 2012; Uzundumlu & Dilli, 2023). Ülkelerin uluslararası piyasalardaki hakimiyeti ve rekabet gücü dış ticaret hacimleri ile de yakından ilişkilidir (Erkan, 2012). Bu veri ve bilgiler ışığında, Türkiye'nin tavuk eti sektöründe uluslararası rekabet gücünün belirlenmesi rekabet politikalarına yön verme ve sürdürülebilir bir rekabet avantajı kazanma açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı, dünya tavuk eti üretim ve ticaretinde önemli bir yere sahip olan Türkiye'nin önemli ihracatçı ülkeler karşısındaki rekabet gücünün analiz edilmesidir. Çalışmanın kapsamını dünya tavuk eti üretimi ve ticaretiyle ilgili 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık döneme ait veriler oluşturmaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini FAO veri tabanından elde edilen tavuk eti üretimi ve ticareti ile ilgili 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık veriler oluşturmaktadır. Türkiye'nin rekabet gücünün belirlenmesinde mutlak ve göreceli rekabet avantajlarını açıklayan; Balassa indeksi (BI=RCA) ve Vollrath İndeksleri (VI1=Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü (RTA), VI2=lnRXA, VI3=lnRTA) kullanılmıştır. Bu indekslerin yanı sıra; İthalat Sızma Oranı, Dış Rekabete Açıklık, Net İhracat Oranı, İhracat/İthalat Oranı ve Uzmanlaşma Katsayısı'ndan da yararlanılmıştır. Ayrıca, dünyada ve Türkiye'de tavuk eti üretim ve ticaretinin mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla elde edilen verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik yöntemlerinden de (yüzde, aritmetik ortalama, basit indeks, zincirleme indeks) faydalanılmıştır.

Belirli bir ülkedeki endüstrilerin ihracat performansı (a) bir ülkenin belli mallarının dünya ihracatındaki nispi payları karşılaştırılarak ve (b) nispi paylarda zaman içinde meydana gelen değişiklikleri ortaya koyarak değerlendirilebilir (Balassa, 1965). Liesner (1958), karşılaştırmalı üstünlüğü ölçmek amacıyla ihracat verilerini kullanan ilk kişidir. Liesner, Avrupa Ortak Pazarına girişin İngiliz endüstrisi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla karşılaştırmalı maliyetlerin göstergesi olarak göreceli ihracat performansı indekslerini geliştirmiştir (Vollrath, 1991). Balassa (1965), Liesner indeksini daha işlevsel hale getirerek RCA-Açıklanan Karşılaştırmalı Üstünlük İndeksini (Revealed Comparative Advantage) geliştirmiştir. Balassa, 1977, 1979 ve 1986 yıllarında RCA İndeksi'ni değiştirmiştir (Aktas Cimen & Ertekin, 2023). Basit ama güçlü olan RCA indeksleri, bir ülkenin ticarete rakiplerine karşı iyi bir ürün üretme konusundaki göreceli yeteneğinin bir ölçüsü olarak sayısız uygulamada kullanılmıştır (French, 2017). Diğer taraftan RCA indeksi, geleneksel ticaret modelinin ruhuna uygun olarak karşılaştırmalı üstünlüğün kaynağı olan ihracatçı-sektöre özgü faktörleri izole edememektedir. Ayrıca, indeks, esas olarak zaman istikrarsızlığı ve zayıf sıralama özelliği olmak üzere bazı ampirik dağıtım zayıflıkları da içermektedir (Leromain & Orefice, 2013). Balassa RCA indeksi Eşitlik 1'deki formülle hesaplanmaktadır (Batra & Kahan, 2005; Akyüz, 2019).

$$BI = RCA_{ij} = \left(\frac{X_{ij}}{X_{it}}\right) / \left(\frac{X_{wj}}{X_{wt}}\right) \quad \text{Eq.(1)}$$

X_{ij} = i ülkesinin j malı ihracatı; X_{it} = i ülkesinin toplam ihracatı; X_{wj} = Dünya j malının toplam ihracatı; X_{wt} = Dünya toplam ihracatını göstermektedir. Eğer RCA indeks değeri 1'den büyükse karşılaştırmalı üstünlük ortaya çıkmaktadır (Fertö & Hubbard, 2003). Eğer indeks değeri 1'den küçükse ülkenin o sektörde/üründe karşılaştırmalı dezavantajı olduğunu; 1'e eşitse ülkenin o ürünün/sektörün ihracat rekabet gücünde bir denge olduğunu göstermektedir (Tosun & Demirbaş, 2008; Çukur et al., 2017; Sarıçoban & Kösekahyaoglu, 2017; Akyüz, 2019; Aktas Cimen & Ertekin, 2023). Ayrıca, Hinlopen ve Van Marrewijk (2001), Balassa indeksini kolaylıkla yorumlanabilecek dört sınıfa ayırmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Balassa RCA indeks sınıfları

Table 1. Balassa RCA index classes

Sınıf	İndeks Sınıfları	Yorumları
a	0 < RCA İndeks ≤ 1	Karşılaştırmalı üstünlük yok.
b	1 < RCA İndeks ≤ 2	Zayıf karşılaştırmalı üstünlük.
c	2 < RCA İndeks ≤ 4	Orta karşılaştırmalı üstünlük.
d	4 < RCA İndeks	Güçlü karşılaştırmalı üstünlük.

Kaynak: Hinloopen ve Van Marrewijk, 2001.

Balassa (1965) tarafından geliştirilen indeksin ithalata yeterince yer vermediği, ülke ve malın çifte hesaplama (double counting) hatasına düştüğünü savunan Vollrath (1991) incelenen sektöre ait ihracat verilerini toplam ihracattan çıkararak, dünya ticaretinde ülke ve malın çifte hesaplanmasını ortadan kaldırmıştır (Vollrath, 1991). Vollrath, karşılaştırmalı avantaja ilişkin üç alternatif indeks önermiştir. Bu ölçütlerden ilki olan Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü İndeksi (RTA), Nispi İhracat Avantajı İndeksi (RXA) ile Nispi İthalat Avantajı İndeksi (RMA) arasındaki farka eşittir (Fertö & Hubbard, 2003). RTA indeks değeri sıfırdan büyükse (pozitifse), ülke ilgili ürün (sektörde) rekabet avantajına sahiptir. Eğer indeks değeri sıfırdan küçükse, ülke ilgili ürün (sektörde) rekabet dezavantajına sahiptir (Sarıçoban & Köseahyaoğlu, 2017). İndeks formülü Eşitlik 2-3'teki gibidir (Akyüz, 2019);

$$VI1 = RTA_{ij} = RXA_{ij} - RMA_{ij} \quad \text{Eq.(2)}$$

$$RTA_{ij} = \left[\frac{\frac{X_{ij}}{X_{it} - X_{ij}}}{\frac{X_{wj} - X_{ij}}{X_{wt} - X_{it}}} \right] - \left[\frac{\frac{M_{ij}}{M_{it} - M_{ij}}}{\frac{M_{wj} - M_{ij}}{M_{wt} - M_{it}}} \right] \quad \text{Eq.(3)}$$

X_{ij} = i ülkesinin j malı ihracatını, X_{it} = i ülkesinin toplam ihracatını, X_{wj} = j malı toplam dünya ihracatını ve X_{wt} = Dünya toplam ihracatını göstermektedir. M_{ij} = i ülkesinin j malı ithalatını, M_{it} = i ülkesinin toplam ithalatını, M_{wj} = j malı toplam dünya ithalatını, M_{wt} = Dünya toplam ithalatını ifade etmektedir.

Vollrath'ın ikinci ölçüsü, basitçe nispi ihracat avantajının logaritmasıdır; lnRXA (Fertö & Hubbard, 2003). Nispi İhracat Avantajı İndeksi, rakip ülkelerin ihracat performanslarına bağlı olarak rekabet güçlerinin kıyaslanmasına imkân vermektedir (Akyüz, 2019). Hesaplanan indeks değeri pozitif olursa karşılaştırmalı üstünlük, negatif olursa karşılaştırmalı dezavantaj vardır (Erkekoğlu ve ark., 2014). Formülü ise Eşitlik 4'teki gibidir (Akyüz, 2019):

$$VI2 = \ln RXA = \ln \left[\frac{\frac{X_{ij}}{X_{it} - X_{ij}}}{\frac{X_{wj} - X_{ij}}{X_{wt} - X_{it}}} \right] \quad \text{Eq.(4)}$$

Vollrath'ın üçüncü ölçüsü ise Açıklanmış Rekabet Gücü'dür (Revealed Competitiveness-RC). İndeksin pozitif değerleri, karşılaştırmalı rekabet avantajını ortaya koymaktadır. Açıklanmış Rekabet Gücünün hesaplanmasında; RXA ve RMA indekslerinin logaritmik biçimde ifade edilmesinin avantajı, bunların orijin boyunca simetrik olmalarıdır). Söz konusu indeksin hesaplanması Eşitlik 5'teki gibi formüle edilmektedir (Fertö & Hubbard, 2003);

$$VI3 = RC_{ij} = \ln (RXA_{ij}) - \ln (RMA_{ij}) \quad \text{Eq.(5)}$$

Çalışmada yukarıda açıklanan indekslerin yanı sıra analizlerde kullanılan diğer oran ve katsayılar kısaca açıklanacak olursa;

İthalat Sızma Oranı: Bu oran, iç talebin ithalat tarafından ne ölçüde karşılandığını göstermektedir (OECD, 2024a). Bir sektörde ithalat miktarının, o sektöre yönelik toplam iç talep miktarına (yurtiçi üretim+ithalat-ihracat) bölünmesi ve 100 ile çarpılması sonucu elde edilmektedir. Oranın sıfıra yakın olması ithalatın iç talep içerisinde ihmal edilebilir olduğunu, 100'e yakın olması ise iç talebin tamamına yakınının ithalat ile karşılandığını göstermektedir (DPT, 2007).

Dış Rekabete Açıklık: Sektörün ithalat ve ihracat düzeylerini dikkate alarak; $((\text{ihracat}/\text{üretim}) + (1 - \text{ihracat}/\text{üretim}) \times (\text{ithalat}/\text{yurtiçi tüketim}))$ şeklinde hesaplanan oranın yüksek olması sektörün dışa açık olduğunu göstermektedir (DPT, 2007; Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Net İhracat Oranı: Net ihracatın göreceli büyüklüğünü ölçmede kullanılan oran; $(\text{ihracat} - \text{ithalat}) / (\text{ihracat} + \text{ithalat}) \times 100$ şeklinde hesaplanmaktadır. İhracatın ithalattan büyük olması durumunda pozitif değer alan oran, aksi durumda negatif değer almaktadır (Demir, 2001).

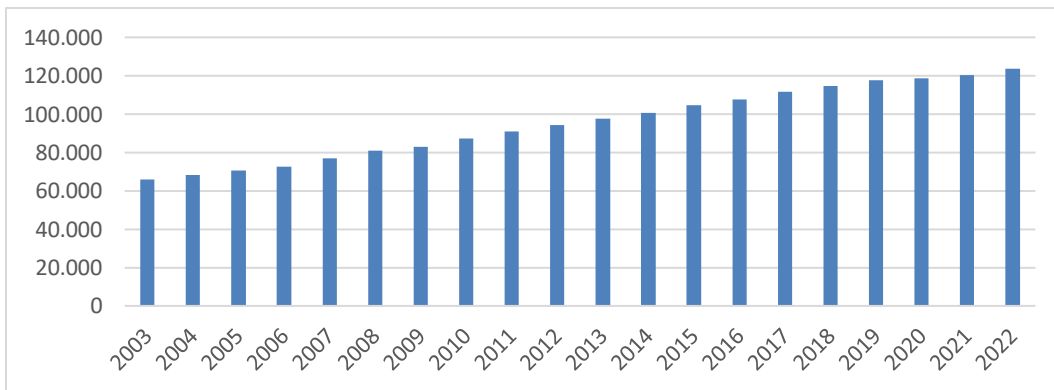
İhracat/İthalat Oranı: Sektördeki ithalat seviyelerine göre ihracat oranını hesaplamak için kullanmakta ve $(\text{ihracat}/\text{ithalat})$ şeklinde hesaplanmaktadır (Belicka & Saleh, 2011). Oranın büyüklüğü, söz konusu sektörün uzmanlaşma derecesini göstermektedir.

Uzmanlaşma Katsayısı: Bir sektördeki üretimin, o sektördeki yurtiçi tüketime bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır. Bu göstergenin yorumlanması ithalat sızma oranına benzemektedir. Oranın büyüklüğü sektörün uzmanlaşma düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir (DPT, 2007).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Dünya tavuk eti üretimi, ticareti, verimi, tüketimi ve fiyatlarında ortaya çıkan gelişmeler

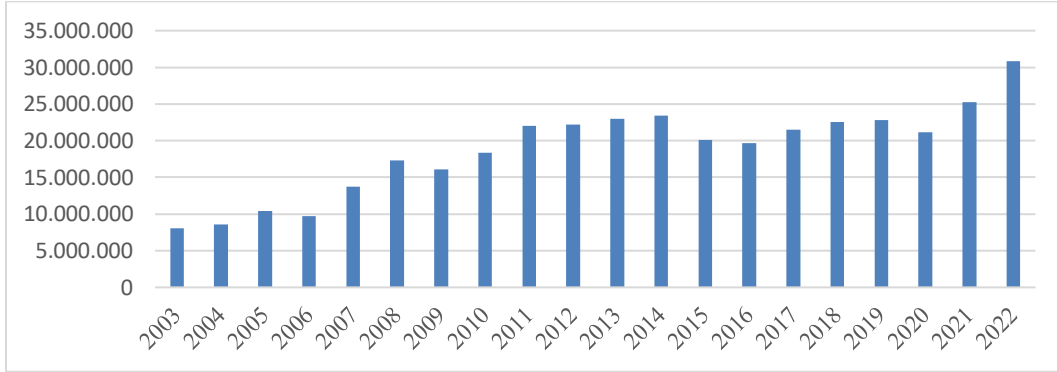
Artan nüfus ve fiyatlar karşısında toplumun hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında tavuk eti giderek önem kazanmaktadır. Sağlıklı beslenme konusunda her geçen gün daha duyarlı olan tüketiciler hayvansal protein açığının kapatılmasında kırmızı ete alternatif olarak daha az yağlı ve daha ucuz olan kanatlı etine yönelmektedirler (Gülaç, 2023). Buna bağlı olarak tavuk eti uluslararası ticarete de giderek daha önemli bir hale gelmektedir (Sarica, 2023). Nitekim, 2003-2022 yılları arasında dünya tavuk eti üretim miktarı sürekli bir artış eğilimi göstermiş ve 2003 yılına göre 2022 yılında %87.7'lik oranlık bir artışla 123.631.335 tona ulaşmıştır (Şekil 1). Dünyada tavuk eti üretiminde öne çıkan ülkeler sırasıyla; Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin, Brezilya, Rusya, Hindistan, Endonezya, Meksika, Mısır, Türkiye ve Japonya'dır. Bu ülkeler içerisinde 2022 yılı dünya tavuk eti üretiminde %15.85'lik oranla ABD ilk sıradadır. Onu Çin (%12.13) ve Brezilya (%11.75) takip etmektedir. Bu 20 yıllık süreçte dünya üretimindeki payı azalan ülkeler; ABD, Çin, Brezilya, Meksika iken, payı artan ülkeler; Rusya, Hindistan, Endonezya, Mısır, Türkiye ve Japonya'dır. Üretimde dünya lideri olan Amerika'nın, 2003 yılında %22.9 olan üretimdeki payı yıllar itibarıyla azalarak 2022 yılında %15.85'e kadar gerilemiştir. Dünya üretimindeki payını en fazla artıran ülke ise %175 oranında bir artış kaydeden Rusya olmuştur.



Şekil 1. Dünyada tavuk eti üretim miktarı (Bin ton/yıl)

Figure 1. Chicken meat production in the world (Thousand tons/year) (FAO, 2024)

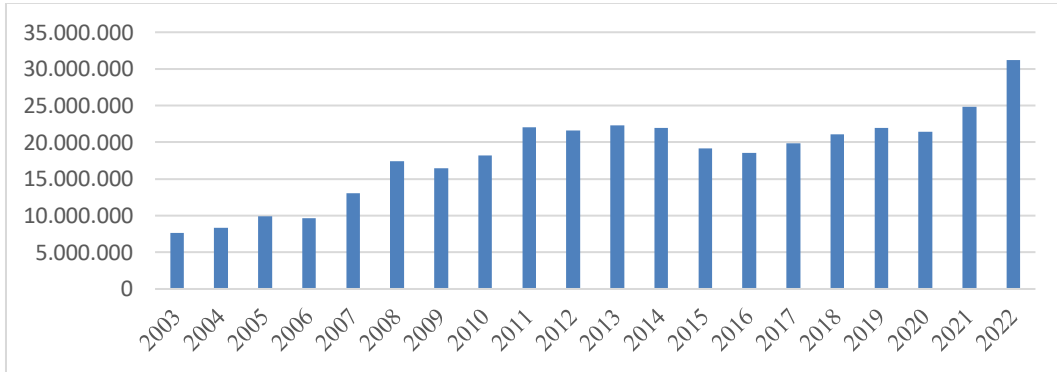
Dünya tavuk eti ihracat değeri 2003 yılına göre 2022 yılında %284.2 oranında artarak; 30.800.947 Bin US dolar olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2). 2022 yılı itibariyle ihracatta %28.2'lik payla Brezilya ilk sıradadır. Onu ABD (%16.13), Hollanda (%9.69), Polonya (%9.20), Tayland (%3.71) ve Türkiye (%3.46) takip etmektedir. 2003 yılına göre ihracattaki payı artan ülkeler; Brezilya, Polonya, Türkiye ve Ukrayna'dır. Bu süreçte ihracattaki payı en fazla azalan ülkeler; Çin başta olmak üzere, Tayland, Almanya, Belçika, Hollanda ve ABD'dir.



Şekil 2. Dünyada tavuk eti ihracat değeri (Bin US \$/yıl)

Figure 2. Export of chicken meat in the world (Thousand US \$/year) (FAO, 2024)

Dünya toplam tavuk ithalat değeri 2003 yılına göre %309.1 oranında artarak, 2022 yılında 31.179.536 bin US dolar olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3). Dünya'nın en kalabalık nüfusuna sahip Çin, 2022 yılında tavuk eti ithalatında %16.12'lik payla ilk sıradadır. Çin'i Birleşik Krallık (%5.65), Fransa (%5.08), Japonya (%4.94) ve Almanya (%4.89) takip etmektedir. Çin, Fransa, Meksika, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) ve Irak ithalat oranları 20 yıllık süreçte artmıştır. Birleşik Krallık, ithalat oranını 2022 yılında 2003 yılına göre %53.4 oranında azalmıştır. Ayrıca, Japonya, Almanya ve Hollanda'da da ithalat oranları azalmıştır.



Şekil 3. Dünyada tavuk eti ithalatı (Bin US \$/yıl)

Figure 3. Importing chicken meat in the world (Thousand US \$/year) (FAO, 2024)

Tavuk eti verim düzeyinin çalışmanın kapsadığı 20 yılda arttığı ifade edilebilir. Dünya verim ortalaması 2022 yılında 16438 0.1 g/An olup; verimlilikte Brezilya 23772 0.1 g/An ile ilk sıradadır. Bunu, ABD, Hollanda, Polonya, Ukrayna, Türkiye, Almanya, Belçika, Tayland ve Çin takip etmektedir. İhracatta öne çıkan ülkelere kıyasla daha iyi olduğu değerlendirilebilir (FAO, 2024). OECD (2024b) istatistiklerinde kişi başına tavuk eti tüketim miktarları ayrı olarak verilmediğinden kanatlı eti tüketim miktarları verilmiştir. 2022 yılı itibariyle dünya kanatlı eti tüketimi 14.85 kg/kişi, AB'de 24.26 kg/kişi ve OECD ülkelerinde 31.98 kg/kişidir. Kişi başı kanatlı eti tüketiminde İsrail 65.38 kg/kişi dünyada ilk sıradadır. ABD (50.90 kg/kişi), Malezya (50.11 kg/kişi), Peru (47.35 kg/kişi) ve Avustralya (44.50 kg/kişi) takip etmektedir (OECD, 2024b).

Dünya ihracatında öne çıkan ülkelerin tavuk eti üretici fiyatları incelendiğinde; 2022 yılı itibarıyla Hollanda 1.210.6 US \$/ton ile en düşük değere sahiptir ve Türkiye'nin tavuk eti üretici fiyatı 2022 yılı itibarıyla 2.803.2 US \$/ton ile ihracatta öne çıkan ülkelere ortalama olarak iki kat fazla olmakla birlikte 2011 yılına göre %61 oranında azalmıştır (FAO, 2024).

Türkiye'de tavuk eti üretimi, ticareti, verimi, tüketimi ve fiyatlarında ortaya çıkan gelişmeler

Kanatlı eti sektörü; etlik piliç, hindi, kaz ve ördek üretimiyle bunların tüketime hazır son ürün haline getirilmesini içermektedir (Ticaret Bakanlığı, 2023). Türkiye'de kanatlı eti üretimi başta tavuk üretimi olmak üzere 1970'li yıllarda ağırlıklı olarak aile işletmeciliği şeklinde pahalı ve üretim kapasitesi sınırlı olarak yapılmaktaydı. Kanatlı eti sektöründe yapısal dönüşüm 1980'li yıllarda entegre tesislerin artmaya başlaması ve sözleşmeli üretim modeline geçişle başlamıştır. Özellikle 1990'lı yıllarda sektöre yapılan büyük yatırımlarla birlikte 2000'li yıllarda Avrupa ve Dünya standardını yakalamayı başarmıştır. Dolayısıyla, Türkiye tavuk eti üretiminde sahip olduğu potansiyel ve gösterdiği teknolojik gelişmeler ile dünya rekabetinde önemli bir rol almaya her yönüyle aday bir ülke konumundadır (Hekimoğlu & Altındağ, 2019).

Dünyada tavuk eti üretimi ve tüketiminde görülen artışa paralel olarak Türkiye'de de hem üretim hem de tüketim miktarında artış görülmektedir. Özellikle kırmızı et arzında ve fiyatlarında görülen istikrarsızlık karşısında tavuk etinin hem daha ucuz ve sağlıklı olması hem de hazırlanmasının daha kolay olması gibi birçok avantajları tüketimini cazip kılmıştır (Keskin & Demirbaş, 2012; Hekimoğlu & Altındağ, 2019). Türkiye'de 2003 yılında 872.4 Bin ton tavuk eti üretimi yapılırken; 2022 yılında %177.2'lik bir artış ile 2.418 Bin tona ulaşmıştır. Dolayısıyla dünya üretimindeki payı da %1.32'den %1.96'ya yükselmiştir. Türkiye, tavuk etinde dünya ortalamasına göre daha yüksek bir verime sahip olmakla birlikte 20 yıllık süreçte dünya veriminde %10.8'lik artış kaydedilirken, Türkiye'de artış %5.4 seviyesinde kalmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Dünya tavuk eti üretiminde Türkiye'nin payı (2003-2022)

Table 1 Türkiye's share in world chicken meat production (2003-2022)

Yıl	Dünya Üretim Miktarı (Bin Ton)	Türkiye Üretim Miktarı (Bin Ton)	Dünya Üretiminde Türkiye'nin Payı %	İndeks (2003=100)	Zincirleme İndeks
2003	65.871.8	872.4	1.32	100.0	-
2004	68.292.5	876.8	1.28	100.5	100.5
2005	70.668.4	936.7	1.33	107.4	106.8
2006	72.740.4	917.7	1.26	105.2	98.0
2007	77.069.0	1.068.5	1.39	122.5	116.4
2008	80.885.7	1.087.7	1.34	124.7	101.8
2009	83.084.2	1.293.3	1.56	148.2	118.9
2010	87.263.1	1.444.1	1.65	165.5	111.7
2011	90.968.3	1.613.3	1.77	184.9	111.7
2012	94.311.0	1.723.9	1.83	197.6	106.9
2013	97.577.8	1.758.4	1.80	201.6	102.0
2014	100.751.7	1.894.7	1.88	217.2	107.8
2015	104.738.0	1.909.3	1.82	218.8	100.8
2016	107.467.7	1.879.0	1.75	215.4	98.4
2017	111.658.9	2.136.7	1.91	244.9	113.7
2018	114.567.8	2.156.7	1.88	247.2	100.9
2019	117.781.0	2.138.5	1.82	245.1	99.2
2020	118.719.6	2.138.5	1.80	245.1	100.0
2021	120.421.0	2.245.8	1.86	257.4	105.0
2022	123.631.3	2.418.0	1.96	277.2	107.7

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin ihracatta rakibi olan ülkelerden 2022 yılı üretici fiyatlarına (çiftlik kapısı fiyatları) göre; Hollanda 1.210.6 US\$/ton ile en düşük fiyat ile rekabet avantajına sahipken, bunu Polonya (1.294.1 US\$/ton), ABD (1.873.9 US\$/ton) ve Türkiye (2.803.2 US\$/ton) takip etmektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin 2011 yılına göre 2022 yılında üretici fiyatlarında %39'luk bir azalma olmasına rağmen Hollanda, Polonya ve ABD'ye göre fiyatı yüksektir.

Türkiye 2022 yılı kişi başı tavuk eti tüketim miktarı dünya ortalamasından (14.85 kg/kişi) yüksek olmakla birlikte OECD ülkeleri (31.98 kg/kişi) ve Avrupa Birliği'nden (24.26 kg/kişi) düşük düzeydedir (BESD-Bir, 2024; OECD, 2024b). Türkiye'nin tavuk eti ihracatı değeri 2003 yılında sadece 15.269 bin US dolar iken; 20 yılda %6887.2 oranında ciddi bir artış göstererek 2022 yılında 1.066.873 bin US dolara ulaşmıştır. Bu süreçte dünya ihracatından alınan pay oranı da %0.2'den %3.5'e yükselmiştir. Bir önceki yıla göre ihracat değerinde azalış gösterilen yıllar; 2006, 2015, 2016 ve 2020'dir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye'nin tavuk eti ihracat değeri ve dünya ihracat değerindeki payı (%)

Table 3. Türkiye's chicken meat export value and its share in world export value (%)

Yıl	Türkiye İhracat Değeri		Zincirleme İndeks	Dünya İhracat Değeri	
	(Bin US \$)	İndeks(2003=100)		(Bin US \$)	Dünya İhracatında Türkiye'nin Payı %
2003	15.269	100.0	-	8.017.699	0.2
2004	18.865	123.6	123.6	8.570.000	0.2
2005	31.998	209.6	169.6	10.431.347	0.3
2006	21.013	137.6	65.7	9.731.929	0.2
2007	30.873	202.2	146.9	13.744.669	0.2
2008	83.929	549.7	271.9	17.263.126	0.5
2009	149.632	980.0	178.3	16.087.422	0.9
2010	202.257	1324.6	135.2	18.372.369	1.1
2011	380.772	2493.8	188.3	22.028.478	1.7
2012	519.079	3399.6	136.3	22.235.775	2.3
2013	596.749	3908.2	115.0	22.972.164	2.6
2014	635.002	4158.8	106.4	23.374.223	2.7
2015	429.636	2813.8	67.7	20.076.980	2.1
2016	351.026	2298.9	81.7	19.673.822	1.8
2017	515.421	3375.6	146.8	21.527.074	2.4
2018	553.128	3622.6	107.3	22.513.305	2.5
2019	584.321	3826.8	105.6	22.780.793	2.6
2020	530.518	3474.5	90.8	21.117.684	2.5
2021	826.159	5410.7	155.7	25.228.851	3.3
2022	1.066.873	6987.2	129.1	30.800.947	3.5

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yıllara göre ihracat yapılan ülkelere bazı değişiklikler olmakla birlikte Türkiye'nin ihracat yaptığı başlıca ülkeler; Irak başta olmak üzere Çin, İran, Libya Kongo, Gürcistan, Belarus, BAE, Kuveyt, Katar ve Özbekistan'dır. 2022 yılı itibarıyla tavuk eti ihracatında ilk sırada %60.5'lik oran Irak yer alırken; %8.3'lük payla Çin ikinci sıradadır. Genellikle Ortadoğu ülkeleri ve Çin'le ticaret gerçekleştirilmektedir.

Türkiye tavuk eti üretimi bakımından kendine yeterli bir ülke olmakla birlikte, 2019-2022 yıllarında ithalatta önemli bir artış olduğu görülmektedir. 2003 yılında 46 bin US dolar olan ithalat değeri 2022 yılında 105.338 bin US dolara yükselmiştir. 2003 yılında 62 ton olan ithalat miktarı 2022 yılında 63.190 tona çıkmıştır (FAO, 2024). Bununla birlikte TEPGE (2019) raporunda "Tavuk etinde ihracatçı olan Türkiye'nin 2017 yılındaki 3 bin tonluk tavuk eti ithalatının; sınırda gerçekleştirilen iade ya da iptal işlemlerinden kaynaklandığı" belirtilmektedir. Yine, 2022 yılında Türkiye'nin tavuk eti ithalatı bulunmadığı ancak ithalatçı ülke tarafından reddedilen veya ticari anlaşmazlıklar vb. sebeplerle ihracattan geri dönen sevkiyatların TÜİK verilerinde "ithalat" olarak değerlendirildiği belirtilmektedir (Gülaç, 2023). Ekonomi basınında Türk menşeli bir firmanın donmuş tavuk eti ithalatı yaptığına da yer verilmiştir (Güler, 2018).

Ayrıca, Brezilya menşeli bir firmanın helal et pazarına girerek payını arttırmak amacıyla 2017 yılında Türkiye'nin en büyük tavuk eti şirketlerinden birinin %79.8 hissesini satın alması da ithalat verilerini açıklamaktadır (Donat, 2017) Türkiye 2022 yılı itibarıyla Brezilya (%48.7) başta olmak üzere Ukrayna (%33) ve ABD'den (%17.4) tavuk eti ithalatı gerçekleştirmiştir (FAO, 2024; ITC Trade Map, 2024; TÜİK, 2024).

Türkiye, tavuk eti dış ticaretinde ihracatçı konumdadır ve 20 yılda dış ticaret dengesinde sürekli lehe bir artış olmuştur. 2003 yılına göre dış ticaret dengesindeki artış %6216.3'tür. Dış ticaret dengesinde özellikle 2008 yılında başlayan yükseliş eğiliminin 2014 yılında pik yaptıktan sonra 2016-2017 yılları arasında düştüğü, 2018 yılında görülen yükselişin ardından ise ikinci düşüş eğiliminin 2020 yılında olduğu ve 2021-2022 yıllarında tekrar yükselişe geçildiği görülmektedir. Bir önceki yıla göre değişimde 2006 yılı ve 2015 yıllarındaki azalış oldukça yüksektir. Diğer taraftan 2008 yılı bir önceki yıla göre %170.2'lik oranla artışın en fazla olduğu yıldır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Türkiye'nin Tavuk Eti Dış Ticaret Dengesi (2003-2022)

Table 4. Türkiye's chicken meat foreign trade balance (2003-2022)

Yıl	İhracat Değeri (Bin US \$)	İthalat Değeri (Bin US \$)	Dış Ticaret Dengesi (Bin US \$) (İhracat-İthalat)
2003	15.269	46	15.223
2004	18.865	0	18.865
2005	31.998	189	31.809
2006	21.013	13	21.000
2007	30.873	67	30.806
2008	83.929	693	83.236
2009	149.632	1.413	148.219
2010	202.257	745	201.512
2011	380.772	1.317	379.455
2012	519.079	847	518.232
2013	596.749	710	596.039
2014	635.002	658	634.344
2015	429.636	1.317	428.319
2016	351.026	205	350.821
2017	515.421	1.996	513.425
2018	553.128	5.383	547.745
2019	584.321	41.358	542.963
2020	530.518	37.165	493.353
2021	826.159	54.185	771.974
2022	1.066.873	105.338	961.535

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin tavuk eti ticaretinde uluslararası rekabet gücünün analizi

Çalışmanın materyal ve yöntem başlığında açıklanan indeks, oran ve katsayılarla tavuk eti küresel ticaretinde Türkiye'nin rakiplerini belirlemek amacıyla ülkelerin 2018-2022 yılı ihracat değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. Dünya tavuk eti ihracatında ilk dört sırada yer alan Brezilya (%27.20), ABD (%15.57), Hollanda (%10.59) ve Polonya'nın (%8.03) toplam dünya ihracatının %61.4'ünü gerçekleştirdiği saptanmıştır. Türkiye'nin tavuk etindeki uluslararası rekabet gücünün belirlenmesinde en önemli rakip ülkelerin; Brezilya, ABD, Hollanda ve Polonya olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Dünya tavuk eti ihracatında Türkiye'nin rakipleri(%)

Table 5. Türkiye's competitors in the world chicken meat exports (%)

S.No	Ülkeler	2018 %	2019 %	2020 %	2021 %	2022 %	2018-2022 Yılı Ortalama İhracat Değeri, Bin US\$	Kümülatif %	Toplam %
1	Brezilya	26.1	28.1	26.0	27.1	28.2	6.660.334	27.2	27.2
2	ABD	14.2	14.3	16.2	16.7	16.1	3.812.509	15.6	42.8
3	Hollanda	11.4	10.9	11.1	10.3	9.7	2.593.353	10.6	53.4
4	Polonya	7.4	7.6	7.7	7.9	9.2	1.966.291	8.0	61.4
5	Belçika	4.1	3.5	3.8	3.7	3.4	899.829	3.7	65.1
6	Tayland	3.0	3.5	4.3	3.5	3.7	883.189	3.6	68.7
7	Çin	6.0	3.8	2.7	2.3	2.1	806.255	3.3	72.0
8	Türkiye	2.5	2.6	2.5	3.3	3.5	712.200	2.9	74.9
9	Ukrayna	2.2	2.5	2.6	2.8	2.7	636.295	2.6	77.5
10	Almanya	2.9	2.7	2.5	2.3	2.6	634.331	2.6	80.1
11	Diğer ülkeler	20.1	20.6	20.7	20.0	18.8	4.883.731	19.9	100.0
Dünya Toplamı		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	24.488.316	100.0	

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin dünya tavuk eti pazarındaki rekabet gücünü belirlemek amacıyla ticarete öne çıkan Brezilya, ABD, Hollanda, Polonya ve Türkiye için, Balassa ve Vollrath'a göre rekabet edebilirlik indeksleri ve diğer göstergeler hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Balassa indeksi sıfır ile sonsuz arasında değer almaktadır. Eğer indeks değeri birden büyükse o ülkenin ilgili sektörde karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Eğer indeks değeri birden az ise ülkenin ilgili sektörde karşılaştırmalı dezavantaja sahiptir (Bashimov, 2020). Balassa İndeksleri açısından değerlendirildiğinde; RCA indeksine göre dünya tavuk eti ticaretinde Brezilya'nın diğer ülkelere göre rekabet üstünlüğü vardır. Brezilya ortalama 24.37 indeks değeri ile uluslararası tavuk eti ticaretinde güçlü bir üstünlüğe sahiptir. Brezilya'yı sırasıyla Hollanda, Polonya, ABD ve Türkiye takip etmektedir. 2009 yılı öncesinde dünya tavuk eti ticaretinde rekabet avantajı olmayan Türkiye'nin ortalama 1.89 indeks değeri ile dört ülkeye göre rekabet gücü daha azdır. Diğer taraftan Türkiye, Hollanda'ya göre 2017-2022 yılları arasında; ABD'ye göre ise 2012-2022 yılları arasında daha yüksek bir indeks değerine sahiptir. 2022 yılı baz alındığında; 3.35 indeks değeriyle Türkiye Brezilya, Polonya'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında; Berk, 2019'un 2007-2018 yıllarını kapsayan çalışmasında Balassa indeksleri ortalamasına göre Brezilya (24.1), Polonya, Hollanda ve Türkiye'nin (2.0), Belçika (1.6), Çin (Hong-Kong-1.3) uluslararası etlik piliç rekabetinde avantaja sahip olduğu tespit edilmiştir. Sahinli ve Abdul-Kareem, 2010-2014 yılları arasında bir bütün olarak kanatlı eti sektöründeki uluslararası rekabeti Balassa indeksi kullanarak belirlediği çalışmasında; Brezilya ilk sırada (2010 yılı 27.51, 2014 yılı 28.74) yer alırken; Türkiye (2010 yılı 1.55, 2014 yılı 4.10) altıncı sırada yer alması ile Türkiye'nin rekabet gücünün arttığı belirlenmiştir. Vollrath İndekslerinden VI1 olarak kodlanan Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü İndeksi (RTA) ortalamalarına göre tüm ülkelerin değeri pozitif olup; genel olarak karşılaştırmalı üstünlükleri vardır. Brezilya (35.15), tavuk eti ticaretinde en fazla üstünlüğe sahip ülkedir. Bunu, Polonya (3.70), Hollanda (2.34), ABD (2.30) ve Türkiye (1.89) takip etmektedir. 2022 verileri temel alındığında; Türkiye 3.22 indeks değeriyle Brezilya ve Polonya'dan sonra üçüncü en yüksek değere sahip ülkedir. Elde edilen bu sonuçlar Berk 2019, çalışmasındaki sonuçlarla benzer niteliktedir. Bu kapsamda, 2007-2018 yılları arasındaki Brezilya'nın RTA indeksi ortalaması 35.06 iken; ABD'nin 2.29, Polonya'nın 3.94, Hollanda'nın 2.61, Türkiye'nin 2.07 ve Belçika'nın 1.08'dir.

VI2=lnRXA indeks değerlerine göre Brezilya'nın (3.55) nispi ihracat üstünlüğü yüksektir. Nispi ihracat üstünlüğünde ilk sırada yer alan Brezilya'yı, Hollanda (1.29), Polonya (1.28) ve ABD (0.84) takip etmektedir. lnRXA indeks değeri düşük olan Türkiye (0.33) ihracat rekabetinde marjinal sınırdadır.

VI3=RC=lnRXA-lnRMA ; Açıklanmış Rekabet Gücü İndeksi (RC) değerinin pozitif olmasının rekabet avantajının var olması anlamını taşımaktadır. Bu kapsamda tüm ülkelerin indeks değeri pozitifdir ve rekabet güçleri bulunmaktadır. Brezilya 7.41 ortalama indeks değeri ile en yüksek rekabet gücüne sahip ülke olurken; tavuk eti ithalatı diğer ülkelere kıyasla oldukça düşük olan Türkiye ortalama 5.57 indeks değeriyle ikinci sıradadır. Türkiye'yi ABD (3.78), Polonya

Çizelge 6. Tavuk eti ihracatında öne çıkan ülkelerin rekabet edebilirlik indeksleri (2003-2022)

Table 6. Competitiveness indexes of the leading countries in chicken meat exports (2003-2022)

Yıl	Brezilya				ABD				Hollanda				Polonya				Türkiye			
	BI*	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3
2003	21.97	28.31	3.34	8.55	1.96	2.17	0.78	4.73	3.29	2.02	1.28	0.82	1.24	1.11	0.22	2.26	0.30	0.30	-1.20	6.11
2004	27.87	39.94	3.69	8.98	2.30	2.61	0.97	4.38	3.13	2.00	1.22	0.89	2.05	1.44	0.73	1.19	0.32	0.32	-1.15	**
2005	27.83	41.53	3.73	8.43	2.33	2.64	0.98	4.61	3.30	2.12	1.28	0.89	2.58	2.21	0.96	1.85	0.43	0.43	-0.84	5.53
2006	26.15	37.74	3.63	8.49	2.27	2.54	0.95	4.19	3.95	2.97	1.48	1.12	3.01	2.76	1.12	2.27	0.30	0.30	-1.20	7.85
2007	26.52	38.83	3.66	8.21	2.50	2.85	1.07	4.04	3.61	2.71	1.39	1.13	2.59	2.39	0.97	2.34	0.29	0.29	-1.25	6.53
2008	27.58	42.35	3.75	8.67	2.65	3.06	1.13	4.15	3.10	2.16	1.21	1.03	2.14	2.02	0.78	2.66	0.59	0.58	-0.53	5.22
2009	24.45	35.59	3.57	8.48	2.55	2.93	1.09	3.95	3.06	2.08	1.20	0.99	2.62	2.54	0.99	2.91	1.13	1.12	0.12	5.00
2010	23.73	35.20	3.56	7.89	2.19	2.41	0.90	3.80	3.12	2.21	1.22	1.07	2.99	2.94	1.12	3.20	1.46	1.46	0.38	6.08
2011	22.93	34.21	3.53	7.26	2.20	2.42	0.90	3.99	3.19	2.33	1.24	1.12	3.02	3.00	1.13	3.46	2.32	2.35	0.86	6.26
2012	23.22	33.79	3.52	7.39	2.37	2.67	1.00	3.94	3.36	2.52	1.29	1.18	3.72	3.74	1.34	3.72	2.82	2.87	1.05	6.85
2013	24.73	36.19	3.59	7.03	2.29	2.54	0.96	3.76	3.03	2.26	1.18	1.20	3.67	3.69	1.34	3.54	3.03	3.10	1.13	7.22
2014	25.18	36.39	3.60	6.82	2.13	2.33	0.87	3.78	3.08	2.35	1.20	1.23	3.48	3.48	1.28	3.39	3.08	3.15	1.15	7.25
2015	26.66	39.44	3.68	6.73	1.64	1.69	0.56	3.29	3.52	2.70	1.34	1.23	3.79	3.81	1.37	3.46	2.44	2.48	0.91	6.13
2016	25.98	37.98	3.64	6.91	1.59	1.63	0.53	3.24	3.62	2.77	1.37	1.21	4.35	4.40	1.52	3.29	1.99	2.01	0.70	7.73
2017	24.08	34.89	3.55	6.57	1.69	1.74	0.59	3.30	3.50	2.27	1.34	0.91	4.86	4.92	1.64	3.12	2.68	2.72	1.00	5.89
2018	21.06	28.81	3.36	6.26	1.65	1.69	0.57	3.19	3.76	2.42	1.42	0.88	5.44	5.45	1.76	2.75	2.83	2.86	1.06	4.86
2019	23.54	33.26	3.51	6.40	1.63	1.68	0.55	3.32	3.54	2.46	1.35	1.01	5.63	5.75	1.80	2.98	2.66	2.54	1.00	2.77
2020	21.73	29.72	3.39	6.36	1.99	2.11	0.78	3.43	3.52	2.53	1.35	1.07	5.31	5.55	1.74	3.57	2.59	2.50	0.97	2.95
2021	21.39	29.65	3.39	6.19	2.11	2.25	0.85	3.25	3.26	2.09	1.26	0.89	5.49	5.75	1.78	3.64	3.22	3.13	1.20	2.92
2022	20.75	29.23	3.38	6.57	1.92	2.02	0.75	3.17	3.10	1.76	1.20	0.75	6.61	7.10	1.98	4.01	3.35	3.22	1.24	2.70
Ortalama	24.37	35.15	3.55	7.41	2.10	2.30	0.84	3.78	3.35	2.34	1.29	1.03	3.73	3.70	1.28	2.98	1.89	1.89	0.33	5.57

*BI (RCA)>1, VI1 (RTA), VI2 (lnRXA) ve VI3(lnRXA-lnRMA)>0 ise uluslararası rekabet üstünlüğü vardır.

**2004 yılı ithalat verisi "0" olduğu için hesaplanamamıştır.

Kaynak: FAO,2024 ve ITC Trade Map, 2024 verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

(2.98) ve Hollanda (1.03) takip etmektedir. İthalat oranı diğer ülkelere göre yüksek olan Hollanda'nın rekabet gücü zayıftır. Türkiye, 2003-2018 yılları arasında ABD'ye, 2003-2022 yılları arasında Hollanda'ya göre daha yüksek indeks değerine sahiptir. 2019-2022 yılları arasında tavuk eti ithalatı artan Türkiye'nin, rekabet gücünde azalma meydana gelmiştir. 2007-2018 yıllarını kapsayan çalışmada (Berk 2019), Brezilya'nın RC indeks ortalama değeri 7.28, Türkiye'nin 6.30, ABD'nin 3.67, Polonya'nın 3.08, Belçika'nın 1.05 ve Hollanda'nın 1.04 olarak hesaplanmıştır. Tavuk eti üretimine ilişkin diğer rekabet göstergeleri Çizelge 7'de verilmiştir. İthalat Sızma Oranı açısından Hollanda ortalama 134.53'lük değerle ithalat yoğunluğu ve dışa dönüklük derecesi oldukça yüksektir. İthalat yoğunluğu en düşük ülke Brezilya (0.03) olup; ABD (0.34), Türkiye (0.60) ve Polonya (3.04)'nin ithalat sızma oranı da düşüktür. Türkiye'nin ithalat sızma oranının 2019 yılından itibaren artmaya başladığı dolayısıyla tavuk etinde ithalata yönelmeye başladığı söylenebilir.

Dış Rekabete Açıklıkta ortalama değere göre Hollanda 0.92 ile ülkeler arasında dışa en açık olandır. Bununla birlikte, Brezilya 0.30, Polonya 0.31 ile orta düzeyde dışa açık; Türkiye 0.15 ve ABD 0.18 oranlarıyla düşük düzeyde dışa açık olduğu belirtilebilir. Dış rekabete açıklıkta ülkeler arasında Türkiye en düşük orana sahiptir.

Net İhracat Oranı ortalama değerinde Brezilya (99.87), ABD (97.05) ve Türkiye (96.30) ilk üçte yer almaktadır ve ticari performansları yüksektir. Polonya ortalama oranı 79.18 ile Hollanda'ya (45.54) göre ticari performansı daha iyi durumdadır. Hollanda ticari performansı karşılaştırılan ülkeler arasında en düşük olandır.

Uzmanlaşma Katsayısı ortalama değerleri incelendiğinde; Hollanda (3.44) ilk sıradadır, bunu sırasıyla Brezilya (1.43), Polonya (1.41), ABD (1.22) ve Türkiye (1.17) takip etmektedir. Türkiye, uzmanlaşma katsayısı açısından en düşük düzeye sahiptir. Tavuk eti üretiminde kendine yeterli bir ülke olan Türkiye'nin yıllar itibarıyla uzmanlaşma katsayısı artmıştır. Bu kapsamda, 2022 yılı verileri baz alındığında 1.33 katsayı değeriyle, ABD'nin (1.23) önüne geçerek dördüncü sıraya çıkmaktadır.

Sonuç olarak; tavuk eti, hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında kırmızı ete göre avantajları nedeniyle daha sürdürülebilir gıda arzının sağlanmasında stratejik besin kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de tavuk etine olan talep giderek artmaktadır. Türkiye, tavuk eti üretiminde son yıllarda gösterdiği performansla uluslararası ticarete önemli bir yere sahiptir. Ticarete diğer önemli ülkeler karşısında, Türkiye'nin tavuk eti sektörünün uluslararası rekabet gücü 2003-2022 yılları arasındaki dönemde, Balassa ve Vollrath İndeksleri ve diğer göstergeler yardımıyla analiz edilmiştir. Analizde kullanılan indeks ve göstergeler mutlak ve göreceli rekabet avantajlarını nedenine inmeden açıklamaktadır.

Elde edilen analiz sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Türkiye'nin tavuk eti üretiminde uluslararası rekabet avantajı olduğu ve genel olarak son yıllarda rekabet gücünün arttığı da tespit edilmiştir. Bununla birlikte, pazarda ilk sıralarda yer alan Brezilya, Polonya ve ABD'ye göre Türkiye'nin rekabet avantajı daha düşük düzeydedir. Ayrıca, Hollanda'nın yüksek ithalat oranı nedeniyle ithalat miktar/değerlerini içeren indeks ve göstergelerde (ithalat sızma oranı, net ihracat oranı, ihracat/ithalat oranı ve VI3 indeksinde) Türkiye'ye kıyasla daha dezavantajlı olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, tavuk eti üretiminde öne çıkan ülkelerle karşılaştırmalı üstünlüğü genel olarak değerlendirildiğinde; Brezilya, ABD ve Polonya'dan sonra dördüncü sıradadır. Tavuk eti üretiminde kendine yeterli olan Türkiye'nin ithalat oranı düşük olup; bu durum önemli bir rekabet avantajı yaratmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye'nin tavuk eti dış ticaretinde sürdürülebilir bir rekabet gücü elde etmesinin önündeki engellerin aşılması için ülke ekonomisinin genel durumundan kaynaklı yapısal sorunlarla (yüksek enflasyon, sermaye yetersizliği, yüksek enerji maliyetleri gibi) birlikte; pazar riski, yüksek yem maliyetleri, damızlık piliç geliştirme gibi teknik ve ekonomik sorunların da çözüme kavuşturulması gerektiği değerlendirilmektedir.

Çizelge 7. Tavuk eti ihracatında öne çıkan ülkelerin rekabet güçlerine ilişkin diğer göstergeler (2003-2022)

Table 7. Other indicators regarding the competitiveness of leading countries in chicken meat exports (2003-2022)

Ülke	Göstergeler	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.	
Brezilya	İthalat Sızma Oranı	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
	Dış Rekabete Açıklık	0.25	0.28	0.35	0.32	0.33	0.32	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30	0.29	0.30	0.30	0.29	0.28	0.29	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30
	Net İhracat Oranı	99.97	99.97	99.96	99.96	99.95	99.96	99.96	99.96	99.94	99.88	99.88	99.82	99.85	99.79	99.84	99.83	99.82	99.75	99.74	99.75	99.78	99.87
	İhracat/İthalat Oranı	7198.66	7529.57	5021.76	5536.86	3640.53	4729.22	4903.53	3095.49	1608.06	1666.84	1081.74	1368.75	962.94	1269.25	1193.13	1125.61	785.57	756.31	795.38	905.16	2758.72	2758.72
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.33	1.39	1.54	1.46	1.50	1.47	1.49	1.48	1.48	1.45	1.45	1.42	1.41	1.42	1.43	1.41	1.39	1.41	1.39	1.41	1.43	1.43
ABD	İthalat Sızma Oranı	0.09	0.12	0.14	0.21	0.28	0.35	0.37	0.37	0.36	0.38	0.40	0.38	0.39	0.39	0.36	0.39	0.36	0.43	0.45	0.51	0.51	0.34
	Dış Rekabete Açıklık	0.16	0.15	0.15	0.16	0.18	0.22	0.22	0.20	0.20	0.21	0.21	0.20	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.19	0.19	0.20	0.20	0.18
	Net İhracat Oranı	99.04	98.61	98.42	97.81	97.50	97.49	97.29	97.00	97.18	97.18	96.89	96.99	96.05	96.20	96.43	96.20	96.44	96.34	96.20	95.78	95.78	97.05
	İhracat/İthalat Oranı	207.80	143.06	125.79	90.45	79.05	78.63	72.79	65.70	70.01	69.85	63.41	65.34	49.59	51.63	54.95	51.67	55.24	53.63	51.69	46.36	46.36	77.33
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.19	1.17	1.18	1.18	1.22	1.27	1.27	1.24	1.25	1.26	1.25	1.24	1.19	1.19	1.20	1.20	1.19	1.23	1.23	1.23	1.23	1.22
Hollanda	İthalat Sızma Oranı	130.02	69.17	98.65	137.72	105.34	97.78	90.69	145.72	177.40	108.86	86.53	87.61	88.00	103.21	169.69	197.47	288.01	191.63	159.55	157.47	157.47	134.53
	Dış Rekabete Açıklık	0.97	0.95	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.94	0.86	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.90	0.82	0.54	0.84	0.86	0.85	0.85	0.92
	Net İhracat Oranı	46.12	39.55	39.43	45.86	49.94	25.25	40.54	48.05	47.41	45.81	47.35	48.29	55.26	58.40	53.42	52.63	53.74	52.58	33.61	27.53	27.53	45.54
	İhracat/İthalat Oranı	2.71	2.31	2.30	2.69	2.99	1.68	2.36	2.85	2.80	2.69	2.80	2.87	3.47	3.81	3.29	3.22	3.32	3.22	2.01	1.76	1.76	2.76
	Uzmanlaşma Katsayısı	3.23	1.91	2.28	3.33	3.10	1.66	2.24	3.70	4.20	2.84	2.56	2.64	3.17	3.90	4.89	5.39	7.69	5.25	2.62	2.20	2.20	3.44
Polonya	İthalat Sızma Oranı	1.39	6.90	5.89	5.63	4.24	2.77	2.04	2.03	1.70	1.93	1.75	1.56	1.61	2.17	4.03	4.04	4.44	2.01	2.29	2.47	2.47	3.04
	Dış Rekabete Açıklık	0.07	0.15	0.18	0.19	0.19	0.23	0.22	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.34	0.43	0.51	0.42	0.46	0.44	0.46	0.48	0.48	0.31
	Net İhracat Oranı	63.02	14.13	40.18	47.91	61.38	80.65	84.87	88.56	90.66	89.86	91.19	92.22	93.64	93.97	91.71	87.69	88.67	94.65	94.32	94.37	94.37	79.18
	İhracat/İthalat Oranı	4.41	1.33	2.34	2.84	4.18	9.34	12.22	16.49	20.40	18.72	21.71	24.71	30.46	32.16	23.14	15.24	16.66	36.40	34.23	34.55	34.55	18.08
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.05	1.02	1.08	1.10	1.13	1.23	1.23	1.31	1.33	1.34	1.36	1.37	1.48	1.68	1.89	1.57	1.69	1.71	1.76	1.83	1.83	1.41
Türkiye	İthalat Sızma Oranı	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.06	0.10	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.01	0.16	0.34	2.59	2.68	2.40	3.48	3.48	0.60
	Dış Rekabete Açıklık	0.03	0.03	0.05	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.15	0.17	0.20	0.21	0.18	0.17	0.19	0.21	0.24	0.26	0.28	0.30	0.30	0.15
	Net İhracat Oranı	99.49	100.00	99.36	99.89	99.77	98.39	98.02	99.36	99.54	99.74	99.80	99.84	99.47	99.95	98.65	97.45	83.24	84.32	87.06	82.64	82.64	96.30
	İhracat/İthalat Oranı	390.21	*	309.91	1790.67	876.41	123.26	99.97	310.30	434.41	780.77	1023.07	1252.66	377.07	3722.44	147.16	77.58	10.93	11.76	14.45	10.52	10.52	619.13
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.03	1.03	1.05	1.04	1.05	1.08	1.10	1.11	1.17	1.21	1.26	1.26	1.21	1.20	1.23	1.26	1.26	1.29	1.32	1.33	1.33	1.17

*2004 yılı ithalat verisi "0" olduğu için hesaplanamamıştır.

Kaynak: FAO, 2024 verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

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

- Aktas Cimen, Z., & Ertekin, C. (2023). Competitiveness of Türkiye's agricultural machinery and equipment sector. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 7 (3), 703-717. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2023.3.24>
- Akyüz, K.C. (2019). Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler indeksi kullanılarak kağıt ve kağıt ürünleri sanayi sektörünün rekabet gücünün belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 164-171. <https://doi.org/10.24011/barofd.525879>
- Balassa, B. (1965). Trade liberalisation and "revealed" comparative advantage. *The Manchester School*, 33 (2), 99-123. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x>
- Bashimov, G. (2020). İhracat performansının açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler yöntemi ile değerlendirilmesi: Orta Asya ülkeleri örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (20), 67-78.
- Batra, A., & Khan, Z. (2005). Revealed comparative advantage: An analysis for India and China. Working Paper, No. 168. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/176190/1/icrier-wp-168.pdf>
- Belicka, S., & Saleh, A.S. (2011). Comparative advantage analysis in selected trade deficit categories in Australia: 1990-2006. *Academy of Taiwan Business Management Review*, 7 (2), 113-141.
- Belova, A.V., Smutka, L., & Rosochatecká, E. (2012). World chicken meat market-Its development and current statu. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 60 (4), 15-30.
- Berk, A. (2019). Küresel etlik piliç ticaretinde Türkiye'nin rekabet gücü. 11. *Uluslararası Güncel Araştırmalarla Sosyal Bilimler Kongresi*, 28 Ekim-01 Kasım, Antalya, Türkiye, 75-84 s.
- BESD-BİR. (2024). Türkiye Kişi Başına Kanatlı Eti Tüketimi (kg). <https://besd-bir.org/assets/uploaded/Tr-kisi-basina-kanatli-eti-tuketimi3.pdf>
- Çınar, H., Demir, A., Top, B., & van Horne, P. (2007). Çalışma raporu: Türkiye kanatlı eti alt sektör analizi. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/Yayin%20Arşivi/2006-2011%20Yayin%20Arşivi/YayinNo165.pdf>
- Çukur, F., Demirbaş, N., & Gölge, E. (2017). International competitiveness of the Turkish olive oil sector. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31 (3), 162-168.
- Demir, İ. (2001). Türkiye beyaz eşya sanayiinin rekabet gücü ve geleceği. Uzmanlık Tezi, DPT 2571. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Turkiye-Beyaz-Esya-Sanayinin-Rekabet-Gucu-ve-Gelecegi-Ibrahim-Demir.pdf>
- DPT. (2007). Dokuzuncu kalkınma planı (2007-2013): Gıda sanayii özel ihtisas komisyonu raporu. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Dokuzuncu-Kalkinma-Plani-Gida-Sanayii-OIK.pdf>
- Donat, İ. (2017). Brezilyalı gıda devi BRF, Banvit'i neden satın aldı? <https://m.bloomberght.com/yorum/irfan-donat/1973149-brezilyali-gida-devi-brf-banviti-neden-satin-aldi>

- Elmadfa, I., & Meyer, A.L. (2017). Animal proteins as important contributors to a healthy human diet. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5 (1), 111-131.
- Erkan, B. (2012). Ülkelerin karşılaştırmalı ihracat performanslarının açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük katsayılarıyla belirlenmesi: Türkiye-Suriye örneği. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (15), 195-218.
- Erkekoğlu, H., Kılıçarslan, Z., & Gökmar, H. (2014). Kayseri ilinin mobilya sektörü rekabet gücü açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük endeksi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 44, 1-22. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.91468>
- FAO. (2024). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fertö, İ., & Hubbard, L.J. (2003). Revealed comparative advantage and competitiveness in Hungarian agri-food sectors. *The World Economy*, 26 (2), 247-259. <https://doi.org/10.1111/1467-9701.00520>
- French, S. (2017). Revealed comparative advantage: What is it good for? *Journal of International Economics*, 106, 83-103. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2017.02.002>
- Govindasamy, R., Bayramoğlu, Z., Aziz, S., & Soysal, U. (2023). Investigating the competitiveness of Pakistan agricultural products. *Eurasian Journal of Agricultural Economics*, 3 (2), 39-57.
- Gülaç, Z.N. (2023). Durum tahmin: Kümes hayvancılığı 2023. TEPGE Yayın No: 381. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlari/2023%20Durum-Tahmin%20Raporlari/Kumes%20Hayvanciligi%20Durum%20Tahmin%20Raporu%202023-381%20TEPGE.pdf>
- Güler, A. (2018). İthal tavuk piyasaya giriyor. <https://www.yeniduzen.com/ithal-tavuk-piyasaya-giriyor-108179h.htm>
- Hekimoğlu, B., & Altindeğer, M. (2019). Kanatlı eti sektör raporu sorunları ve çözüm önerileri. https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Tarimsal_strateji/kanatli_eti_sektor_raporu_sorunlari_ve_cozum_onerileri.pdf
- Hinloopen, J., & Van Marrewijk, C. (2001). On the empirical distribution of the Balassa index. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 137 (1), 1-35.
- ITC Trade Map. (2024). Trade statistics for international business development. <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Kalkınma Bakanlığı. (2018). Otomotiv sanayii çalışma grubu raporu. <https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/OtomotivSanayiiCalismaGrubuRaporu.pdf>
- Kantur, Ç., & Türkekul, B. (2021). Türkiye'nin pamuk ve pamuklu dokumada uluslararası rekabet gücü: Sabit pazar payı ve açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (4), 615-628. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.871428>
- Keskin, B., & Demirbaş, N. (2012). Türkiye'de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: Sorunlar ve öneriler. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 117-130.
- Kızılaslan, H., & Nalinci, S. (2013). Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkının kanatlı eti tüketim alışkanlıkları ve kanatlı eti tüketimini etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, 1-18.
- Leromain, E., & Orefice, G. (2013). New revealed comparative advantage index: Dataset and empirical distribution. CEPII Working Paper. http://www.cepii.fr/pdf_pub/wp/2013/wp2013-20.pdf
- OECD., & FAO. (2022). OECD-FAO Agricultural outlook 2022-2031. OECD Publishing, Paris. <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/f1b0b29c-en.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpublication%2Ff1b0b29c-en&mimeType=pdf>
- OECD., & FAO. (2023). OECD-FAO Agricultural outlook 2023-2032. OECD Publishing, Paris. <https://www.fao.org/3/cc6361en/cc6361en.pdf>
- OECD. (2024a). Import penetration. https://stats.oecd.org/oecdstat_metadata/ShowMetadata.ashx?Dataset=CSP6&Coords=%5BSUB%5D.%5BIMP_PENET%5D&Lang=en#:~:text=Import%20penetration%20ratios%20are%20defined,is%20satisfied%20by%20imports%20M

- OECD. (2024b). OECD-FAO Agricultural outlook 2023: Meat consumption. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm/>
- Porter, M.E. (1990). New global strategies for competitive advantage. *Planning Review*, 18 (3), 4-14. <https://doi.org/10.1108/eb054287>
- Porter, M.E. (2004). Building the microeconomic foundations of prosperity: Findings from the business competitiveness index. https://www.hbs.edu/ris/Publication%2520Files/BCI_Chapter_adf284c6-3d8b-483e-9f29-a5242e9c5999.pdf
- Sahinli, M.A., & Abdul-Kareem, M.M. (2018). Competitive analysis: Chicken meat sector in Brazil and Turkey. *Food Science and Nutrition Technology*, 3 (3), 1-9.
- Sarıca, D. (2023). Competitiveness and self-sufficiency of the Turkish broiler sector: A comparative analysis with selected countries. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 38 (2), 217-226.
- Sarıçoban, K. (2016). Ülkelerin ihracat rekabet güçlerinin belirlenmesi: Türkiye ve G-20 ülkelerinin karşılaştırmalı analizi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 433 s, Isparta.
- Sarıçoban, K., & Kösekahyaoglu, L. (2017). Ticaret sonrası verilerle rekabet gücünün ölçülmesinde kullanılan indeksler üzerine bir literatür taraması. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5 (47), 424-444. <https://doi.org/10.16992/ASOS.12439>
- Smil, V. (2002). Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, 30, 305-311. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(01\)00504-X](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(01)00504-X)
- TEPGE. (2019). Tarım ürünleri piyasaları: Tavuk eti. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tarim%20Urunleri%20Piyasaları/2019-Ocak%20Tarim%20Urunleri%20Raporu/2019-Ocak%20Tavuk%20Eti.pdf>
- Terin, M., & Yavuz, F. (2019). Türkiye kanatlı eti sektörünün uluslararası rekabetçiliğinin seçilmiş ülkelerle karşılaştırılmalı analizi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek Sayı 1), 188-194. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.553108>
- Ticaret Bakanlığı. (2023). Kanatlı eti ve ürünleri sektör raporu. <https://ticaret.gov.tr/data/5b8700a513b8761450e18d81/Kanatlı%20Eti.pdf>
- Tosun, D., & Demirbaş, N. (2008). Türkiye turuncgil sektörünün uluslararası rekabet gücünün analizi. *Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 8-11 Ekim, Antalya, Türkiye, 225-231 s.
- TÜİK. (2024). Dış ticaret istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=23¶m2=4&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5802>
- Uzundumlu, A.S., & Dilli, M. (2023). Estimating chicken meat productions of leader countries for 2019-2025 years. *Agribusiness*, 53 (2), Article e20210477. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210477>
- Viktória, V., & Zoltán, S. (2023). Analysis of consumer behaviour in the European poultry meat market. *Studies in Agribusiness and Commerce*, 17 (1), 1-11.
- Vollrath, T.L. (1991). A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127, 265-280.

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L.) yetiştiriciliği yapılan toprakların verimlilik durumunun belirlenmesi: Osmaniye örneği

Determination of nutritional status of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivated soils: Osmaniye case

Tuğba ŞİMŞEK¹, Nilgün KALKANCI¹, Gökhan BÜYÜK², Şerife MERCAN¹, Serkan KÖSETÜRKMEN¹

¹Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gaziantep, Türkiye.

²Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Adıyaman, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Received / Geliş: 08.07.2024 Accepted / Kabul: 07.09.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Yerfıstığı Bitki besin elementi Toprak analizi</p> <p>Keywords: Peanut Plant nutrient elements Soil analysis</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Gökhan BÜYÜK gbuyuk@adiyaman.edu.tr</p>	<p>Çalışmada; Osmaniye ilinde yoğun olarak yerfıstığı yetiştirilen Düziçi, Kadirli ve Toprakkale ilçelerinden yerfıstığı yetiştirilen alanlardan alınan toprak örneklerinde toprakların verimlilik durumları araştırılmıştır. Toprakların %38.9'u tınlı, %55.5'i killi, %5.6'sı killi tınlı, toprakların pH'sı %44.5'i nötr, %55.5'i hafif alkali, toprakların %33.3'ü fazla, %66.7'si çok fazla kireçli topraklar sınıfında yer almıştır. Toprakların %88.8'inin organik madde, %88.9'u alınabilir P bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Toprakların %22.2'sinde alınabilir K orta, %77.8'inde fazla olduğu, toprakların %83.3'ünde Ca'un fazla, olduğu belirlenmiştir. Toprakların %50'sinde alınabilir Mg'un az olduğu, B yönünden toprakların %22.1'inin az, toprakların alınabilir Cu içeriği %27.8'inde yetersiz, %72.2'sinde fazla sınıfında, alınabilir Zn içeriği %77.77'ünde az, alınabilir Mn içeriğinin çalışma alanında fazla sınıfında yer alırken toprakların Fe içeriğinin örneklerin tamamında yetersiz olduğu belirlenmiştir. Yerfıstığı yetiştirilen alanlarda yapılan değerlendirmeler sonucunda toprakta yetersiz görülen P, Mg, B, Zn, Cu, Fe ve Mn gübrelerinin uygulanması önerilmektedir. Fe ile pH, Mg ile P, Zn ile Fe, Mn ile Cu arasında 0.05 düzeyinde, Zn ile Cu, Cu ile Mg K ile P, K ile OM, OM ile EC, Fe ile pH arasında 0.05 düzeyinde önemli, Mg ile K arasında 0.01 düzeyinde önemli ilişkiler elde edilmiştir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In the study; The fertility status of the soil was investigated in soil samples taken from peanut-growing areas in Düziçi, Kadirli and Toprakkale districts of Osmaniye province, where peanuts are grown intensively. Soil textures are 38.9% loamy, 55.5% clayey, and 5.6% clayey-loam. Soil reactions are 44.5% neutral and 55.5% slightly alkaline. In terms of lime content, 33.3% of the soils are highly calcareous, and 66.7% are very highly calcareous. It was determined that 88.8% of the soils were insufficient in terms of organic matter and 88.9% in terms of available P. It was determined that 22.2% of the soils were medium in terms of available K, 77.8% of the soils were high in terms of available K, 83.3% of the soils were high in terms of available Ca. It was determined that available Mg content was low in 50% of the soils, B content was low in 22.1% of the soils, available Cu content was insufficient in 27.8% of the soils and excessive in 72.2% of the soils, available Zn content was low in 77.77% of the soils, available Mn content was excessive in the study area and Fe content of the soils was insufficient in all of the samples. As a result of the evaluations made in the areas where peanut is grown, it is recommended to apply P, Mg, B, Zn, Cu, Fe and Mn fertilizers which are found to be insufficient in the soil. Significant correlations were obtained between some physical and chemical properties of soils. Significant at 0.05 level between Fe and pH, Mg and P, Zn and Fe, Mn and Cu, significant at 0.05 level between Zn and Cu, Cu and Mg, K and P, K and OM, OM and EC, Fe and pH, 0.01 between Mg and K. Significant relationships have been obtained at the level.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Şimşek, T., Kalkancı, N., Büyük, G., Mercan, Ş., & Kösetürkmen, S. (2024). Yerfıstığı (<i>Arachis hypogaea</i> L.) yetiştiriciliği yapılan toprakların beslenme durumunun belirlenmesi: Osmaniye örneği. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 862-872. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1512410</p>

GİRİŞ

Türkiye’de, 1970 yılından beri yerfıstığı ekim alanları yaklaşık 6 kat ve üretilen toplam ürün miktarı ise 9 kat dolayında artmıştır. 2020 yılında yaklaşık 55,000 ha ekim alanında 216,000 ton kabuklu yerfıstığı üretimi yapılmıştır (Kadiroğlu, 2023). 2020 verilerine göre (FAOSTAT), dünyada en çok yerfıstığı üreten ülkeler kapsamında, dünya yerfıstığı üretiminin % 33.5’i Çin, %18.6’sı Hindistan, %8.4’ü Nijerya, %5.2’si ABD, %5.2’si Sudan, %3.4’ü Senegal, %3.1’i Myanmar, %2.4’ü Arjantin ve %2’si Gine’den sağlanmıştır. Türkiye ise dünya üretiminin %0.4’ünü sağlamıştır.

Türkiye fıstık üretiminin yaklaşık %80’i Çukurova bölgesinde gerçekleştirilmektedir. Osmaniye’nin yerfıstığı ekim alanı, Adana’dan sonra ikinci sırada yer almasına rağmen, Türkiye’de üretilen yer fıstığının yaklaşık %90’ı Osmaniye’de işlenerek satılmaktadır. 2020 yılı son verilerine göre Türkiye fıstık ekim alanlarının %49.3’ü Adana’da, %27.2’si Osmaniye’de, %11.6’sı Şırnak’ta, %2.7’si Antalya’da, %2.4’ü Hatay’da, %1.9’u Kahramanmaraş’ta, %1.8’i Aydın’da, Mersin’de %1.1, %1 ise Gaziantep’te bulunmaktadır (TÜİK, 2020).

Yerfıstığı yağlı bir tohum olmasına rağmen birçok kullanım alanı ve yan ürünü vardır. Bu nedenle sanayi için önemli bir hammaddedir. Baklagil ve yabancı ot bitkisi olması nedeniyle biyolojik ve fiziksel toprak iyileştiricisi olarak tarımda büyük öneme sahiptir. Dünya bitkisel yağ üretiminin %90’ının 13 çeşit yağlı tohumdan üretildiği ortamda yer fıstığı, soya fasulyesi ve kanoladan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Yer fıstığı tohumları %47-55 oranında yağ içerir. Bu yağ katı ve sıvı halde yemek pişirmede kullanılır. Yağ çıkarıldıktan sonra kalan posa iyi bir hayvan yemi olur. Yer fıstığı kabuklarından yapay plakalar yapılmakta ve kabuklar kuru ot yerine hammadde olarak da kullanılmaktadır (Geçit ve ark., 2011).

Yeterli ve kaliteli ürün elde etmek için toprağın yeterli bitki besin maddesine sahip olması gerekir. Toprakta yeterli bitki besin maddesi bulunmuyorsa, bir süre sonra besin eksikliğinden dolayı üretim azalacaktır (Anonim, 2007). Bu nedenle gübreleme yer fıstığı için en önemli kültürel uygulamalardan biridir. Çünkü gübreler verimliliği artırmak için kullanılan maddelerdir. Bu bağlamda bitkiler için önemli olan besin maddeleri makro ve mikro elementler olarak ikiye ayrılır. Bitkiler makro besin elementleri olan azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) kullandıklarından, bunlar toprakta çoğunlukla eksik olan bitki besin maddeleridir (Önceler, 2005). Yerfıstığının topraktan kaldırılan besin miktarı 1000 kg tane verimi başına 29.4 kg N, 2.9 kg P ve 4.9 kg K olduğu belirlenmiştir (Xie ve ark., 2020).

Yerfıstığı yetiştiriciliği yapılan bölgelerde toprak özellikleri ve gübreleme ile ilgili önceki bazı çalışmalarda; Kahramanmaraş ekolojik koşullarında farklı yerfıstığı çeşitlerinin fosforlu gübre ihtiyacını (Kasap ve ark., 1999), Şanlıurfa ilinde yapılan denemede yerfıstığının azotlu gübre ihtiyacını (Sürücü ve ark., 2013), yine Şanlıurfa ilinde yaptıkları denemede yerfıstığının sulama ve azotlu gübre ihtiyacını belirlemişlerdir (Boydak ve ark., 2021). Bu araştırmanın amacı, yerfıstığı topraklarının verimlilik durumlarını belirlemek üzere yapılabilecek bilimsel çalışmaların oldukça sınırlı olması nedeniyle Türkiye’nin en büyük yerfıstığı yetiştirilen alanı olan Osmaniye ilindeki yer fıstığı tarımı yapılan toprakların verimlilik durumlarını belirlemektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma alanı materyalini oluşturan topraklar Osmaniye ilinde yoğun olarak yerfıstığı yetiştiriciliği yapılan Düziçi, Kadiri ve Toprakkale ilçelerinde yerfıstığı üretimi yapılan 18 farklı noktada bulunan tarlalardan kasım ve aralık alınan toprak örneklerinin sayıları ile dağılımları Çizelge 1’de yer almaktadır. Osmaniye ilinde yerfıstığı ekim alanının %42.1’i Kadiri, %14.7’si Düziçi ve %1.1’i Toprakkale ilçesinde üretilmekte olup toprak örneklemeleri ekim alanı büyüklüğüne göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin dağılımı

Table 1. Distribution of soil samples taken from the study area

Lokasyon	Örnek Sayısı (adet)	Dağılımı (%)
Düziçi	5	27.7
Kadirli	12	66.7
Toprakkale	1	5.6

Çalışma alanının iklimi

Çalışma alanı, 30°-37°08' kuzey enlemi ile 36°13'36"-20° doğu boylamları arasındadır. Bu ilde ortalama sıcaklık 18,2 °C iken, ortalama en yüksek sıcaklık 42,8 °C'dir. Yağışlar kış ve sonbahar aylarında diğer aylara göre fazla olup, yıllık ortalama yağış miktarı 767,6 mm'dir (Yüce ve ark., 2019).

Toprak örneklerinin alınması ve yerlerin seçimi

Toprak örneği aynı zamanda bölgede 1. ve 2. ürün yerfıstığı hasadının bittiği dönemden sonra kasım-aralık aylarında 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri toplanmıştır. Örnek toplama işlemi GPS ile koordinatlı olarak yapılmıştır.

Alınan örneklerin laboratuvar analizlerine hazırlanması

Hava kurumaya bırakılan topraklar 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir (Carter, 1993).

Toprak analiz metotları

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen proje kapsamında alınan toprak örnekleri Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında analizleri yapılmıştır. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) ve pH içerikleri saturasyon çamurunda (Richards, 1954), kireç Scheiblerkalsimetresi ile (Allison & Moodie, 1965), toprak bünyesi hidrometre metoduyla (Bouyoucous, 1952), 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) ve organik madde miktarı Walkley-Black (Ülgen & Ateşalp, 1972) metoduna göre yapılmıştır.

Alınabilir kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K) analizleri, 1N amonyum asetat metoduna göre (Yurdakul, 2018), alınabilir demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) dietilentriaminpentaasetik (DTPA) metoduna göre (Lindsay & Norvell, 1978), toprakta alınabilir B miktarı Gupta (1967) ve Gestring & Soltanpour (1981) tarafından önerilen sıcak su ekstraksiyon yöntemine göre ICP-OES ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bünye: Düziçi'nde yerfıstığı yetiştirilen alanların toprakların bünyesi çoğunlukla kumlu tın (SL), killi (C) ve killi tın (CL), Kadirli ilçesinde toprakların çoğunlukla killi (C) ve Toprakkale ilçesinde ise killi tın bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Yerfıstığı yetiştirilen toprakların kumlu tın, tınlı kum ve kil bünyeli olduklarını belirlemişlerdir (Parlak ve ark., 2021). Yapılan farklı bir çalışmada, toprakların kum içeriğinin yer fıstığının erken büyüme döneminde sap ve yapraklarının büyümesine elverişli olduğunu, tınlı toprağın orta ve geç dönemde sap ve yaprakların büyümesine elverişli olduğunu ve kilin sap ve yaprak büyümesine elverişli olmadığını belirlemişlerdir (Zhao ve ark., 2015). Çalışma alanı topraklarının %38.9'u tınlı, %55.5'i killi, %5.6'sı killi tın olarak belirlenmiştir (Ülgen & Yurtsever, 1995).

pH: Çalışma alanı topraklarının pH içeriği Düziçi'nde en yüksek 8.0, en düşük 7.4 ve ortalama olarak 7.7, Kadirli'de en yüksek pH 7.9, en düşük 7.3 ortalama 7.5 ve Toprakkale'de ise 7.88 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Toprakların pH dağılımı incelendiğinde yerfıstığı yetiştirilen toprakların %44.5'i nötr, %55.5'i hafif alkali sınıfında yer almaktadır (Ülgen & Yurtsever, 1995). Yer fıstığı için önerilen pH aralığı 5,8-6,2'dir. Toprak pH'ı 6,2'den yüksekse, manganez

(Mn) veya bor (B) eksikliği, pH 5,8'den düşükse, çinko (Zn) toksisitesi sorunları olabileceği bildirilmiştir (Balota, 2014).

Elektriki iletkenlik (EC):Toprakların EC içeriği Düziçi'nde en yüksek 0.7 dSm⁻¹, en düşük 0.4 dSm⁻¹ ve ortalama 0.6 dSm⁻¹, Kadirli'de en yüksek 1.7 dSm⁻¹, en düşük 0.8 dSm⁻¹ ve ortalama 1.1 dSm⁻¹, Toprakkale'de ise 0.78 dSm⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprakların tuz içeriğinin tamamı tuzsuz sınıfında yer almıştır (Richards, 1954). Yerfıstığı yetiştirilen toprakların tuz içeriğinin yüksek olduğunda verim kaybının %50 oranında azalttığı bildirilmiştir (Shalhevet ve ark., 1969).

Kireç:Çalışma alanı topraklarında yapılan kireç analizinde Düziçi bölgesinde en yüksek %26.4, en düşük %21.4 ve ortalama %23.5, Kadirli bölgesinde en yüksek %49.6, en düşük %20.1 ve ortalama %41.5, Toprakkale bölgesinde toprakların kireç içeriği %12.34 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Yerfıstığı yetiştirilen toprakların %33.3'ü fazla, %66.7'si çok fazla kireçli topraklar sınıfında yer almıştır (Ülgen & Yurtsever, 1995). Topraklarda kireç içeriğinin yüksek olmasının özellikle mikroelementlerin alımı üzerine olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir (Kadifeci ve ark., 2024).

Organik madde:Çalışma alanında toprakların organik madde düzeyi Düziçi'nde en yüksek %2.9, en düşük %1.2 ve ortalama %1.8, Kadirli 'de en yüksek %4.7, en düşük %0.5 ve ortalama %2.3 ve Toprakkale'de ise %2.23 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprakların %5.6'sı çok az, %22.1'i az, %61.1' orta, %5.6'sı iyi, %5.6'sı yüksek organik madde içeren topraklar sınıfında yer almıştır (Anonim, 1988). Düşük organik madde içeren topraklar zayıf yapı, düşük besin seviyeleri ve sınırlı mikrobiyal aktivite ile karakterize edilir (Yao ve ark., 2021), bu da sonuç olarak ürünlerin büyümesini ve verimini engeller. Toprakların C/N oranlarının da toprak parametreleri üzerinde etkili olduğu (Dikici ve ark., 2017), toprak organik karbonunun H tamponlama, yapısal stabilite, besin tutma ve kullanılabilirliği ve biyolojik aktivite dahil olmak üzere çeşitli toprak özelliklerine olumlu katkısı nedeniyle toprak verimliliğinin ve ekosistem sürdürülebilirliğinin korunmasında büyük önem taşıdığı iyi bilinmektedir (Ramesh ve ark., 2019, Han ve ark., 2020).

Alınabilir P: Düziçi'nde yerfıstığı yetiştirilen toprakların alınabilir P içeriği en yüksek 34.3 mgkg⁻¹, en düşük 5.1 mgkg⁻¹, ortalama 11.2 mgkg⁻¹, Kadirli topraklarında en yüksek 26.1 mgkg⁻¹, en düşük 4.6 mgkg⁻¹, ortalama 14.2 mgkg⁻¹, Toprakkale'de ise 18 mgkg⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Olsen & Sommers (1982)'in bildirdikleri sınır değerlere göre çalışma alanı bahçelerinin %38.9'u alınabilir P bakımından yetersiz, %50'si orta ve %11.1'i yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yerfıstığında, topraktan hiç fosfor gelmediği farz edildiğinde, tamamı ekim öncesi olmak üzere dekara yaklaşık 10-12 kg fosfor (P₂O₅) uygulanması tavsiye edilir. Topraktaki P düzeyinin yeterli olması yerfıstığı bitkisinin ortalama boyu, her bir N ve P gübre seviyesinin ayrı ayrı uygulanmasından ve bunların kombinasyonlarından önemli ölçüde etkilendiğini bildirilmiştir (Tekulu ve ark., 2020).

Alınabilir K:Çalışma alanından alınan toprakların K içeriği Düziçi'nde içeriği en yüksek 363.1 mgkg⁻¹, en düşük 279.8 mgkg⁻¹, ortalama 332.3 mgkg⁻¹, Kadirli topraklarında en yüksek 776.5 mgkg⁻¹, en düşük 237.9 mgkg⁻¹, ortalama 466.2 mgkg⁻¹, Toprakkale'de ise 380.1 mgkg⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Kadirli Toprakların diğer alanlara göre daha yüksek kil içerdiğinde K içeriği de yüksek bulunmuştur. Benzer bir çalışmada killi ve killi tın tekstüre sahip toprakların K içeriğinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir (Sökmen ve ark., 2024). FAO, (1990)'nın bildirdikleri sınır değerlere göre toprakların %22.2'sinde alınabilir K orta, %77.8'inde, fazla olduğu görülmüştür. Potasyum, bitkilerin organelleri, hücreleri ve organları arasında kolayca yer değiştirir ve toprakta K eksikliği olduğunda K gövdeden tohumaya yer değiştirir ve K alımı ürünün K ihtiyacını aştığında saptan daha fazla K birikir (Rengel&Damon 2008; Ciampitti & Vyn 2012). Peng ve ark. (2013), yerfıstığında verim artışı olmamasına rağmen, yumruda K'un önemli ölçüde değişmediğini, ancak sap K'unun K gübreleme oranı ile arttığını bildirmiştir. Yerfıstığında, topraktan hiç potasyum gelmediği farz edildiğinde, tamamı ekim öncesi olmak üzere dekara 13 kg potasyum (K₂O) uygulanmalıdır. Toprak analizinde ise 200 ppm'den daha az potasyum (K) varsa noksanlığı görülebilir (Kaiser ve ark., 2023). Toprakta fazla potasyum bulunması kalsiyum alımını engellediği için gereğinden fazla potasyum uygulanmamalıdır (Kadiroğlu, 2023).

Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 2. Some physical and chemical analysis results of soils of the study area

Lokasyon	Kum	Kil	Silt	Bünye sınıfı	pH	EC	CaCO ₃	Organik madde
		%				dSm ⁻¹		%
Düziçi	74.1	15.5	10.4	SL	7.40	0.45	23.36	1.16
	60.1	17.5	22.4	SL	7.70	0.68	26.05	2.41
	64.1	17.5	18.4	SL	7.55	0.49	24.07	2.95
	34.6	46.0	19.5	C	7.97	0.71	21.44	1.34
	46.6	36.0	17.5	SC	7.80	0.64	22.56	1.23
En yüksek	74.1	46.0	22.4	-	7.97	0.7	26.4	2.9
En düşük	34.6	15.5	10.4	-	7.40	0.4	21.4	1.2
Ortalama	55.9	26.5	17.6	-	7.70	0.6	23.5	1.8
Kadirli	22.5	39.9	37.6	C	7.78	1.01	34.41	2.18
	33.9	43.7	22.4	C	7.86	1.69	46.42	2.08
	16.6	49.5	33.9	C	7.50	0.85	48.68	2.22
	34.6	43.5	21.9	C	7.61	0.93	41.17	2.00
	40.6	33.5	25.9	CL	7.65	0.83	48.39	2.07
	32.9	56.0	11.1	C	7.82	0.98	45.54	2.39
	25.7	46.6	27.7	C	7.46	1.23	49.57	0.53
	35.9	36.6	27.5	CL	7.48	1.45	40.82	2.27
	31.7	42.6	25.7	C	7.38	0.98	26.67	3.34
	29.7	44.6	25.7	C	7.30	0.94	48.48	4.73
	35.3	36.9	27.8	CL	7.26	1.72	47.87	2.23
	27.3	46.9	25.8	C	7.29	0.87	20.07	2.11
En yüksek	40.6	56.0	37.6	-	7.86	1.7	49.6	4.7
En düşük	16.6	33.5	11.1	-	7.26	0.8	20.1	0.5
Ortalama	30.6	43.4	26.1	-	7.50	1.1	41.5	2.3
Toprakkale	38.4	38.1	23.6	CL	7.88	0.78	12.34	2.13

Alınabilir Ca: Çalışma alanından alınan toprakların Ca içeriği Düziçi'nde içeriği en yüksek 6418 mgkg⁻¹, en düşük 2664.9 mgkg⁻¹, ortalama 1789.5 mgkg⁻¹, Kadirli topraklarında en yüksek 10383.5 mgkg⁻¹, en düşük 6667.4 mgkg⁻¹, ortalama 8173.8 mgkg⁻¹, Toprakkale'de ise 2590 mgkg⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Kadirli Toprakların diğer alanlara göre daha yüksek Ca içeriği bulunmuştur. Sumner ve Miller (1996)'nın bildirdikleri sınır değerlere göre toprakların %16.7'sinde alınabilir Ca yeterli, %77.7'inde fazla, %5.6'sında çok fazla olduğu belirlenmiştir. Yerfıstığı yetiştiriciliğinde topraktaki Ca miktarı önem taşımaktadır. Yapılan bir çalışmada yer fıstığı, Ca²⁺'un yaprağa uygulanması büyümeyi, kuru madde üretimini ve yaprak fotosentetik kapasitesini iyileştirdiğini ve yer fıstığının kökleri, sapları ve yapraklarında yaprak büyümesini ve kuru madde birikimini arttırdığını ve iyileşmeyi iyileştirdiğini gösterdiğini bildirmişlerdir (Song ve ark., 2020).

Alınabilir Mg: Çalışma alanından alınan toprakların Mg içeriği Düziçi'nde içeriği en yüksek 3290.9mgkg⁻¹, en düşük 939.8 mgkg⁻¹, ortalama 1789.5 mgkg⁻¹, Kadirli topraklarında en yüksek 1016.6 mgkg⁻¹, en düşük 109.6 mgkg⁻¹, ortalama 527.1 mgkg⁻¹, Toprakkale'de ise 177.25 mgkg⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Düziçi topraklarının diğer alanlara göre daha yüksek Mg içeriği bulunmuştur. FAO, 1990'ın bildirdikleri sınır değerlere göre toprakların %50'sinde alınabilir Mg az, %50'sinde yeterli olduğu belirlenmiştir. Magnezyum eksikliği olan alanlarda Mg gübresi kullanımı önerilmektedir (Mostashari ve ark., 2022).

Çizelge 3. Çalışma alanı toprakların bazı bitki besin elementi içerikleri

Table 3. Some plant nutrient contents of soils in the study area

Lokasyon	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
 mgkg ⁻¹								
Düziçi	5.50	279.8	2665	939.8	1.20	1.45	0.52	0.49	22.97
	5.20	363.1	6030	1930.9	1.53	1.36	0.47	1.05	34.20
	34.30	353.7	3376	1519.5	1.43	4.25	0.77	1.18	51.38
	6.00	360.1	6418	3290.9	0.98	0.35	0.94	0.48	21.00
	5.10	304.8	4529	1266.32	0.95	0.74	0.82	0.39	23.93
En yüksek	34.3	363.1	6418	3290.9	1.5	4.2	0.9	1.2	51.4
En düşük	5.1	279.8	2664.9	939.8	1.0	0.4	0.5	0.4	21.0
Ortalama	11.2	332.3	1789.5	1789.5	1.2	1.6	0.7	0.7	30.7
Kadirli	26.10	654.4	6667	1571.5	1.48	1.02	1.79	0.54	5.76
	9.60	576.8	7813	1194.3	1.26	0.40	1.54	0.49	9.40
	14.50	606.5	7933	1335.1	1.30	0.91	1.90	0.97	6.63
	5.80	567.7	9775	670.8	0.93	0.36	1.11	0.29	7.42
	17.80	776.5	7359	779.3	1.04	0.91	1.86	0.69	12.24
	4.60	451.9	6763	2016.1	0.52	0.44	1.79	0.28	5.97
	19.50	244.7	8394	1189.9	2.34	0.56	1.44	1.35	29.86
	15.10	356.0	7453	279.19	1.62	0.46	0.80	0.56	13.67
	11.60	237.9	7706	889.25	1.83	0.54	1.19	0.70	8.66
	17.90	347.6	8196	496.35	1.81	0.73	1.33	1.20	12.14
	22.00	281.1	10383	568.17	1.48	0.36	1.16	0.41	7.26
	5.90	493.7	9643	739.81	1.10	0.36	0.79	0.43	4.35
En yüksek	26.1	776.5	10383.5	2016.1	2.3	1.0	1.9	1.3	29.9
En düşük	4.6	237.9	6667.4	279.2	0.5	0.4	0.8	0.3	4.4
Ortalama	14.2	466.2	8173.8	977.5	1.4	0.6	1.4	0.7	10.3
Toprakkale	18.00	380.1	2590	754.84	1.43	0.90	1.02	0.71	18.42

Alınabilir B: Çalışma alanından alınan toprakların B içeriği Düziçi'nde içeriği en yüksek 1.5 mgkg⁻¹, en düşük 1.0 mgkg⁻¹, ortalama 1.2 mgkg⁻¹, Kadirli topraklarında en yüksek 2.3 mgkg⁻¹, en düşük 0.5 mgkg⁻¹, ortalama 1.4 mgkg⁻¹, Toprakkale'de ise 1.43 mgkg⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Wolf (1971)'in toprakta alınabilir B sınır değerlerine göre karşılaştırıldığında toprakların %22.1'i az, %77.9'u ise yeterli olduğu belirlenmiştir. Yer fıstığının doğru ve dengeli beslenmesi daha iyi verim alınmasına yol açmaktadır. Bor ile yaprak gübrelemesi yer fıstığının niceliksel ve niteliksel veriminin arttırdığını bildirmişlerdir (Ghazimahalleh ve ark., 2022).

Alınabilir Fe: Çalışma alanından alınan toprakların Fe içeriği Düziçi'nde içeriği en yüksek 4.2 mgkg⁻¹, 6 mgkg⁻¹, 0.4 mgkg⁻¹, Toprakkale'de 0.90 mgkg⁻¹ Kadirli de ise 1.0 mgkg⁻¹, 0.4 mgkg⁻¹ ve 0.6 mgkg⁻¹ ile sırasıyla en yüksek, en düşük ve ortalama değerler ölçülmüştür (Çizelge 3). Lindsay & Norvell (1978)'in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların alınabilir Fe içeriği belirtilen sınır değer olan 4.5 mgkg⁻¹'in altında olduğu belirlenmiştir. Fe⁺³'ün bitki beslenmesi için kullanılabilirliği, çok düşük çözünürlüğü nedeniyle oldukça sınırlıdır. Dünyadaki ekili alanların %30'undan fazlasını oluşturan kireçli topraklarda, toprak çözeltisi bitkilerin Fe ihtiyacının %10'undan fazlasını karşılayamamaktadır. Fe'in fotosentez, solunum, DNA sentezi ve N₂ fiksasyonu gibi bitki metabolizmasındaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreç için gerekli olduğu bilinmektedir (Krouma ve ark., 2006).

Alınabilir Cu: Çalışma alanından alınan toprakların Cu içeriği Düziçi'nde içeriği en yüksek 0.9 mgkg⁻¹, en düşük 0.5 mgkg⁻¹, ortalama 0.7 mgkg⁻¹, Kadirli topraklarında en yüksek 1.9 mg kg⁻¹, en düşük 0.8 mgkg⁻¹, ortalama 1.4 mgkg⁻¹,

Toprakkale’de ise 1.02 mgkg^{-1} olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Lindsay & Norvell (1978)’in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların alınabilir Cu içeriği %27.8’inde yetersiz, %72.2’si fazla sınıfında yer almıştır. Yerfistiği bor (B), çinko (Zn) ve demir (Fe) bakır (Cu), manganez (Mn), molibden (Mo) eksikliklerine karşı oldukça hassastır (Murata, 2003; Zuo & Zhang, 2011). Bitkiler az miktarda mikro elemente ihtiyaç duysa da büyüme ve gelişmede önemli rol oynarlar (Yenikalaycı & Arslan, 2023).

Alınabilir Zn: Çalışma alanından alınan toprakların Zn konsantrasyonu Düziçi’nde içeriği en yüksek 1.2 mgkg^{-1} , en düşük 0.4 mgkg^{-1} , ortalama 0.7 mgkg^{-1} , Kadirli topraklarında en yüksek 1.3 mgkg^{-1} , en düşük 0.3 mgkg^{-1} , ortalama 0.7 mgkg^{-1} , Toprakkale’de ise 0.71 mgkg^{-1} olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Lindsay & Norvell (1978)’in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların alınabilir Zn içeriği %44.4’ünde az, %33.3’ünde az, %22.3’ünde yeterli sınıfında yer almıştır. Yapılan bir çalışmada, Çinko, yer fıstığının büyümesi ve gelişmesinin yanı sıra klorofil üretimi, polen fonksiyonu ve çimlenmesi için gerekli olan en önemli besin maddelerinden birisi olduğu (Brown ve ark., 1993; Marschner, 1993; Fageria ve ark., 2002). Zn eksikliği olan topraklarda Zn uygulaması ile kök nodülasyonu, klorofil içeriği ve bakla veriminde artış sağladığı bildirilmiştir.

Alınabilir Mn: Çalışma alanından alınan toprakların Mn içeriği Düziçi’nde içeriği en yüksek 51.4 mgkg^{-1} , en düşük 21 mgkg^{-1} , ortalama 30.7 mgkg^{-1} , Kadirli topraklarında en yüksek 29.9 mgkg^{-1} , en düşük 4.4 mgkg^{-1} , ortalama 10.3 mgkg^{-1} , Toprakkale’de ise 18.42 mgkg^{-1} olarak ölçülmüştür (Çizelge 3). Lindsay & Norvell (1978)’in bildirdiği sınır değerlere göre toprakların alınabilir Mn içeriği %16.7’sinde fazla, %83.3’ünde çok fazla sınıfında yer almıştır. Mangan, yer fıstığının büyümesi ve gelişmesi için gerekli bir elementtir (Gascho & Davis, 1995). Üreticiler tarafından ve bitki gözlemlerinde toksisiteye rastlanmamıştır. Ama Mn toksisitesine bazı bitkilerin dayanıklı olabileceği bildirilmiştir (Zemunik ve ark., 2020).

Çizelge 4. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki lineer korelasyon katsayıları

Table 4. Linear correlation coefficients between some physical and chemical properties of soils

	Kum	Kil	Silt	pH	EC	CaCO ₃	OM	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn
Kum															
Kil	-0,896														
Silt	-0,678	0,282													
pH	0,029	0,096	-0,220												
EC	-0,507	0,420	0,399	-0,166											
CaCO ₃	-0,463	0,407	0,324	-0,250	0,612										
OM	-0,114	0,045	0,170	-0,322	0,032*	0,142									
P	-0,063	-0,205	0,476	-0,203	0,133	0,173	0,274								
K	-0,341	0,226	0,361	0,303	0,042	0,330	0,020*	0,054*							
Ca	-0,671	0,583	0,484	-0,420	0,647	0,637	0,153	-0,089	0,230						
Mg	0,072	0,063	-0,257	0,637	-0,339	-0,252	-0,275	-0,210	-0,005**	-0,245					
B	-0,139	-0,122	0,503	-0,462	0,274	0,154	0,161	0,492	-0,429	0,120	-0,323				
Fe	0,609	-0,677	-0,20	-0,029*	-0,50	-0,294	0,177	0,576	-0,089	-0,578	0,118	0,088			
Cu	-0,691	0,635	0,442	0,152	0,346	0,690	0,108	0,244	0,620	0,374	0,012	-0,060	-0,275		
Zn	0,044*	-0,226	0,279	-0,269	-0,172	0,149	0,266	0,509	-0,218	-0,118	-0,022	0,732	0,468	0,020*	
Mn	0,688	-0,686	-0,351	0,114	-0,475	-0,374	-0,149	0,307	-0,432	-0,601	0,290	0,258	0,772	-0,531	0,569

Sonuç olarak, bu çalışma neticesinde, bölge topraklarının”tuzsuz, çoğunlukla kireçli ve organik madde yönünden yetersiz olduğu belirlenmiştir. Yerfistiği yetiştirilen topraklarda alınabilir P ve Mg’un düşük olduğu belirlenmiştir. Toprakların alınabilir Zn, Cu, Mn, B ve Fe içeriğinin yerfistiği yetiştiriciliği için yetersiz olduğu belirlenmiştir. Yerfistiği

tarımı yapılan alanlarda ekim öncesi toprak analizi yapılarak gübreleme programlarının yapılması ve bu önerilerin bitki analizleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gaziantep, Kilis ve Osmaniye İlleri Tarım Topraklarının Bitki Besin Maddesi ve Potansiyel Toksik Element Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması projesinin (TAGEM/TSKAD/13/A13/PO7/01-10) sonuçlarının bir kısmını kapsamaktadır.

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

- Allison, L.E., & Moode, C.D. (1965). *Carbonate methods of soil analysis*. Part 2. (ed. Black C.A.). Agronomy Series. No. 9, ASA. pp 1379-1396, Wisconsin.
- Anonim (2007). <http://www.tarimkutuphanesi.com/Gubre> ve Gübreleme_00275. (Erişim tarihi 09.10.2023).
- Anonim (1988). Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Köy Hiz. Gen. Müd. Toprak ve Gübre Araş. Ens. Müd. Genel Yayın No: 151, *Teknik Yayınlar No: 59*.
- Black, W. (1934). A standard analytical laboratory techniques in the department of soil science. University of Nigeria, Nsukka.
- Balota, M. (2014). Peanut (*Arachishypogaea, L.*) Nutrition. Virginia Cooperative Extension. Virginia Tech. Virginia Sate University.
- Bouyoucous, G.J. (1952). A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43 (9), 434-438.
- Boydak, E., Şimşek, M., & Demirkıran, A.R. (2021). The effects of different irrigation levels and nitrogen rates on peanut yield and quality in Southeastern Anatolia Region of Turkey. *KSU Tarım ve Doğa Dergisi-KSU Journal of Agriculture and Nature*, 24, 306-312.
- Brown, P.H., Cakmak, I., & Zhang, Q. (1993). Forms and function of zinc in plants. In: Zinc in Soil and Plants, ed. A. D. Robson, pp. 93-106. Dordrecht, *the Netherlands: Kluwer Academic Publishers*.
- Carter, M.R. (1993). *Soil sampling and methods of analysis*. CRC Press.
- Ciampitti, I.A., & Vyn, T.J. (2012). Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies: A review. *Field Crops Research*, 133, 48-67.
- Dikici, H., Qader, R.K., & Demir, Ö.F. (2017). Karbon/azot oranının organik toprakların bazı özellikleri üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 66-70.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., & Clark, R.B., (2002). Micronutrients in crop production. *Advances in Agronomy*, 77, 189272.
- FAO (1990). Guidelines for soil description. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Gascho, G.J., & Davis, J.G. (1995). Soil fertility and plant nutrition. In H.E. Pattee and H.T. Stalker (eds.). *Advances in peanut science*. Still water: Am. Peanut Research and Education Society, pp. 383-418.
- Ghazimahalleh, B.G., Amerian, M.R., Kahneh, E., Rahimi, M., & Tabari, Z.T. (2022). Effect of biochar, mycorrhiza, and foliar application of boron on growth and yield of peanuts. *Gesunde Pflanzen*, 74 (4), 863-877.
- Geçit, H.H., Çiftçi, C.Y., Emeklier, C.Y., İkincikarakaya, S., Adak, M.S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., & Kendir, H. (2011). *Tarla Bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 1588, Ders Kitabı: 540. Ankara.
- Gestrinğ, W.D., & Soltanpour, P.N. (1981). Boron analysis in soil extracts and plant tissue by plasma emission spectroscopy. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 12 (8), 733-742.
- Gupta, U.C. (1967). A simplified method for determining hot-water soluble boron in podzol soils. *Soil Science*, 103 (6), 424-428.
- Han, L.F., Sun, K., Yang, Y., Xia, X.H., Li, F.B., Yang, Z.F., & Xing, B.S. (2020). Biochar's stability and effect on the content, composition and turnover of soil organic carbon. *Geoderma*, 364, 114184.
- Kadifeci, H., Dikici, H., & Demir, Ö.F. (2024). Effect of active lime on the availability of metal micronutrients. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11 (2), 347-356.
- Kadiroğlu, A. (2023). Yerfıstığı Yetiştiriciliği ders notları. Antalya İl tarım ve Orman Müdürlüğü. Antalya. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://antalya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yerf%C4%B1st%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%20Ders%20Notlar%C4%B1.pdf.
- Kaiser, D.E. (2023). Fertilizer guidelines for agronomic crops in Minnesota.
- Kasap, Y., Demirkıran, A.R., & Şerbetçi, A. (1999). Effect of different phosphorus fertilizer rates on yield, quality and agricultural characteristics of some groundnut cultivars grown in Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 23 (4), 777-784.
- 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.
- Krouma, A., Drevon, J.J., & Abdelly, C. (2006). Genotypic variation of N₂-fixing common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) in response to iron deficiency. *Journal of Plant Physiology*, 163 (11), 1094-1100. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.08.013>
- Lindsay, W.L., & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. *Soil Science Society of American Journal*, 42, 421-428.
- Marschner, H. (1993). Zinc uptake from soils. In: Zinc in Soils and Plants, ed. A.D. Robson, pp. 59-79. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mostashari, M.M., Khosravinejad, A., Mousavi, S.M., & Kashanizadeh, S. (2022). Nutritional status assessment of pistachio orchards in Qazvin plain, Iran. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 53 (1), 104-113.
- Murata, M.R. (2003). The impact of soil acidity amelioration on groundnut production and sandy soils of Zimbabwe. *University of Pretoria: Electronic These sand Dissertations*.
- Olsen, S.R., Cole, V., Watenabe, F.S., & Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USPA, Circular No: 939, Washington D.C.
- Olsen, S.R., & Sommers, L.E. (1982). Phosphorus. In A.L. Page et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 2. 2nd ed. Agronomy Monogr. 9. ASA and SSSA, 403-430 pp. Madison, WI.
- Önceler, H.İ. (2005). Ana ürün yerfıstığı yetiştiriciliğinde, farklı içerikli gübre uygulamalarının, verim ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 86 s.
- Parlak, M., Everest, T., & Tunçay, T. (2021). Pırasa ve yerfıstığı yetiştirilen toprakların verimlilik durumları ile ağır metal içerikleri: İzmir-Torbalı ve Çanakkale-Bayramiç ilçeleri örnek çalışmaları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36 (2), 200-211.

- Peng, Z.P., Wu, X.N., Yu, J.H., Huang, J.C., & Xu, P.Z. (2013). Effect of K fertilization rate on nutrient uptake, yield and quality of peanut. *Journal of Peanut Science*, 42, 27-31. (in Chinese)
- Ramesh, T., Bolan, N.S., Kirkham, M.B., Wijesekara, H., Kanchikerimath, M., Rao, C.S., Sandeep, S., Rinklebe J., Ok, Y.S., Choudhury, B.U., Wang, H.L., Tang, C.X., Wang, X.J., Song, Z.L., & Freeman, O.W. (2019). Chapterone – soil organic carbon dynamics: impact of land use changes and management practices: a review. *Advances in Agronomy*, 156, 1-107.
- Rengel, Z., & Damon, P.M. (2008). Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiology Plant*, 133, 624-636.
- Richards, L.A. (Ed.) (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils (No.60). *LWW*, 78 (2), 154.
- Shalhevet, J., Reiniger, P., & Shimshi, D. (1969). Peanut response to uniform and non-uniform soil salinity 1. *Agronomy Journal*, 61 (3), 384-387.
- Song, Q., Liu, Y., Pang, J., Yong, J.W.H., Chen, Y., Bai, C., & Lambers, H. (2020). Supplementary calcium restores peanut (*Arachishypogaea*) growth and photosynthetic capacity under lownocturnal temperature. *Frontiers in Plant Science*, 10, 491008.
- Sökmen, Ö., Özden, N., Göçmez, S., & Doyuran, N. (2024). Manisa İli Demirci ve Selendi İlçeleri tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi ve haritalanması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 517-532.
- Sumner, M.E., & Miller, W.P. (1996). *Cation exchange capacity and exchange coefficients*. Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods, 5, 1201-1229.
- Sürücü, A., Boydak, E., Demirkıran, A.R. & Yetim, S. (2013). The effect of irrigation and nitrogen on mineral composition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) leaves. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11 (3-4), 824-827.
- Tekulu, K., Taye, G., & Assefa, D. (2020). Effect of starter nitrogen and phosphorus fertilizer rates on yield and yield components, grain protein content of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and residual soil nitrogen content in a semiarid North Ethiopia. *Heliyon*, 6 (10).
- TÜİK (2020). İnternet Sitesi. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- 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.
- Ülgen, N., & Ateşalp, M. (1972). Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini. Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, (21).
- Wolf, B. (1971). The determination of boron in soil extracts. Plant materials. Composts. manures. Water and nutrient solutions. *Soil Science and Plant Analysis*, 2, 363-374.
- Xie, M., Wang, Z., Xu, X., Zheng, X., Liu, H., & Shi, P. (2020). Quantitative estimation of the nutrient uptake requirements of peanut. *Agronomy*, 10 (1), 119.
- Yao, T.X., Zhang, W.T., Gulaqa, A., Cui, Y.F., Zhou, Y.M., Weng, W., Wang, X., Liu, Q., & Jin, F. (2021). Effects of peanut shell biochar on soil nutrients, soil enzyme activity, and rice yield in heavily saline-sodic paddy field. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 655–664.
- Yenikalaycı, A., & Arslan, M. (2023). Yerfıstığında tohuma fungusit muamelesi ile mikroelement ve pix uygulamalarının verim ve verim bileşenleri üzerine etkileri. *Journal of theInstitute of Science&Technology/Fen Bilimleri Estitüsü Dergisi*, 13 (2).
- Yurdakul, I. (2018). Toprak, gübre, su, bitki, organik materyal ve mikrobiyoloji analiz metotları laboratuvar el kitabı, II. Baskı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Politikalar ve Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayın No: T-72, Ankara.

- Yüce, M.İ., Aksoy, H., Önöz, B., Çetin, M., Eriş, E., Eşit, M., & Kalaçi, V. (2019). İklim değişikliğinin yağışlar üzerine etkisi: Kahramanmaraş ve Osmaniye örneği. *10. Ulusal Hidroloji Kongresi* (<http://www.hidrolojix.mu.edu.tr/tr>), 09-12 Ekim 2019, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Sözlü Bildiri, Bildiriler Kitabı (Editör: Ceyhun Özçelik), Sayfa: 375-388.
- Zemunik, G., Winter, K., & Turner, B.L. (2020). Toxic effects of soil manganese on tropical trees. *Plant and Soil*, *453*, 343-354.
- Zhao, C.X., Jia, L.H., Wang, Y.F., Wang, M.L., & McGiffenJr, M.E. (2015). Effects of different soil texture on peanut growth and development. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *46* (18), 2249-2257.
- Zuo, Y., & Zhang, F.S. (2011). Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. *Plant Soil*, *39*, 83-95.

Gaziantep ili ölçeğinde kırmızı et tüketim tercihinin belirlenmesi

Determination of red meat consumption preference on the scale of Gaziantep province

Hatice YILMAZ TILKI¹ , Mahmut KESKİN² 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Antakya, Hatay, Türkiye.

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

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 29.06.2024 Accepted / Kabul: 07.09.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kırmızı et Tür tercihi Tüketim tercihi Keçi eti Tüketim alışkanlıkları</p> <p>Keywords: Red meat Species preference Consumption preference Goat meat Consumption habits</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Mahmut KESKİN mkeskin@mku.edu.tr</p>	<p>Bu çalışmada, Gaziantep ili ölçeğinde kırmızı et tüketim tercihinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Gaziantep ilinde merkez ilçe olan Şehitkamil ve Şahinbey ile İslahiye ve Yavuzeli ilçelerinde, 25 sorudan oluşan anket formları kullanılarak toplam 90 katılımcı ile yürütülmüştür. Anketler ile elde edilen veriler, SPSS paket programı ile frekans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre katılımcıların %52.2'si et tüketiminde kırmızı et, tavuk eti ya da balık etini ayırım yapmadan tüketebildiğini, %24.40'ı ise kırmızı et tercih ettiğini ifade etmişlerdir. Kırmızı et tüketiminde katılımcıların %46.7'sinin koyun etini, %3'ünün ise keçi etini tercih ettiği görülmüştür. Katılımcıların %71.1'i keçi etini denememelerine rağmen tercih etmediklerini ve bu duruma sebep olarak da alışkanlıklar, sindirim sorunu, tat ve koku ile ilgili değişik duyularının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Sindirim problemi, koku ve lezzetten dolayı tercih etmemenin ya önyargıdan ya da keçi kesimlerinde ileri yaştaki hayvanların tercih edilmesinden kaynaklandığı değerlendirilebilir. Ankete katılan tüketicilerin neredeyse tamamı (%98.9) tüketimde kaliteyi dikkate aldıklarını ifade etmişler ve kalite belirlemede başta satın alınan yerin güvenilirliği (%17.8) ile etin renk (%17.8), tazelik (%16.7), kokusu (%11.1) olmak üzere değişik faktörlere işaret etmişlerdir. Katılımcıların %41.2'si tarafından keçi denildiğinde ilk akla gelen şeyin sırası ile süt, peynir, dondurma ve kıl olduğunu ifade edilmiştir. Bu sonuç ile bölgede keçi etine karşı olumsuz bir önyargı olduğu değerlendirilebilir.</p>
	<p>ABSTRACT</p> <p>This study aimed to determine red meat consumption preference in Gaziantep province. The study was conducted with a total of 90 participants, using questionnaire forms consisting of 25 questions, in the central districts of Şehitkamil and Şahinbey, and İslahiye and Yavuzeli districts of Gaziantep province. The data obtained from the surveys were evaluated by using frequency analysis with the SPSS package program. According to the results, 52.2% of the participants stated that they could consume red meat, chicken or fish without discrimination and 24.4% preferred red meat. In red meat consumption, it was observed that 46.7% of the participants preferred sheep meat and 3% preferred goat meat. 71.1% of the participants stated that they did not prefer goat meat even though they had not tried it and that the reasons for this were their habits, digestive problems, and different sensations regarding taste and smell. It can be considered that the reason for not choosing goat meat due to digestive problems, smell and taste is either due to prejudice or the preference of older animals in goat slaughter. Almost all (98.9%) of the consumers who participated in the survey stated that they take quality into account in consumption and pointed out that various factors determine quality, especially the reliability of the place of purchase (17.8%), the color of the meat (17.8%), freshness (16.7%) and smell (11.1%). Also, 41.2% of the participants stated that when goat is mentioned, the first thing that comes to mind was milk, cheese, ice cream and hair, respectively. With this result, it can be evaluated that there is a negative prejudice against goat meat in the region.</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 kullanılmaz.</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>Cite/Atıf</p>	<p>Yılmaz Tilki, H., & Keskin, M. (2024). Gaziantep ili ölçeğinde kırmızı et tüketim tercihinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 873-884. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1507134</p>

GİRİŞ

Dengeli beslenmenin temelini oluşturan hayvansal proteinler toplumların gelişmişlik seviyesinin göstergelerinden birisidir. Dünya genelinde yeterli ve dengeli proteine ulaşılamaması her insan için olması gereken gıda güvencesini küresel boyutta tehlikeye düşürmektedir (Gürer & Ören, 2013). Gelişmiş ülkelerde “beslenme” ile “sağlıklı ve dengeli beslenme” arasındaki fark konusunda toplumun daha bilinçli olduğu görülmektedir. Bu ülkelerde insanların beslenme tercihlerinde hayvansal proteinin yanı sıra protein kaynağındaki yağ oranı ve kalite de dikkate alınan diğer hususlardır. Hayvansal protein kaynakları arasında yağ oranı ve kalori düşüklüğü bakımından akla ilk gelen kaynaklardan birisi keçi etidir (Arzık ve ark., 2023; Behrem ve ark., 2022; Tüfekçi, 2022; Gül ve ark., 2023). Protein içeriği bakımından koyun ve sığır karkasları ile benzer oranlara sahip olan keçi karkasında yağ oranının çok daha az olduğu bilinmektedir.

Türkiye’de kırmızı et ve süt bazlı hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında sığır ilk sırayı alırken bunu koyun ve keçi takip etmektedir. 2022 yılında yaklaşık olarak 21.5 milyon ton olan yıllık süt üretiminin %92.3’ü inek, %5.0’ı koyun, %2.5’i keçi ve %0.2’si manda sütü; 2.2 milyon ton olan kırmızı et üretiminin ise %71.8’i sığır, %22.3’ü koyun, %5.3’ü keçi ve %0.6’sı manda eti olarak kayıtlara geçmiştir (TUİK, 2023). Gerek süt ve gerekse et tüketiminde tür bazlı tercihler ve bunların sebepleri üzerine değişik çalışmalar yapılmıştır (Atay ve ark., 2004; Aygün ve ark., 2004; Karakuş ve ark., 2008; Yaylak ve ark., 2010). Ancak gastronomi kenti olan Gaziantep ilinde tüketicilerin kırmızı et tüketim tercihinin belirlenmesi üzerine bir çalışma bulunmamaktadır (Karakuş ve ark., 2008).

Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi Türkiye’de de toplumun bilinçlenmesine paralel olarak özellikle keçi sütüne olan talebin artması ve diğer çiftlik hayvanlarına göre yetiştiricilik masraflarının düşük olması, son zamanlarda keçi yetiştiriciliğine olan ilginin artmasına sebep olmaktadır (Yılmaz Tilki & Keskin, 2020). Süt üretimi için kullanılan keçilerin erkekleri ise et üretimi amacı ile değerlendirilmektedir. Ülkemizde keçi eti, keçi yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgelerde, genellikle düşük gelirli aileler tarafından tüketilmektedir. Yöresel alışkanlıklar ve damak zevki bu ürünün tercih edilmesinde önemli olan hususlardır (Koluman ve ark., 2015). Pazarlama stratejilerinin yetersizliği ve çoğu bölgede keçinin tanınmıyor olması, özellikle de keçi etine olan ön yargılar sektörü olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada hayvan varlığı bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ve yemek kültürü ile dikkat çeken Gaziantep ilinde sığır, koyun ve keçi eti tüketimlerine etkili faktörler ile demografik yapıya ve et tüketim sıklığı ile miktarına göre kırmızı et tüketim tercihlerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın materyalini Gaziantep İli merkez ilçeleri olan Şehitkâmil ve Şahinbey ilçeleri ile İslahiye ve Yavuzeli ilçelerindeki tüketiciler, kasap ve toplu tüketim işletmeleri (lokanta, restaurant vb.) ile yapılan anketler oluşturmuştur. Anketlerde toplam 90 farklı katılımcı ile, et tüketim tercihlerinin belirlenmesi amacıyla 25 soruyu içeren form kullanılarak anket yapılmıştır. Araştırmada anket yapılacak ilçeler nüfus ve yetiştiricilik yapılan hayvan türleri dikkate alınarak gayeli yöntem ile anket yapılacak kişiler ise tesadüfi olarak belirlenmiştir (Çiçek & Erkan, 1996). Anketler ile elde edilen veriler, SPSS paket programı (versiyon 23) ile frekans analizi yapılarak değerlendirilmiştir (SPSS, 2012). Analizlerde tanımlayıcı istatistikler ve frekanslar belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmanın yapıldığı Şehitkâmil ve Şahinbey merkez ilçeleri ile İslahiye ve Yavuzeli ilçelerinde ankete katılan tüketici, kasap ve toplu tüketim işletme sahiplerinin demografik özelliklerine ait oransal dağılımları Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Demografik yapıyı belirlemede kullanılan değişkenlere ait özellikler

Table 1. Characteristics of the variables used to determine the demographic structure

Değişken	Açıklama	n	%
Cinsiyet	Kadın	35	38.9
	Erkek	55	61.1
Yaş	18-30	17	18.9
	31-45	49	54.4
	46-65	23	25.6
	66 ve üstü	1	1.1
Medeni Durum	Evli	75	83.3
	Bekâr	15	16.7
Eğitim Durumu	İlkokul	23	25.6
	Lise	20	22.2
	Önlisans	2	2.2
	Lisans	38	42.2
	Lisans Üstü	7	7.8
Meslek	Memur	46	51.1
	Esnaf	35	38.9
	İşçi	5	5.6
	Çiftçi	2	2.2
	Cevap Yok	2	2.2
İlçeler	Şahinbey	29	32.2
	Şehitkâmil	31	34.4
	İslahiye	23	25.6
	Yavuzeli	7	7.8

Çizelge 1'den de görüldüğü anket katılanların %61.1'i erkek ve %38.9'u kadınlardan oluşmuştur. Çoğunluğu 15-45 yaş arasında olan ve %83'ü evli olan bu kişilerin arasında eğitim durumu bakımından %42.2 ile en yüksek pay lisans mezunlarının olmuştur. Gül ve ark. (2022) tarafından Aksaray ilinde koyun yetiştiricileri ile yapılan çalışmada ilkökul ve ortaokul mezunlarının oranı %87.8 olarak ve çok yüksek oranda bildirilmiştir. Bu çalışmada lisans mezunlarının daha yüksek çıkması anketin şehir merkezlerinde ve değişik meslek gruplarını kapsayan şekilde yapılmasının doğal bir sonucudur. TÜİK (2023) verilerine göre Gaziantep ilinde yaşayanların yaklaşık olarak %37'si bekâr %63'ü evli olarak bildirilmişken çalışmada bekâr olanların oranının daha az olması anket yapılan kişilerin çoğunluğunun 30 yaş üstü bireyler (%81.1) olmasından kaynaklanmış olabilir. Katılımcıların %51.1' i memur, %38.8'i esnaf, %5.5 işçi, %2.2 si çiftçilerden oluşmuştur. Esnaf olarak kasap ve toplu tüketim işletmeleri (kebabçı, lokanta vb) tercih edilmiştir.

Çizelge 2. Et tüketim tercihlerinde kullanılan değişkenler

Table 2. Variables used in meat consumption preferences

Değişken	Açıklama	n	%	Değişken	Açıklama	n	%
Et Tüketim Tercihi	Kırmızı Et	22	24.5	Tercih Etkileyen Faktör	Alışkanlık	10	11.1
	Tavuk Eti	3	3.3		Görüntü	1	1.1
	Balık Eti	2	2.2		Cinsiyet	1	1.1
	Hepsi	47	52.3		Fiyat	10	11.1
	Kırmızı-Tavuk Eti	10	11.1		Taze	6	6.7
	Kırmızı-Balık Eti	4	4.4		Temiz	1	1.1
	Tavuk Eti-Balık Eti	1	1.1		Yem Seçim	2	2.2
	Tüketim Yok	1	1.1		Protein	6	6.7
			Koku		2	2.2	
			Kültür		1	1.1	
			Güvenilirlik		2	2.2	
			Aroma		35	38.9	
			Yağ Oranı		1	1.1	
			Sağlık		9	10.1	
			Cevap Yok	3	3.3		

Çizelge 2'den görüldüğü gibi ankete katılan tüketicilerin %52.2'si et tüketiminde kırmızı et, tavuk eti ya da balık etini ayırım yapmadan tüketebildiğini ifade etmişlerdir. Ancak sadece kırmızı et tüketimini tercih edenlerin oranı tavuk ve balık etine göre daha yüksek olmuştur. Balık etinin tüketim tercihinin az olması Gaziantep ilinin deniz kenarı olmamasından ve mutfak kültüründe balık etinin çok fazla yer almamasından kaynaklanmış olabilir. Şanlıur ve ark. (2009) tarafından da ifade edildiği gibi beslenme alışkanlıklarının oluşmasında kişisel yeme seçimleri, ailenin yeme biçimi, anne ve babanın yeme seçimi, medya ve toplum normları ile inançlar etkili olabilmektedir. Bu alışkanlıkların oluşmasında şüphesiz ki et kaynağına ulaşabilmenin önemli etkisi vardır. Atay ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada incelenen ailelerin öncelikli et tercihlerinin %46.3 ile tavuk eti olduğu belirlenmiştir. Bunu %33.1 ile kırmızı et ve %14.9 ile balık eti takip etmektedir. Van ili Merkez ilçede yapılan bir çalışmada ise öncelikli tercihin %38.3 kırmızı et olduğu ortaya koyulmuştur (Aygün ve ark., 2004). Bu çalışmalar arasındaki farklılıklar bölgeler arasında et tüketim tercihi olabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Gaziantep ilinde yapılan başka bir çalışmada katılımcıların, %50.6'sının kırmızı eti, %17.1'nin tavuk etini ve %9.5'inin balık etini, %15.5'nin hepsini severek tükettikleri, %1.7'sinin ise et tüketmedikleri anlaşılmaktadır (Karakuş ve ark., 2008). Et tüketim tercih sonuçlarına bakıldığında Karakuş ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmaya göre bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Bunun sebebinin katılımcıların eğitim düzeyleri ve meslek dağılımları olarak değerlendirilmiştir. Şöyle ki, Karakuş ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada katılımcıların, öğrenim durumları incelendiğinde %3.7 okur-yazar olmayan, %5.6 okur-yazar, %30.8 ilköğretim, %34.3 lise, %14.5 üniversite ve %2.1 lisansüstü olarak; meslek dağılımları incelendiğinde ise serbest çalışanlar %21.3, memur %12.0, işçi %27.1, esnaf %13.4, öğrenci %6.8 ve geriye kalan kısmı diğer meslek gruplarından oluştuğu bildirilmiştir. Ancak mevcut çalışmamızda öğrenim durumu; ilkököl %25.6, lise %22.2, önlisans %2.2, lisans %42.2 ve lisansüstü %7.8 olarak; meslek dağılımı ise %51.1 memur, %38.8 esnaf, %5.5 işçi, %2.2 çiftçi olarak tespit edilmiştir. Bu tespitler iki anket arasındaki farklılıklarda etkili olmuş olabilir. Ayrıca Çizelge 2'de yer alan et tüketim tercihinde etkili olan faktörler incelendiğinde, Gaziantep ili için de alışkanlıklar ve bu alışkanlıkların oluşmasında etkili olan tat, aroma ve lezzetin önemli etkisi olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Kırmızı et tüketim tercihlerinde kullanılan değişkenler

Table 3. Variables used in red meat consumption preferences

Değişken	Açıklama	n	%	Değişken	Açıklama	n	%
Kırmızı Et Tür Tercihi	Koyun	42	46.7	Tercihle Etkili Olan Faktör (Kırmızı Et Tüketim)	Alışkanlık	16	17.8
	Keçi	3	3.3		Fiyat	1	1.1
	Siğir	8	8.9		Temiz-Hijyen	1	1.1
	Hepsi	20	22.2		Yem Seçim	2	2.2
	Koyun-Keçi	5	5.6		Koku	4	4.4
	Koyun-Siğir	9	10.0		Kalite	2	2.2
	Keçi-Siğir	2	2.2		Ulaşılabilirlik	1	1.1
	Tüketim Yok	1	1.1		Güvenilirlik	1	1.1
					Renk	41	45.6
					Aroma	3	3.3
			Yumuşaklık	9	10.0		
			Yağ Oranı	1	1.1		
			Sağlık	1	1.1		
			Cevap Yok	7	7.8		

Çizelge 2 ve Çizelge 3' den görüleceği gibi tüketim tercihleri damak tatlarına göre şekillenmektedir. Lezzet en belirgin tercih sebebi olarak ortaya çıkmaktadır. Et tüketiminde en fazla kırmızı et tercih edilirken bu kategoride koyun etinin %46.7 ile ilk sırada geldiği görülmektedir (Çizelge 3). Koyun etinin daha fazla tercih edilmesi de tüketicilerin alışkanlığı ile ilişkilidir. Bununla birlikte et renginin en önemli tercih sebebi oluşu, tüketicilerin et tercihinde önce göze sonra damağa hitap etme anlayışı ile hareket ettiklerini göstermektedir. Gaziantep ilinde keçi yetiştiriciliği bakımından öne çıkan ilçeler Şehitkâmil (54 bin baş), İslahiye (45 bin baş), Araban (36 bin baş), Şahinbey (30 bin baş) ve Nurdağı (27 bin baş) ilçeleridir (TÜİK, 2023). Keçi sayısının ildeki toplam küçükbaş hayvan sayısına oranı %27.8 olmasına rağmen keçi etinin tüketimdeki tercih edilirliliği %3 olarak belirlenmiştir. Yetiştiriciler keçinin özellikle coğrafi işaretli ürün olan 'Antep Peyniri' üretiminde kullanılan keçi sütü sebebiyle ağırlıklı olarak yetiştirdiklerini ve yaşlı keçileri kasaplık olarak kullandıklarını ifade etmektedirler. Koyun etinin daha fazla tercih edilmesi ya da keçi etinin en az oranda tercih edilmesi insanların tüketim alışkanlıkları ile de ilgilidir (Şanlıer ve ark., 2009). Ayrıca keçi eti tüketiminin keçi yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçelerde daha yüksek olduğu da belirlenmiştir.

Et tüketim tercihinin belirlenmesinde kalite önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir. Tüketiciler ekonomik anlamda alım güçleri ölçüsünde kaliteye önem vermektedirler. Ankete katılan tüketicilere de et satın alırken kaliteye önem verme durumları ve et kalitesini nasıl belirledikleri sorulmuş, bu kapsamda vermiş oldukları cevaplar değerlendirilerek Çizelge 4' de sunulmuştur. Bu çizelgeden de görüldüğü gibi ankete katılan tüketicilerin neredeyse tamamı (%98.9) tüketimde kaliteyi dikkate aldıklarını ifade etmişlerdir. Tüketiciler, kalite belirlemede özellikle satın alınan yerin güvenilirliğini (%17.8), etin rengini (%17.8), tazeliğini (%16.7) ve kokusunu (%11.1) dikkate aldıklarını ifade etmişlerdir. Bunlardan başka etin görüntüsü, hayvanın cinsiyeti, etin aroması ve yağ oranı gibi unsurlar da tüketiciler tarafından et kalitesini belirlemede dikkate alınan diğer hususlar olarak dikkat çekmektedir. Yapılan birçok çalışmada bu özelliklerin, geleneksel olarak et kalitesini belirlemede kriter olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Söbeli & Kayaardı, 2014; Şireli, 2018; Tüfekçi, 2022).

Çizelge 4. Etin kalitesini belirlemede kullanılan değişkenler

Table 4. Variables used to determine the meat quality

Değişken	Açıklama	N	%
Et Kalitesi Önemli mi?	Evet	89	98.9
	Hayır	1	1.1
Kaliteyi Nasıl Belirleriz?	Görüntü	4	4.4
	Cinsiyet	2	2.2
	Fiyat	2	2.2
	Tazelik	15	16.7
	İnat	1	1.1
	Koku	10	11.1
	Kalite	1	1.1
	Güvenilirlik	16	17.8
	Renk	16	17.8
	Et	1	1.1
	Aroma	3	3.3
	Yumuşaklık	2	2.2
	Yağ Oranı	3	3.3
	Sertlik	1	1.1
Cevap Yok	13	14.4	

Ankete katılan tüketicilerin keçi eti özelinde tüketim durumları ve bu konudaki değerlendirmeleri Çizelge 5’de verilmiştir. Katılımcıların %71.1’i keçi etini denememelerine rağmen tercih etmediklerini ve bu duruma sebep olarak da alışkanlıklar, sindirim sorunu, tat ve koku ile ilgili değişik duyumlarının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Sindirim problemi, koku ve lezzetten dolayı tercih etmemenin ya önyargıdan ya da keçi kesimlerinde ileri yaştaki hayvanların tercih edilmesinden kaynaklandığı değerlendirilebilir (Çizelge 5). Normal şartlarda tavsiye edilen, kesimlerin ilk 3-6 ay içinde gerçekleşmesidir. Erkek oğlaklar 6 aylık yaşta cinsel olgunluğa ulaşmaktadır ve genellikle 9 aylık dönemde boynuzların yanında bulunan koku bezleri tam aktif hale geçmektedir. Gonadotropik hormonlar, tekelerde testislerin büyüme ve gelişmesini, eşeyssel davranışları, spermatogenesis ve ikincil eşey özellikleri oluşturan androgenleri üretirler (Öziş & Kaymakçı, 2003). Bu hormonal değişimler keçi eti üzerinde koku anlamında olumsuz etkiye sebep olabilmektedir. Bu nedenle erkek bireylerin ya 9 aylıktan önce ya da kastre edildikten sonra kesimi yapılarak pazarlanması önerilmektedir. Kastrasyonla hormonal etki sıfırlanarak etteki muhtemel teke kokusu engellenebilmektedir (Koluman ve ark., 2015). Ayrıca, tüketiciler et alırken kalite konusundaki endişelerini gidermek için güvenilir işletmeden alışveriş yaptıklarını ve üründe renk, koku ve tazeliği ön planda tuttıklarını bildirmişlerdir. Keçi yetiştiriciliği ve dolayısı ile keçi eti üretiminde bölgesellik de söz konusudur. Keçi genellikle dağlık engebeli alanlarda yetiştirilen bir hayvan türüdür. Bunda yetiştiricilik alışkanlıkları ile bu tip alanlarda koyun ve sığır gibi hayvanların yetiştirilmesinde yaşanan sorunlarda etkili olmaktadır. Yapılan çalışmada da özellikle merkez ilçelerde tüketicilerin alışkanlıklarının gelişmesinde yaşam alanlarında keçi yetiştiriciliğinin yaygın olmamasının da etkili olduğu düşünülebilir. Bazı tüketiciler ise keçi eti tüketmek isteseler de keçi etine ulaşabilmede zorluk yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Yani tüketimde önyargılar, alışkanlıklar ile birlikte söz konusu ürüne ulaşılabilirliğin de etkisi olduğu söylenilebilir.

Çizelge 5. Keçi eti tüketimini belirlemede kullanılan değişkenler

Table 5. Variables used to determine goat meat consumption

Değişken	Açıklama	n	%
Keçi Eti Tüketim	Evet	64	71.1
	Hayır	25	27.8
	Tüketim Yok	1	1.1
Sağlık Problemi	Evet	7	9.3
	Hayır	68	90.7
Keçi Eti Tercihi	Alışkanlık	10	11.1
	Koku	9	10.0
	Aroma	5	5.6
	Yumuşaklık	1	1.1
	Yağ Oranı	2	2.2
	Sertlik	1	1.1
	Lezzetsiz	2	2.2
Keçi Eti Tercih Etmeme	Alışkanlık	2	2.2
	Görüntü	4	4.4
	Koku	22	24.4
	Renk	2	2.2
	Aroma	16	17.8
	Yumuşaklık	2	2.2
	Yağ Oranı	2	2.2
	Sertlik	5	5.6
	Lezzetsiz	3	3.3
	Sağlık	1	1.1
Keçi Eti Temini	Evet	23	25.6
	Hayır	37	41.1
	Cevap Yok	30	33.3

Katılımcıların önyargılarını ve düşüncelerini anlamak amacıyla 'keçi' denildiği zaman akıllarına gelen ilk düşüncenin ne olduğu sorusu yöneltilmiştir (Çizelge 6). Bu soruya katılımcıların %41.2'si süt, peynir, dondurma ve kıl cevabını vermişlerdir. Bu soru üzerinden değerlendirildiğinde bölgede keçi süt hayvanı olarak kabul edilmektedir. Keçi sütü ve süt ürünlerine karşı yaygın bir olumsuz düşünce olmadığı görülmektedir. Keçi etinin alışkanlıktan yada önyargılardan dolayı tercih edilmemesine karşın keçi sütü ile ilgili genel bir olumsuzluğun yaşanmaması keçi süt ürünlerinin insanlar tarafından ulaşılabilir olmasının bir sonucudur. Dolayısı ile Gaziantep bölgesi tüketicilerinin keçiye karşı çok kapalı olmadığı değerlendirilebilir. Diğer bir bakış açısı ile gastronomi anlamında dünyaca ünlü bir mutfağa sahip olan Gaziantep ilinde keçi sütü ve süt ürünleri konusundaki tercih edilebilirlik, keçi etinin tanıtımı doğru bir şekilde yapılabilirse tüketiminin yaygınlaştırılabileceğinin göstergesi olarak kabul edilebilir ve yetiştiriciliğin sürdürülebilirliğine katkı sağlanabilir. Zira keçi eti sadece bu yörede değil, tüm ülkede yeteri kadar tanınmamaktadır. Oysaki dünyada son yıllarda oransal olarak üretimi en fazla artan ruminant hayvan türü keçidir, dolayısı ile üretimi en fazla artan kırmızı et çeşidi de keçi etidir (Akşit ve ark., 2023). Mevcut çalışmada Gaziantep ilinde genel olarak koyun eti tüketildiği görülmektedir. Koyun olarak da çoğu yörede yetiştiriciliği yapılan ve yöresel olarak 'Antep Halliği' denilen, İvesi ırk koyunun eti özellikle tercih edilmektedir.

Çizelge 6. Katılımcıların keçi ile ilgili ilk düşüncelerini belirlemede kullanılan değişkenler

Table 6. Variables used to determine participants' first thoughts about goats

Değişken	Açıklama	n	%
Keçi	Hareketli-Yaramaz	9	10.0
	İnat	8	8.9
	Temiz-Hijyen	1	1.1
	Yem Seçimi	4	4.4
	Süt	14	15.6
	Peynir	17	18.9
	Olumsuz Özellikler	4	4.4
	Dondurma	1	1.1
	Kıl	5	5.6
	Dağ-Yayla	6	6.7
	Kilis	1	1.1
	Antalya-Muğla yöresi	1	1.1
	Et	1	1.1
	Yabani	1	1.1
	Sakatat	1	1.1
	Hayvan	1	1.1
	Yağ Oranı	2	2.2
	Sertlik	3	3.3
	Lezzetsiz	1	1.1
	Sağlık	1	1.1

Çizelge 7’de kasapların ve lokantaların günlük et satış durumu değerlendirilmiştir. Kasapların günlük et satışlarının %77.1’ i kırmızı et, %22.9’ u ise tavuk eti olarak tespit edilmiştir. Kırmızı etin oransal payının yüksek olması hem Gaziantep’in tüketici tercihi ile hem de kasap ve toplu tüketim işletmelerine tedarik sağlayan işletmelerin etkisi ile ilişkilendirilmiştir. Ankete katılan lokanta, kebabçı gibi mekanlarda satışı gerçekleştirilen yemeklerin %49.5’inin kırmızı et, %50.5’inin ise tavuk eti ile üretildiği belirlenmiştir. Kebabçı ve restoranlarda tavuk etinin az da olsa kırmızı et geçmesinin, özellikle merkez ilçelerdeki memur ve öğrenci yoğunluğu sebebi ile ürün fiyatlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Tavuk eti fiyatının düşük olmasına rağmen kırmızı etin karşısında açık ara bir farklılık oluşturmamıştır. Bu durumun, Gaziantep iline gastronomi turizmi sebebiyle gelen turistlerden kaynaklanmaktadır. Gaziantep’de 862’si lokanta ve restaurant olmak üzere toplam 1673 adet toplu tüketim işletmesi bulunmaktadır. Gastronomi turizmi için gelen insanlar bu işletmelerde daha çok kırmızı et ile üretilen yemekleri tüketmektedirler. Zira turizm amacı ile gelen ve yöresel lezzetleri tatmak isteyen kişiler kırmızı et tercih etmektedirler. Bu iki durum birlikte değerlendirildiğinde kırmızı et ve tavuk eti tüketiminin nerede ise aynı oranda olması söz konusu olmuştur. Atay ve ark. (2004) tarafından Aydın ili Çine ilçesinde yapılan çalışmada incelenen ailelerin öncelikli et tercihlerinin %46.3 ile tavuk eti olduğu belirlenmiştir. Bunu %33.1 ile kırmızı et ve %14.9 ile balık eti takip etmektedir. Van ili Merkez ilçede yapılan bir çalışmada ise öncelikli tercihin %38.3 kırmızı et olduğu ortaya koyulmuştur (Aygün ve ark.,2004). Diğer taraftan Karakuş ve ark. (2008) Gaziantep’te yaptıkları çalışmada, ankete katılanların sırasıyla, %50.6’sının kırmızı etini, %17.1’inin tavuk etini ve %9.5’inin balık etini, %15.5’inin hepsini severek tükettiklerini, %1.7’si ise et tüketmediklerini ifade etmişlerdir.

Çizelge 7. Ankete katılan kasapların ve lokantaların günlük et satış miktarları (kg/gün)

Table 7. Daily meat sale amounts at the butchers and restaurants participating in the survey (kg/day)

Değişken	İşletme (İlçe)	Kırmızı Et	Tavuk Eti	
Kasap	A işletmesi (Şahinbey)	500	550	
	B işletmesi (Şahinbey)	20	45	
	C işletmesi (Şahinbey)	40	20	
	D işletmesi (Şahinbey)	50	40	
	E işletmesi (Şahinbey)	70		
	F işletmesi (Şahinbey)	100		
	G işletmesi (Şahinbey)	50		
	H işletmesi (Şahinbey)	5		
	I işletmesi (Şahinbey)	10		
	A işletmesi (Şehitkâmil)	300		
	B işletmesi (Şehitkâmil)	50		
	C işletmesi (Şehitkâmil)	500		
	D işletmesi (Şehitkâmil)	400		
	E işletmesi (Şehitkâmil)	50		
	F işletmesi (Şehitkâmil)	60		
	Toplam	2860	15	2205
	%	100.0	100.0	77.1
	Toplu Tüketim İşletmeleri (Restaurant, Kebapçı)	A işletmesi (Şahinbey)	10	50
B işletmesi (Şahinbey)		80	60	
C işletmesi (Şahinbey)		200	200	
D işletmesi (Şahinbey)		50	100	
Şehitkâmil		140	64	
Yavuzeli		5	20	
Toplam		979	6	485
%	100.0	100.0	49.5	

Et tüketimi ile kişilerin gelir seviyeleri arasında çok sıkı bir ilişki olduğu bilinen bir gerçektir. Kişilerin gelir seviyeleri ile et tüketim sıklıkları arasında da bu ilişki söz konusudur. Çizelge 8'den de görüleceği gibi, katılımcıların %52.2'si hafta da bir kez kırmızı et tükettiklerini bildirmişlerdir. Bu durumu %17.8 ile ayda bir takip etmekte ve %8.9'unun iki haftada bir kırmızı et tükettikleri tespit edilmiştir. Çizelge de "Diğer" olarak ifade edilen veri ise kırmızı et tüketimini sadece kurban bayramında gerçekleştiren kişilerin oranıdır. Karakuş ve ark. (2008) tarafından Gaziantep'te yapılan başka bir çalışmada, ankete katılanların %51.9'u bir ayda 3 kg'dan az kırmızı et tükettiklerini belirtmişlerdir. Atay ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, ayda 3 kg'dan az kırmızı et tüketenlerin oranı %63.4 olarak bulunurken, Aygün ve ark. (2004) bu oranı %34.5 olarak tespit etmiştir.

Çizelge 8. Kırmızı et tüketim sıklığını belirlemede kullanılan değişkenler

Table 8. Variables used to determine red meat consumption frequency

Değişken	Açıklama	n	%
Kırmızı Et Tüketim Sıklığı	Haftada bir	47	52.2
	İki haftada bir	8	8.9
	Ayda bir	16	17.8
	Hiçbirzaman	1	1.1
	Diğer	9	10.0
	Tüketim yok	9	10.0

Benzer şekilde katılımcıların tavuk eti tüketim sıklığı da değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 9'da verilmiştir. Söz konusu çizelgeden de görüleceği gibi, katılımcıların % 41.1'i haftada bir kez tavuk eti tükettiğini belirtmişlerdir. Tavuk eti tüketim sıklığının kırmızı ete göre daha orantılı olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ise tüketicilerin ekonomik durumu ile ilgili olduğu değerlendirilebilir. Katılımcılar fiyat olarak yüksek olan kırmızı etin yerine daha düşük fiyat ile satın alabildikleri tavuk etine yönelmişlerdir.

Çizelge 9. Tavuk eti tüketim sıklığını belirlemede kullanılan değişkenlere ait özellikler

Table 9. Characteristics of the variables used to determine the frequency of chicken meat consumption

Değişken	Açıklama	n	%
Tavuk Eti Tüketim Sıklığı	Haftada bir	37	41.1
	İki haftada	17	18.9
	Ayda bir	13	14.4
	Hiçbirzaman	5	5.6
	Diğer	6	6.7
	TüketimYok	12	13.3

Sonuç olarak, bu çalışmada Gaziantep ilinde insanların değişik et çeşitlerini tüketme (%52.2'si) eğiliminde olduğu görülmüştür. Et çeşitlerinde belirgin bir tercih olmamasına rağmen, katılımcıların kırmızı et tüketiminde hangi tür hayvanı tercih ettikleri konusunda daha net ve keskin bir sonuç çıkmıştır. Katılımcıların %46.7'si koyun etini tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu tercihlerinin alışkanlıktan ileri geldiği değerlendirilmiştir.

Gaziantep coğrafi yapısı sebebiyle keçi yetiştiriciliğine uygun bir bölgededir. Halihazırda bölgede, verim özellikleri bakımından yüksek potansiyele sahip ve bölgeye uyumlu Kilis Keçisi yetiştiriciliği yapan bir çok işletme vardır. Aynı zamanda Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından "Kilis keçisi"nin ıslahı amacıyla yürütülen "Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islah Projesi" ve "Gen Kaynaklarını Koruma Projesi" sayesinde Kilis keçisinin et ve süt veriminin artırılması, nitelikli damızlık ihtiyacının karşılanması sağlanmaktadır. Gaziantep'in coğrafi işaretli ürünü olan "Antep Peyniri" de yine yetiştiriciliğin yoğun olduğu bölgelerde üretilmektedir. Bölgenin keçi ile içi içe olması ve süt ve süt ürünleri konusunda keçi ürünlerini özellikle tercih etmesine rağmen, keçi eti ile ilgili önyargı, alışkanlık ve ilk deneyimin aroma olarak kötü olması, tüketicilerin keçi etinden uzaklaşmalarına sebep olmuştur. Katılımcıların %71.1' nin keçi etini denememelerine rağmen tercih etmemeleri bu durumu açıklar niteliktedir. Keçi eti ile ilgili önyargıların bölgedeki çoğu insanların keçi eti ile henüz tanışmamasından kaynaklanmaktadır.

Et denilince akla ilk gelen illerden biri olan ve gastronomi turizmi ile tanınan Gaziantep'in keçi etine olan ilgisi tanıtım ve özellikle tadım çalışmaları ile artırılabilir. Bu amaçla erken yaşta kesilmiş kastre erkek keçi etleri lokanta ve ev mutfaklarında kullanımı için Belediyeler, İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birliği tarafından yapılabilir. Bu sayede dışlerinden süt üretilen keçilerin, erkekleri et üretiminde kullanılarak yetiştiricilerin hayvancılıktan sağladıkları gelir artırılabilir ve toplumun daha iyi beslenmesine katkı sağlanabilir.

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 çalışma için etik onay ve izin, HMKÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan alınmıştır. Onay yazısı numarası 11/20 ve tarihi 02.11.2022'dir.

KAYNAKLAR

- Akşit, Ö., Dellal, G., Tütenk, S., & Pehlivan, E. (2023). Factors affecting consumer perception of goat meat and meat products in Ankara province. *Turkish Journal of Agriculture –Food Science and Technology*, 11 (3), 439-446. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i3.439-446.5489>
- Atay, O., Gökdal, Ö., Aygün, T., & Ülker, H. (2004). Aydın ili Çine ilçesinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları. *IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 01-03 Eylül, Isparta, 348-354 s.
- Arzık, Y., Behrem, S., & Kızılaslan, M. (2023). Economic evaluation of mohair production in Ankara province. *Black Sea Journal of Agriculture*, 6 (1), 42-46.
- Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A., Gökdal, Ö., & Ülker, H. (2004). Van ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlığı. *IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 01-03 Eylül, Isparta, 361-364 s.
- Behrem, S., Keskin, M., Gul, S., Unay, E., Satilmis, M., Unal, M., Sacli, Y., & Erisek, A. (2022). Investigation on the hair characteristics of Damascus and Kilis goats. *Journal of Natural Fibers*, 19 (14), 9562-9568.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 12 (6), 75.
- Gül, S., Oflaz, N.Z., Keskin, M., & Behrem, S. (2022). Aksaray ilinde koyun yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 1-11.
- Gül, S., Arzik, Y., Kızılaslan, M., Behrem, S., & Keskin, M. (2023). Heritability and environmental influence on pre-weaning traits in Kilis goats. *Tropical Animal Health and Production*, 55 (2), 85.
- Gürer, B., & Ören, M.N. (2013). Türkiye'de hayvansal ürünlerde gıda güvenencesinin analizi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29 (3), 127.
- Karakuş, K., Aygün, T., & Alarslan, E. (2008). Gaziantep ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 113-120.
- Öziş, Ş., & Kaymakçı, M. (2003). Tekelerde eşeyssel davranışlar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Hayvansal Üretim*, 44 (1), 69-75.
- Söbeli, C., & Kayaardı, C. (2014). Et kalitesini belirlemede yeni teknikler. *Gıda*, 39 (4), 251-258.
- Şanlıer, N., Konaklıoğlu, E., & Güçer E. (2009). Gençlerin beslenme bilgi, alışkanlık ve davranışları ile beden kütle indeksleri arasındaki ilişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (2); 333-352.
- Şireli, H.D.(2018). Karkaslarda et kalitesinin belirlenmesinde kullanılan geleneksel yöntemler ve yeni teknikler. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (3), 126-132.
- Tüfekçi, H. (2022). Keçi eti ve kalite özellikleri. *Çukurova 9th International Scientific Research Conference*, 9-11 Ekim 2022, Adana, 216-227 s.
- Koluman, N., Daşkiran, İ., Hatipoğlu, K., & Görgülü, M. (2015). Türkiye'de keçi eti üretimi ve pazarlama kanallarının oluşturulması. *9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 3-5 Eylül, Konya, 62-69 s.

- TÜİK. (2023). *Hayvansal üretim istatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2023-49681> (Erişim tarihi: 02.03.2024).
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., & Konca, Y. (2010). İzmir ili Ödemiş ilçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 51 (1), 21-30.
- Yılmaz Tilki, H., & Keskin, M. (2021). Kilis keçilerinde farklı vücut özellikleri ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (2), 272-277.

Impact of tryptophan on physiological and histological responses of pepper plants under salt stress

Tuz stresi altındaki biber bitkilerinin fizyolojik ve histolojik yanıtlarına triptofan'ın etkisi

Gökçe AYDÖNER ÇOBAN¹ 

¹Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 66200 Yozgat, Türkiye..

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 23.04.2024 Accepted / Kabul: 10.09.2024</p> <p>Keywords: <i>Capsicum annuum</i> Cortex Salinity Tryptophan Xylem</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Capsicum annuum</i> Korteks Tuzluluk Triptofan Ksilem</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Gökçe AYDÖNER ÇOBAN gokce.aydoner@yobu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</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>Salt stress is a significant abiotic stressor adversely affecting plant functions. Tryptophan, a precursor to IAA, plays a crucial role in plant growth under such stress. This study investigated the effects of different tryptophan doses (L-tr) on young pepper plants subjected to salt stress. Preceding salinity stress, three L-tr doses were administered to plant roots, excluding control and salt applications. Subsequently, all plants except controls received 150 mM salinity (NaCl) during irrigation. The experiment concluded after 35 days post-salinity treatment. Significant variations were noted in histological (cortex and cell diameters, xylem and midrib diameters, epidermis thickness) and physiological (leaf water content, membrane permeability, chlorophyll and carotenoid concentrations, total phenolic content) parameters among treatments. Evaluation of these parameters revealed L-tr's positive impact on osmotic regulation. L-tr applications increased xylem, midrib, and cortical cell diameter, cortex, and epidermis thickness compared to salt stress, while cortical cell number also decreased. Particularly, NaCl + L-tr 100 µM treatment exhibited a 25% increase in xylem conduit diameter, a 30% increase in midrib diameter, and a significant 15% increase in epidermis thickness compared to controls. Overall, NaCl + L-tr 100 µM treatment displayed values closest to controls across various parameters. This study suggests the potential utility of L-tr in mitigating salinity stress in pepper plants.</p> <p>ÖZET</p> <p>Tuz stresi bitki fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyen önemli bir abiyotik stres faktörüdür. İndol-3-asetik asit (IAA) öncüsü olan triptofan, tuz stresi altında bitki büyümesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, tuz stresine maruz kalan genç biber bitkilerinde farklı triptofan dozlarının (L-tr) etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Tuzluluk stresi öncesinde bitki köklerine kontrol ve tuz uygulamaları hariç olmak üzere 3 triptofan dozu uygulanmıştır. Daha sonra kontrol dışındaki tüm bitkilere sulama sırasında 150 mM tuz stresi (NaCl) uygulanmıştır. Çalışma, tuz stresi uygulaması başladıktan 35 gün sonra sona erdirilmiştir. Yapılan ölçümler arasında histolojik (korteks ve hücre çapları, ksilem ve orta damar çapları, epidermis kalınlığı) ve fizyolojik (yaprak su içeriği, membran geçirgenliği, klorofil ve karotenoid konsantrasyonları, toplam fenolik içerik) parametrelerde önemli farklılıklar kaydedilmiştir. Bu parametrelerin değerlendirilmesi triptofanın (L-tr) ozmotik düzenleme üzerindeki olumlu etkisini ortaya çıkarmıştır. L-tr uygulamaları tuz stresine göre ksilem, midrip, korteks hücre çapları ile epidermis ve korteks kalınlığını artırırken, korteks hücre sayısını azaltmıştır. Özellikle, NaCl + L-tr 100 µM uygulaması, kontrole kıyasla ksilem kanal çapında %25'lik bir artış, midrip çapında %30'luk bir artış ve epidermis kalınlığında %15'lik önemli bir artış göstermiştir. Genel olarak, NaCl + L-tr 100 µM uygulaması, çeşitli parametrelerde kontrollere en yakın değerleri sergilemiştir. Bu çalışma, biber bitkilerinde tuzluluk stresinin azaltılmasında L-tr'nin potansiyel faydasını ortaya koymaktadır.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Aydöner Çoban, G. (2024). Impact of tryptophan on physiological and histological responses of pepper plants under salt stress. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 885-895. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1472590</p>

INTRODUCTION

Salinity, a significant abiotic stressor, is known to limit both yield and quality in crop production, particularly in arid and semi-arid regions. Approximately 20% of agricultural land and 50% of cultivated land globally are adversely affected by salt stress (Islam et al., 2019). Common practices for sustainable agricultural management, such as removing excess salt from the soil, reducing irrigation water salinity, or developing salt-tolerant plants, are labor-intensive and challenging for each plant species (Cantrell & Linderman, 2001). Therefore, recent studies have explored the external application of certain substances to plants as a means of alleviating salt stress (Hancı & Tuncer, 2020; Aras et al., 2020).

First discovered by the British chemist Frederick Gowland Hopkins in 1901, L-tryptophan (3-indolyl alanine) (L-tr) is an essential amino acid for plants, animals, humans, and some bacteria (Frankenberger & Arshad, 1991). It serves as a biologically active precursor molecule of auxin, and when applied externally, it increases the level of auxin in plant tissues. L-tryptophan can be applied in various ways, including foliar spray, seed priming, and soil application. When applied to the soil, L-tr is either directly absorbed by plants or metabolized into a toxin and then absorbed by plant roots (Mustafa et al., 2018). Numerous researchers have reported positive effects of L-tr application on the germination and growth performance of various plants (Antony et al., 2017; Mustafa et al., 2018). When applied externally, it can enhance a plant's stress tolerance (Hancı & Tuncer, 2020).

Pepper (*Capsicum annuum* L.), a member of the Solanaceae family, is widely used in studies on plant responses to various abiotic stresses, including salinity (Altunlu, 2020), drought (Khazaei & Estaji, 2020), heat (Gisbert-Mullor et al., 2021), and heavy metals (Mokarram et al., 2020). Pepper is moderately salt-sensitive (Ayers & Westcot, 1985), and a significant decrease in yield occurs when the salinity level in the water reaches EC 4.4 dS m⁻¹ (De Pascale et al., 2003). The primary objective in enhancing the development of plants grown in a salty environment is to restore the disturbed osmotic balance (Altunlu, 2020). According to Li et al. (2015), tryptophan, known as a natural, cost-effective, and environmentally safe substance, could be externally applied to plants to increase their tolerance to water deficit conditions. While morphological and physiological studies on the effects of tryptophan in plants under salt stress conditions are available in the literature (Hancı & Tuncer, 2020; Kahveci et al., 2021; Coban, 2023), there is a need for studies to determine its effects on histological features. This study aims to investigate the effects of different concentrations of tryptophan applied to young pepper plants exposed to salt stress on certain physiological and histological properties.

MATERIALS and METHODS

The research was conducted within a controlled greenhouse environment at Yozgat Bozok University Faculty of Agriculture in 2021. In the study, Pepper (*Capsicum annuum* L.) cv., which is moderately resistant to salinity (Emirzeoğlu & Basak, 2020), Çetinel seedlings (3-5 leaves) were used. Seedlings were planted in 2-liter pots filled with peat:perlite mixture (1:1, v:v). The greenhouse maintained a temperature range of approximately 26-30 °C during the day and 18-22 °C at night, with a relative humidity of 50-70%. The experiment employed a randomized plot design with 3 replications and 15 plants per application 150 mM NaCl (Chartzoulakis and Klapaki, 2000; Yılmaz et al., 2004; Siddikee et al., 2011) applications started 6 days after planting the seedlings (5-6 true leaves), salt was applied at each irrigation and the experiment was terminated after 35 days Tryptophan (L-tr) doses of 25, 50, and 100 µM were applied to the plant rhizosphere one day prior to salinity stress, excluding control and salt (NaCl) treatment. Irrigation was done every 2 days with 20% drainage and Hoagland nutrient solution (Hoagland & Arnon, 1950) was applied once a week. The electrical conductivity (EC) values of control and salinity were 0.59 and 11.7 dS m⁻¹, respectively.

Measurements

Upon completion of the experiment, stem diameter was measured in millimeters using a digital caliper, and the length of the plants from the root collar to the growth tip was measured in centimeters using a tape measure. The Leaf Relative Water Content (LRWC) method, developed by Smart and Bingham in 1974, was employed. Individual fresh weights (FW) of matured young leaves were obtained for each repetition. Turgor weights (TW) were measured 6 hours after the leaves were floated in distilled water. Leaf samples were stored at 72 °C for 48 hours, and their dry weights (DW) were recorded. The LRWC was calculated using the formula:

$$\text{LRWC (\%)} = [(FW - DW) / (TW - DW)] \times 100. \quad \text{Eq.1}$$

Membrane permeability (MP) was calculated using an electrical conductivity meter. Leaf samples (1 cm x 1 cm) were placed in 10 mL of distilled water and shaken for 24 hours at room temperature (25 °C). The initial electrical conductivity (EC1) was recorded. Subsequently, the samples were autoclaved for 20 minutes at 120 °C before the second measurement (EC2) was taken. Membrane permeability was calculated as (EC1/EC2 x 100) (Lutts et al., 1996).

To measure carotenoid and chlorophyll (a, b, and a+b) amounts, 0.25 g leaf samples from three plants in each experimental unit were obtained. The samples were extracted with 80% acetone before being filtered. Measurements at 645, 663, and 450 nm were taken to determine chlorophyll and carotenoid contents in the spectrophotometer. Data were computed using formulas described by Güneş et al., (2007).

For the determination of total phenolics, methanol was used for extraction. The total phenolic content was measured at 765 absorbance according to Singleton and Rossi (1965), using the Folin-Ciocalteu reagent.

Histological studies

Leaf samples, preserved in 70% ethanol, underwent histological analysis. Toluidine blue at a 5% concentration was used to stain the cortex, and 1% phloroglucinol in 20% hydrochloric acid was used for xylem observations. Stained samples were visualized using a light microscope (Olympus CX21) with a digital camera (Camera 5) at 4x, 10x, and 40x magnifications. Cortical cell diameter (μm) (10x magnification) and thickness (mm) (4x magnification) of the cortex, epidermis, and xylem parameters were measured (Aras et al., 2021).

The collected data were statistically evaluated using the SPSS 20.0 package program. The Duncan Multiple Range Test determined differences between applications, with a significance level of $p < 0.05$. Principal Component Analysis (PCA) categorized all treatments based on the investigated parameters using XLSTAT software.

RESULTS and DISCUSSIONS

In this study, pepper plants were exposed to salt at 150 mM NaCl for 35 days and the effects of exogenous L-tr were evaluated under saline stress. Salinity stress restricted the growth of pepper plants, but the effect of L-tr applications on plant height and stem diameter measurements was statistically significant. (Table 1). Lower plant height and stem diameter values were recorded in all L-tr treatments compared with the control. However, an increase was observed in these parameters compared to the NaCl application. The highest values in plant height and stem diameter measurements were recorded in the control treatment. However, among the applied tryptophan doses, the best positive effect was observed in the NaCl + L-tr 100 μM treatment.

It was observed that the membrane permeability (MP) of the leaves increased in pepper plants under saline conditions. Although the MP was 24.41% in the control group, it increased to 86.28% in the NaCl plants. The membrane permeability, which increased with the effect of salt, decreased with the effect of externally applied L-tr. The most significant reduction, at 67.52%, was recorded with the 100 μM L-tr application (Table 2). As shown in Table 2, the leaf relative water content value (LRWC) decreased with the effect of salt stress. The lowest LRWC

was recorded in the NaCl application. In L-tr 100 μ M application, 37.1% increase was recorded compared to salt application. The effect of L-tr applications on total phenolic measurements was found to be significant. Total phenolic content was observed to be highest in the NaCl+ L-tr 100 μ M application and lowest in the NaCl application (Table 2).

Table 1. The effect of L-tr applications on plant height and stem diameter in pepper

Çizelge 1. Pst Biber bitkilerinde bitki boyu ve gövde çapı ölçümleri üzerinde triptofan uygulamasının etkisi

Treatments	Plant height (cm)	Stem Diameter (mm)
Control	57.33 a	6.85 a
NaCl	32.33 e	3.61 d
NaCl+ L-tr 100 μ M	43.33 b	5.49 b
NaCl+ L-tr 50 μ M	39.67 c	4.31 c
NaCl+ L-tr 25 μ M	37.00 d	4.01 c

Duncan's multiple range test determines the degree of separation within a column. The significance level was 0.05.

Table 2. The effect of L-tr applications on membrane permeability, LRWC and total phenolic measurements in pepper

Çizelge 2. Biber bitkilerinde membran geçirgenliği, LRWC ve toplam fenolik ölçümleri üzerine triptofan uygulamalarının etkileri

Treatments	MP (%)	LRWC (%)	Total Phenolic (μ g GAE 100 g ⁻¹ fw)
Control	24.41 c	84.45 a	3.73 b
NaCl	86.28 a	55.27 d	3.09 d
NaCl+ L-tr 100 μ M	67.52 b	75.75 b	4.20 a
NaCl+ L-tr 50 μ M	76.72 ab	69.77 bc	3.26 cd
NaCl+ L-tr 25 μ M	82.73 a	63.23 c	3.43 c

Duncan's multiple range test determines the degree of separation within a column. The significance level was 0.05.

The effect of tryptophan doses on chlorophyll a content was found to be insignificant. However, significant differences were observed in chlorophyll b content among the application doses, with the highest value recorded in the NaCl + L-tr 100 μ M treatment. Salt stress decreased chlorophyll and carotenoid contents in pepper leaves (Table 3). The highest chlorophyll a+b were obtained from the NaCl+ L-tr 100 μ M treatment (67.64 μ g g⁻¹ fw) while the carotenoid content was increased in L-tr treatment.

Table 3. The effect of L-tr applications on chlorophyll and carotenoid content in pepper under salinity stress

Çizelge 3. Biber bitkilerinde klorofil ve karotenoid içerikleri üzerine triptofan uygulamasının etkisi

Treatments	Chlorophyll a μ g g ⁻¹ fw	Chlorophyll b μ g g ⁻¹ fw	Chlorophyll a+b μ g g ⁻¹ fw	Carotenoid μ g g ⁻¹ fw
Control	35.47 a	31.42 ab	66.89 ab	3.10 a
NaCl	32.34 b	28.72 b	61.06 c	2.53 c
NaCl+ L-tr 100 μ M	34.87 a	32.78 a	67.64 a	2.74 b
NaCl+ L-tr 50 μ M	34.08 a	29.99 b	66.07 b	2.67 b
NaCl+ L-tr 25 μ M	34.19 a	30.44 ab	64.63 ab	2.67 b

Duncan's multiple range test determines the degree of separation within a column. The significance level was 0.05.

Leaf anatomy was investigated at 4x and 10x magnifications and affected L-tr treatment pepper plants." Toluidine Blue O and acid phloroglucinol were used to stain transverse sections of the pepper leaf midrib to define the basic

anatomical structure (Figure 1). Salt stress increased the number of cortical cells but decreased their diameter (Table 4). However, L-tr treatment had the opposite effect and increased the cortex cell diameter. Cortex thickness reached the highest value in the control application. Cortex thickness decreased by 25% in salt treatment compared with the control treatment. The values closest to the control were recorded in the NaCl+L-tr 100 μ M application.

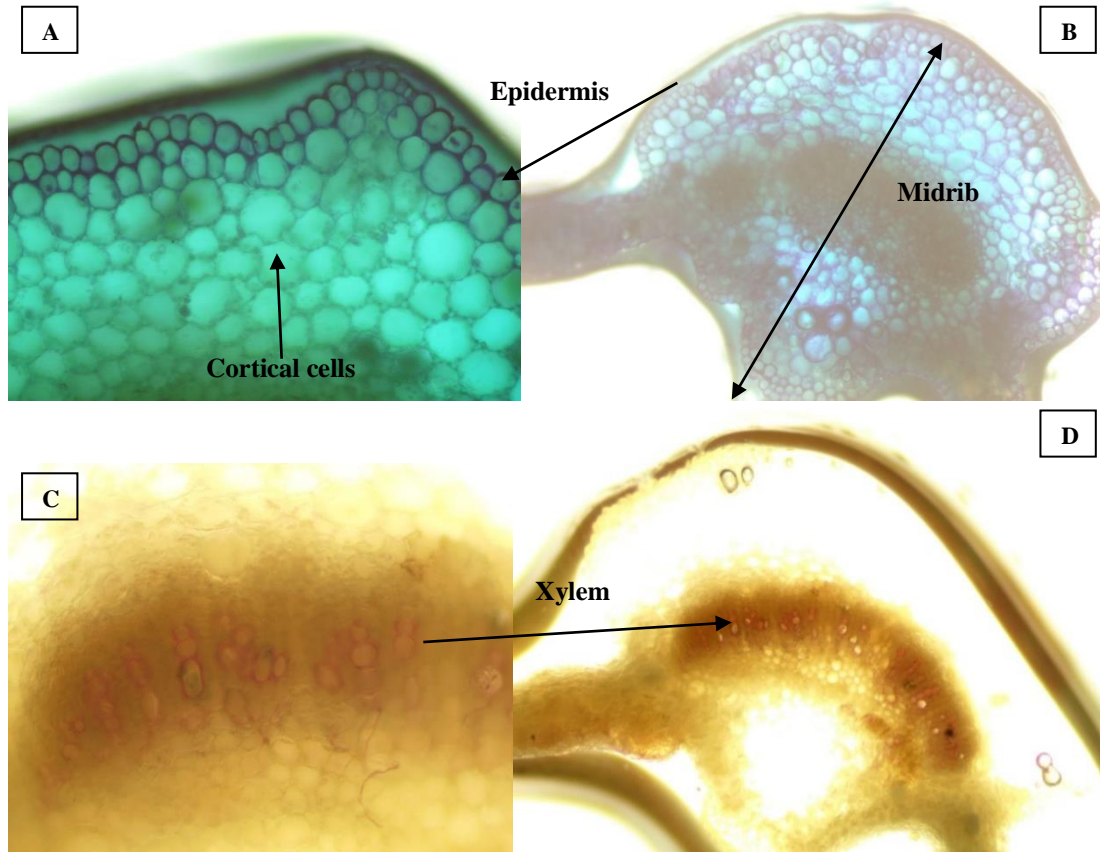


Figure 1. Histological characterization of pepper leaf midrib section images; (A) Toluidine blue dye showing cortical cells and epidermis, (B) Toluidine blue dye showing midrib, (C-D) Phloroglucinol dye showing xylem

Şekil 1. Biber yaprağı orta damar kesiti görüntülerinin histolojik karakterizasyonu; (A) Korteks hücreleri ve epidermisi gösteren Toluidin mavisi boyası, (B) Orta damarı gösteren Toluidin mavisi boyası, (C-D) Ksilemi gösteren Floroglisinol boyası

Table 4. The effect of L-tr applications on cortical cell diameter, cortex thickness and cortical cell number of pepper plant under salinity stress

Çizelge 4. Biber bitkilerinde korteks hücre çapı, korteks kalınlığı ve korteks hücre sayısı ölçümleri üzerine triptofan uygulamasının etkisi

Treatments	Cortical cell diameter (μ m)	Cortex thickness (μ m)	Cortical cell number
Control	61.89 a	390.50 a	6.31 bc
NaCl	41.79 d	308.25 c	7.38 a
NaCl+ L-tr 100 μ M	59.27 a	328.50 b	5.55 d
NaCl+ L-tr 50 μ M	53.93 b	319.50 b	5.93 cd
NaCl+ L-tr 25 μ M	48.93 c	320.00 b	6.54 b

Duncan's multiple range test determines the degree of separation within a column. The significance level was 0.05.

Table 5 includes midrib, xylem and epidermis measurements. NaCl application decreased the midrib diameter by 21.6% compared to the control application. Moreover, xylem conduits diameter and epidermis thickness values decreased by 25.2% and 28.22%, respectively. The effect of L-tr applications on these parameters was found to be significant.

Table 5. The effect of L-tr applications on midrib diameter, xylem conduits diameter and epidermis thickness of pepper plant

Çizelge 5. *Biber bitkilerinde midrip çapı, ksilem kanal çapı ve epidermis kalınlığı ölçümleri üzerine triptofan uygulamasının etkisi*

Treatments	Midrib diameter (μm)	Xylem conduits diameter (μm)	Epidermis thickness (μm)
Control	1168.00 a	20.98 a	35.12 a
NaCl	916.33 b	15.69 c	25.22 d
NaCl+ L-tr 100 μM	1216.00 a	20.44 a	33.30 ab
NaCl+ L-tr 50 μM	1171.67 a	18.12 b	30.27 bc
NaCl+ L-tr 25 μM	1095.67 a	17.10 bc	27.90 cd

Duncan's multiple range test determines the degree of separation within a column. The significance level was 0.05.

The effect of L-tr on the salinity stress tolerance of pepper plants was evaluated by the Principal Component Analysis (PCA). Fifteen data variables were collected from plants subjected to five treatments (Control, NaCl, NaCl + L-tr 25 μM , NaCl + L-tr 50 μM and NaCl + L-tr 100 μM) were used in PCA analysis. PCA was scattered applications in all four quarters of the biplot. The axes represented 80.25% (F1) and 16.00% (F2), showing 96.25% (F1+F2) of the total variation. Most of the parameters looked at were demonstrated by PC1, which also displayed strong positive relationships. However, there was a negative correlation between MP and cortical cell number parameters with other parameters. Control treatment was generally classified according to plant height, stem diameter, carotenoid, cortex thickness, and epidermis thickness. NaCl + L-tr 100 was generally classified according to total phenolic, chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a+b, cortical cell diameter, midrib diameter (Figure 2).

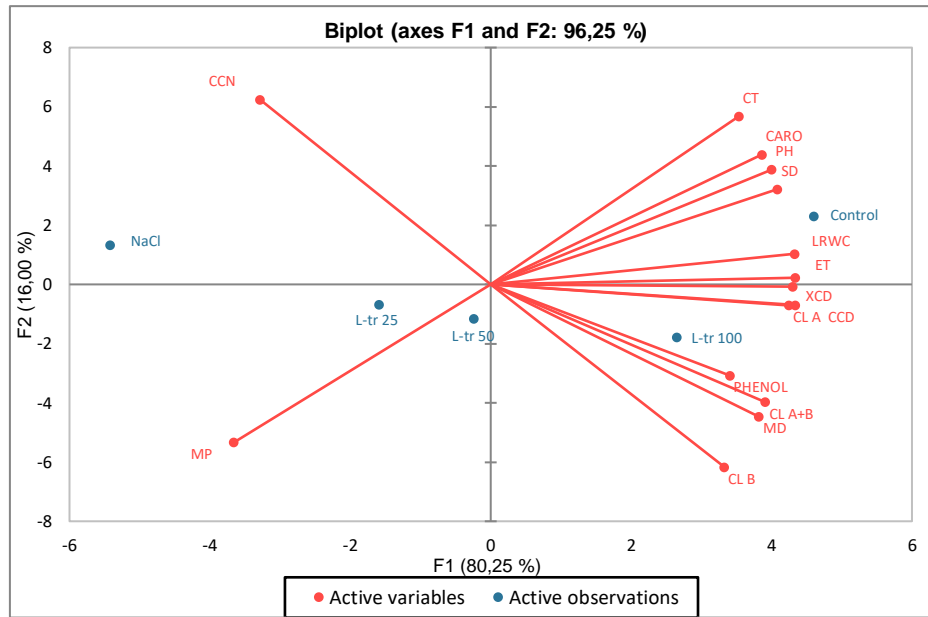


Figure 2. Principle component analysis of physiological and histological traits for different treatments. (PH: Plant height; SD: Stem Diameter; MP: Membrane permeability; LRWC: Leaf Relative Water Content; PHENOL: Total Phenolic; CL A: Chlorophyll a; CL B: Chlorophyll b; CL A+B: Chlorophyll a+b; CARO: Carotenoid; CCD: Cortical cell diameter; CT: Cortex thickness; CCN: Cortical cell number; MD: Midrib diameter; XCD: Xylem conduits diameter; EP: Epidermis thickness)

Şekil 2. Farklı uygulamalar için fizyolojik ve histolojik özelliklerin temel bileşen analizi. (PH: Bitki Boyu; SD: Gövde Çapı; MP: Membran Geçirgenliği; LRWC: Yaprak Oransal Su İçeriği; PHENOL: Toplam Fenolik; CL A: Klorofil a; CL B: Klorofil b; CL A+B: Klorofil a+b; CARO: Karotenoid; CCD: Korteks Hücre Çapı; CT: Korteks Kalınlığı; CCN: Korteks Hücre Sayısı; MD: Orta Damar Çapı; XCD: Ksilem Kanalları Çapı; EP: Epidermis Kalınlığı)

The salt tolerance can vary among genotypes of the same species. Emirzeoğlu and Basak, (2020) assessed the salinity resistance of different pepper genotypes, noting that the Çetinel variety used in this study demonstrated moderate salinity resistance. Salt stress is known to decrease growth parameters such as plant height (Doğru & Canavar, 2020). In our study, significant decreases in plant height and stem diameter were observed in pepper plants exposed to salt stress, while L-tryptophan (L-tr) applications contributed to the increase in these values. Notably, the NaCl+ L-tr 100 µM application showed a substantial increase of 34% and 52.1% in plant height and stem diameter, respectively, compared to the NaCl application. Similar reductions in plant height and stem diameter under salt stress were reported in the Demre pepper variety by Sönmez and Kaplan, (2004).

The regulation of water content in plant tissues is crucial for salt tolerance, as higher water content indicates increased tolerance to salt stress (Doğru & Canavar, 2020). It has also been reported that exogenous application of Ltryptophan in red pepper plant under Salinity stress led to a significant improvement in LRWC (Jamil et al., 2018). LRWC results in the study are parallel to previous studies.

Membrane permeability (MP) is indicative of ion imbalance resulting from intracellular and extracellular osmotic incompatibility, particularly under salt stress in plants (Ghoulam et al., 2002). It causes soluble substances in the membrane to move out of the tissue and increases tissue electrical conductivity (Altunlu, 2020). In this study, it was determined that the negative effect of salt stress on MP decreased with increasing tryptophan doses.

Changes in phenolic compound levels are observed in pepper plants exposed to salt stress. Phenolic compounds are generally produced through the phenylpropanoid pathway and can be induced by environmental stresses and elicitors (Kusvuran & Dasgan, 2017). These compounds play a crucial role in mitigating oxidative stress caused by high salt concentrations, thus helping the plant cope with adverse conditions (Rice-Evans et al., 1996).

Comparable studies have reported increased phenolic content under moderate salt stress, with a subsequent decrease under severe salt stress (Rezazadeh et al., 2012). The phenolic findings determined in the study support previous studies.

Salt stress typically results in decreased levels of photosynthetic pigments in plants (Doğru & Canavar, 2020). This decrease results in the inhibition of photosynthetic activity (Amuthavalli & Sivasankaramoorthy, 2012). In our study, chlorophyll 'a, b, and a + b' and carotenoid content decreased under salt stress, aligning with general trends reported in the literature. However, L-tr applications effectively increased chlorophyll and carotenoid content compared to the NaCl application. The exogenous application of L-tryptophan significantly improved red pepper's chlorophyll-a, chlorophyll-b, and carotenoid contents (Jamil et al., 2018).

Leaves, being the most crucial organ in a plant's life cycle, are adversely affected by salt stress, impacting cell division and expansion (Taleisnik et al., 2009). Cortical thickness decreased in soybean plants under salt stress (Dolatabadian et al., 2011). The present study's cortical measurements at the end of the investigation suggested that the administration of 100 μ M L-tr increased cortical cell diameter while decreasing the number of cortical cells, promoting the development of larger cells. This finding is consistent with Aras et al., (2021) observation that plants with larger cortical cells produced more chlorophyll and chlorophyll precursors in the presence of Ca deficit.

The midrib, a crucial component of leaves, plays a vital role in the movement of water and minerals (Lechthaler et al., 2019; Aras et al., 2021). In our study, salt stress decreased midrib diameter values, while L-tr application increased these values. This increase can be associated with a concurrent increase in the diameter of xylem conduits. Xylem, a vital vascular bundle in higher plants, transports water and minerals. Salt stress can induce changes in the lignification of xylem structures (Dolatabadian et al., 2011). Our findings indicate that L-tr treatments successfully mitigated the adverse effects of salt stress on midrib diameter, epidermis thickness, and xylem conduit diameter.

Principal Component Analysis (PCA) was employed to independently distinguish experimental groups based on the evaluated parameters. The analysis demonstrated that L-tr doses applied to pepper plants exposed to salt stress had varying effects. It was especially noteworthy that the L-tr 100 μ M application was in the positive zone, unlike other doses. Similar applications of PCA have been suggested for the selection and distinction of tomato germplasm regarding salt tolerance (Sivakumar et al., 2020).

Increasing environmental pressures due to global warming negatively affect vegetable cultivation. In this study, besides the effects of salt stress on some physiological properties of young pepper plants, histological changes in the cortex, xylem, midrib and epidermis cells were determined. The current study proved that the application of L-tr is one of the appropriate treatments to increase salt tolerance in plants, by regulating the negative effect of stress in plant cells. 100 μ M L-tr application improved xylem vessels and cortical cells that may help plants acquire water and minerals more efficiently. The current paper proposes that 100 μ M L-tr dose is convenient for application in pepper plants under salinity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks Servet Aras and Gökçen Yakupoğlu for the help with microscopy and for helping to obtain materials.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author declare that they have no competing interests.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

All processes were carried out by the corresponding author.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not required as this article does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- Amuthavalli, P., & Sivasankaramoorthy S. (2012). Effect of salt stress on the growth and photosynthetic pigments of pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2, 131-133.
- Antony, E., Sridhar, K., & Kumar, V. (2017). Effect of chemical sprays and management practices on *Brachiaria ruziziensis* seed, production. *Field Crops Research*, 211, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.009>
- Altunlu, H. (2020). The effects of mycorrhiza and rhizobacteria application on growth and some physiological parameters of pepper (*Capsicum annuum* L.) under salt stress. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (4), 501-510. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.655491>
- Aras, S., Keles, H., & Eşitken, A. (2020). Silicon nutrition counteracts salt-induced damage associated with changes in biochemical responses in apple. *Bragantia*, 79, 1-7. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20190153>
- Aras, S., Keles, H., & Bozkurt, E. (2021). Physiological and histological responses of peach plants grafted onto different rootstocks under calcium deficiency conditions. *Scientia Horticulturae*, 281, 109967. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109967>
- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture (Vol. 29, p. 174). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Cantrell, I.C., & Linderman, R.G. (2001). Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. *Plant and Soil*, 233, 269-281. <https://doi.org/10.1023/A:1010564013601>
- Chartzoulakis, K.S., & Klapaki, G. (2000). Effects of NaCl salinity on growth and yield of two pepper cultivars. *Acta Horticulturae*, 511, 143-150. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.511.16>
- Coban, G.A. (2023). Effects of sodium nitroprusside on some physiological and histological responses of pepper plants exposed to salt stress. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 83 (6), 682-691. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392023000600682>
- De Pascale, S., Ruggiero, C., Barbieri, G., & Maggio, A. (2003). Physiological responses of pepper to salinity and drought. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128 (1), 48-54. <https://doi.org/10.21273/JASHS.128.1.0048>
- Doğru, A., & Canavar, S. (2020). Physiological and biochemical components of salt tolerance in plants. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8 (1), 155-174. <https://doi.org/10.21541/apjes.541620>
- Dolatabadian, A., Modarres Sanavy, S.A.M., & Ghanati, F. (2011). Effect of salinity on growth, xylem structure and anatomical characteristics of soybean. *Notulae Scientia Biologicae*, 3 (1), 41-45. <https://doi.org/10.15835/nsb315627>
- Emirzeoğlu, C., & Basak, H. (2020). Determination of tolerance levels of central anatolian pepper genotypes to different salt concentrations. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 129-140. <https://doi.org/10.24180/ijaws.689347>
- Frankenberger, W., & Arshad, M. (1991). Yield response of watermelon and muskmelon to L-tryptophan applied to the soil. *Horticultural Science*, 26, 35-37. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.26.1.35>
- 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, 39-50. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00109-5](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00109-5)
- Gisbert-Mullor, R., Padilla, Y.G., Martínez-Cuenca, M.R., López-Galarza, S., & Calatayud, Á. (2021). Suitable rootstocks can alleviate the effects of heat stress on pepper plants. *Scientia Horticulturae*, 290, 110529. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110529>

- Güneş, A., İnal, A., Bağcı, E.G., & Pilbeam, D.J. (2007). Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. *Plant Soil*, 290, 103-114. <https://doi.org/10.1007/s11104-006-9137-9>
- Hancı, F., & Tuncer, G. (2020). How do foliar application of melatonin and L-tryptophan affect lettuce growth parameters under salt stress? *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8 (4), 960-964. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i4.960-964.3224>
- Hoagland, D.R., & Arnon, D.I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. CAES. California, 1950.
- Islam, F., Wang, J., Farooq, M.A., Yang, C., Jan, M., Mwamba, T.M., Hannan, F., Xu, L., & Zhou, W. (2019). Rice responses and tolerance to salt stress. In: *Hasanuzzaman M, Fujita M, Nahar K, Biswas J (eds) Advances in rice research for abiotic stress tolerance*, pp.791-819. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Jamil, M., Kharal, M.A., Ahmad, M., Abbasi, G.H., Nazli, F., Hussain, A., & Akhtar, M.F.U.Z. (2018). Inducing salinity tolerance in red pepper (*Capsicum annuum* L.) through exogenous application of proline and L-tryptophan. *Soil & Environment*, 37 (2), 160-168. <https://doi.org/10.25252/SE/18/31052>
- Kahveci, H., Bilginer, N., Diraz-Yildirim, E., Kulak, M., Yazar, E., Kocacinar, F., & Karaman, S. (2021). Priming with salicylic acid, β -carotene and tryptophan modulates growth, phenolics and essential oil components of *Ocimum basilicum* L. grown under salinity. *Scientia Horticulturae*, 281, 109964. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109964>
- Khazaei, Z., & Estaji, A. (2020). Effect of foliar application of ascorbic acid on sweet pepper (*Capsicum annuum*) plants under drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42 (7), 1-12. <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03106-z>
- Kusvuran, S., & Dasgan, H.Y. (2017). Effects of drought stress on physiological and biochemical changes in *Phaseolus vulgaris* L. *Legume Research-An International Journal*, 40 (1), 55-62. <https://doi.org/10.18805/lr.v0i0.7025>
- Lechthaler, S., Colangeli, P., Gazzabin, M., & Anfodillo, T. (2019). Axial anatomy of the leaf midrib provides new insights into the hydraulic architecture and cavitation patterns of *Acer pseudoplatanus* leaves. *Journal of Experimental Botany*, 70 (21), 6195-6201. <https://doi.org/10.1093/jxb/erz347>
- Li, C., Tan, D.X., Liang, D., Chang, C., Jia, D.F., & Ma, F.W. (2015). Melatonin mediates the regulation of ABA metabolism, free-radical scavenging and stomatal behaviour in two *Malus* species under drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 66, 669-680. <https://doi.org/10.1093/jxb/eru476>
- 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, 389-398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>
- Mokarram, M., Pourghasemi, H.R., & Zhang, H. (2020). Predicting non-carcinogenic hazard quotients of heavy metals in pepper (*Capsicum annum* L.) utilizing electromagnetic waves. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 14 (6), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11783-020-1331-0>
- Mustafa, A., Imran, M., Ashraf, M., & Mahmood, K. (2018). Perspectives of using L-tryptophan for improving productivity of agricultural crops: A review. *Pedosphere*, 28 (1), 16-34. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60002-5](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60002-5)
- Rezazadeh, A., Ghasemnezhad, A., Barani, M., & Telmadarrehei, T. (2012). Effect of salinity on phenolic composition and antioxidant activity of artichoke (*Cynara scolymus* L.) leaves. *Research Journal of Medicinal Plant*, 6 (3), 245-252. <https://scialert.net/abstract/?doi=rjmp.2012.245.252>
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20 (7), 933-956. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(95\)02227-9](https://doi.org/10.1016/0891-5849(95)02227-9)

- Siddikee, M.A., Glick, B.R., Chauhan, P.S., Jong Yim, W., & Sa, T. (2011). Enhancement of growth and salt tolerance of red pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.) by regulating stress ethylene synthesis with halotolerant bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase activity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49 (4), 427-434. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.01.015>
- 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. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Sivakumar, J., Prashanth, J.E.P., Rajesh, N., Reddy, S.M., & Pinjari, O.B. (2020). Principal component analysis approach for comprehensive screening of salt stress-tolerant tomato germplasm at the seedling stage. *Journal of Biosciences*, 45, 141.
- Smart, R.E., & Bingham, G.E. (1974). Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53, 258-260. <https://doi.org/10.1104/pp.53.2.258>
- Sönmez, İ., & Kaplan, M. (2004). Demre yöresi seralarında toprak ve sulama sularının tuz içeriğinin belirlenmesi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 17 (2), 155-160.
- Taleisnik, E., Rodríguez, A.A., Bustos, D., Erdei, L., Ortega, L., & Senn, M.E. (2009). Leaf expansion in grasses under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 166 (11), 1123-1140. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.03.015>
- Yilmaz, K., Akinci, I.E., & Akinci, S. (2004). Effect of salt stress on growth and Na, K contents of pepper (*Capsicum annuum* L.) in germination and seedling stages. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (4), 606-610.


Determination of fungal and bacterial microbiota of broomrape species found in their major host plants grown in Hatay province of Türkiye

Türkiye'nin Hatay ilinde yetiştirilen önemli tarımsal ürünlerde karşılaşılan canavar otu türlerinin fungal ve bakteriyel mikrobiyotasının belirlenmesi

Merve OĞUZ¹, Soner SOYLU¹, İlhan ÜREMİŞ¹, Aysun UYSAL², Emine Mine SOYLU¹,
Şener KURT¹, Erdal SERTKAYA¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antakya, 31034, Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal University, Centre for Implementation and Research of Plant Health Clinic, Antakya, 31034, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 15.07.2024 Accepted / Kabul: 10.09.2024</p> <p>Keywords: <i>Orobanche</i> spp. MALDI TOF Fungal agents Bacterial agents</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Orobanche</i> spp. MALDI TOF Fungal etmenler Bakteriyel etmenler</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Emine Mine SOYLU msoylu@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>The aim of this study was to determine the fungal and bacterial microbiomes of broomrape species (<i>Orobanche ramosa</i> and <i>O. crenata</i>) encountered in their major host crops in different districts of Hatay province of Türkiye. Fungal isolates obtained from plants showing disease symptoms were identified as <i>Rhizoctonia solani</i>, <i>Fusarium incarnatum</i>, <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, <i>Alternaria alternata</i>, <i>Epicoccum nigrum</i>, <i>Aspergillus niger</i> and <i>Rhizopus oryzae</i> as a result of morphological, MALDI-TOF MS and molecular identification studies. Antagonist/plant growth promoting bacterial species such as <i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Bacillus mycoides</i>, <i>Bacillus weihenstephanensis</i>, <i>Bacillus pumilus</i>, <i>Bacillus putida</i>, <i>Bacillus simplex</i>, <i>Enterobacter cloacae</i>, <i>Glutamicibacter mysorens</i>, <i>Lysinibacillus sphaericus</i>, <i>Pseudomonas cedrina</i> ssp. <i>cedrina</i>, <i>Pseudomonas chlororaphis</i>, <i>Pseudomonas pseudomycoides</i>, <i>Pseudomonas trivialis</i>, <i>Pseudomonas thivervalensis</i>, <i>Pseudomonas umsongensis</i>, <i>Rhizobium radiobacter</i>, <i>Solibacillus silvestris</i>, <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> and <i>Variovorax paradoxus</i> were isolated from healthy broomrape plants and pathogenic bacterial species such as <i>Pseudomonas cichorii</i>, <i>Pseudomonas corrugata</i>, <i>Pseudomonas marginalis</i> and <i>Pseudomonas mediterranea</i> were isolated from plant samples of broomrape plants showing symptoms of disease and identified by MALDI-TOF MS analysis.</p> <p>ÖZET</p> <p>Bu çalışmada, Türkiye'nin Hatay ilinin farklı ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan önemli tarımsal öneme sahip kültür bitkilerinde karşılaşılan canavar otu türlerinin (<i>Orobanche ramosa</i> ve <i>O. crenata</i>) fungal ve bakteriyel mikrobiyomlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Hastalık belirtisi gösteren bitkilerden yapılan izolasyonlarda elde edilen fungal izolatlar morfolojik, MALDI-TOF MS ve moleküler tanılama çalışmaları sonucunda <i>Rhizoctonia solani</i>, <i>Fusarium incarnatum</i>, <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>, <i>Alternaria alternata</i>, <i>Epicoccum nigrum</i>, <i>Aspergillus niger</i> ve <i>Rhizopus oryzae</i> olarak teşhis edilmiştir. Sağlıklı canavar otu bitki örneklerinden <i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Bacillus mycoides</i>, <i>Bacillus weihenstephanensis</i>, <i>Bacillus pumilus</i>, <i>Bacillus putida</i>, <i>Bacillus simplex</i>, <i>Enterobacter cloacae</i>, <i>Glutamicibacter mysorens</i>, <i>Lysinibacillus sphaericus</i>, <i>Pseudomonas cedrina</i> ssp. <i>cedrina</i>, <i>Pseudomonas chlororaphis</i>, <i>Pseudomonas pseudomycoides</i>, <i>Pseudomonas trivialis</i>, <i>Pseudomonas thivervalensis</i>, <i>Pseudomonas umsongensis</i>, <i>Rhizobium radiobacter</i>, <i>Solibacillus silvestris</i>, <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> ve <i>Variovorax paradoxus</i> gibi antagonist/bitki gelişimini teşvik eden bakteri türleri, hastalık belirtileri gösteren canavar otu bitki örneklerinden ise <i>Pseudomonas cichorii</i>, <i>Pseudomonas corrugata</i>, <i>Pseudomonas marginalis</i> ve <i>Pseudomonas mediterranea</i> gibi patojen karakterli bakteri türleri izole edilerek MALDI-TOF MS ile tanılanmıştır.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Oğuz, M., Soylu, S., Üremiş, İ., Uysal, A., Soylu, E.M., Kurt, Ş., & Sertkaya, E. (2024). Determination of fungal and bacterial microbiota of broomrape species found in their major host plants grown in Hatay province of Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 896-911. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1516441</p>

INTRODUCTION

Parasitic weed species of the genus *Orobanche*, commonly called broomrape, attack almost all vegetables, tobacco, muskmelon, and sunflower in Europe, the Middle East, North Africa and Asia (Parker, 2009). Tomatoes, parsley, potatoes and carrots are widely grown in greenhouse and in the open fields, while tobacco, peas and thyme plants are grown in relatively limited areas in the Hatay province of Türkiye. Broomrape has been reported to cause yield losses of 33% in tobacco (Emiroğlu et al., 1987), 50-100% in broad bean (Aksoy, 2003), 33% in sunflower (Mijatovic & Stojanovic, 1973), 24-88% in carrot (Wurgler, 1973; Üremiş et al., 2020; Üremiş et al., 2023), and 21-29% in tomato (Cordas, 1973; Aksoy & Uygur, 2008). There are currently no herbicides registered in Türkiye for use against broomrape, which is encountered in tomato, pepper, aubergine, parsley, carrot, tobacco, chickpea, lentil, broad bean and potato. Methods such as solarisation, crop rotation, use of trap crops, deep ploughing, appropriate fertilisation, resistant plant breeding, biological control and chemical control are used for control (Aksoy & Pekcan, 2014; Sokat, 2019; Sokat, 2020). However, some of these control methods are difficult to apply and some of them are not economical. In addition, very small broomrape seeds can spread rapidly over very large areas by means of wind, water, tools and equipment, etc. This situation causes the problem to grow rapidly and makes it difficult to control (Kadioğlu, 2009). The lack of an effective and economical method of control in cultivated crops increases the importance of the control of broomrape species. In addition, the number of effective herbicides for broomrape is very limited and some of the effective chemicals cannot be used for chemical control because they are phytotoxic to their host crops. For this reason, attempts are being made to develop new alternative control methods for broomrape. Many phytophagous insects that feed on broomrape have been identified in studies in Türkiye and other countries. It has been reported that the larvae of *Phytomyza orobanchia* Kalt, which feed only on the seeds, stems and capsules of broomrape (*Orobanche* spp.) and cause 20-100% damage, can be used as a biological control agent (Trencheu, 1981; Giray & Nemli, 1983; Mihajlovic, 1986; Horvath, 1987; Linke et al., 1990; Linke et al., 1992; Civelek & Demirkan, 1997; Kroschel & Klein, 1999; Amsellem et al., 2001; Klein & Kroschel, 2002; Bayram & Çıkman, 2017; Piwowarczyk et al., 2018). In addition, toxins produced by some fungi of the genus *Fusarium* have been reported to inhibit germination of *O. ramosa* seeds and these fungi can be used to control of *O. ramosa*. Many phytopathogenic fungi have been isolated from *O. ramosa* in field studies and it is suggested that some of these fungi may be used as mycoherbicides in the biological control of broomrape (Abouzeid et al., 2004). In Nepal, more than 70% of the fungal strains on *O. aegyptiaca* Pers. were identified as *Fusarium* spp., while other fungi were *Acremonium fusidioides*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum*, *Moltierella alpina*, *Papulaspora* sp., *Phoma* spp., *Sordaria fimicola*, *Rhizoctonia* sp., *Trichoderma* spp. and *Trichothecium roseum* (Thomas et al., 1999). In surveys conducted in tomato greenhouses in the Western Mediterranean Region of Türkiye, diseased broomrape samples were collected from 50 tomato greenhouses and 99 fungi were obtained from the infected broomrape plants. Consequently, 69 of the isolated fungi were identified as *Fusarium* spp., and 30 as *Rhizoctonia* spp. (Başbağcı et al., 2023). With the area and density of broomrape increasing day by day, the lack of an effective control method makes this weed more important every day. In addition, the fact that broomrape is a root parasite and its appearance and attractiveness keep both growers and outsiders from worrying about the problem. However, in areas where broomrape is widespread, growers are anxiously awaiting an effective control method. The aim of this study was to determine the fungal and bacterial microbiome of healthy and diseased *Orobanche* spp. in different crops grown in agricultural areas of Hatay province.

MATERIALS and METHODS

Isolation of fungal and bacterial microbiomes from healthy and diseased broomrape plants

Fields in different districts of Hatay province were inspected using a random sampling method. Fungal and bacterial microbiomes were isolated from healthy and diseased broomrape plant tissues. Fungal species were isolated from the surface sterilised tissues of plants showing disease symptoms on the common medium Potato Dextrose Agar (PDA) and identified according to morphological characteristics (Ellis, 1971; Sutton, 1980; Domsch et al., 1980). After isolation, petri dishes were kept in incubators at 22 °C for 5 days and purifications of fungal isolates with different morphological structures were carried out.

Bacterial isolations were carried out on bacterial selective [King B Agar (King B)] and semi-selective [Yeast Dextrose Chalk Agar (YDCA)] media as previously described (Lelliot & Stead, 1987). Bacterial pathogens were isolated by dividing plant tissues showing symptoms of disease with a sterile scalpel and isolating the internal tissues by direct contact with the media using the direct imprint technique (Aktan & Soylu, 2020). After isolation, the petri dishes were kept in incubators at 26°C for 2 days and purifications were made from a single colony with different morphological structures.

Fungal and bacterial cultures with different/similar morphological appearance isolated from the plants selected to represent the plant and district where the samples were collected were accepted as separate isolates to be used in pathogenicity testing.

Pathogenicity of fungal and bacterial isolates

Orobanche seeds were sown in 18 cm × 18 cm pots containing a sterilised mixture of peat:soil:sand:animal manure (1:1:1:1). Subsequently, surface-sterilised broomrape (*O. ramosa*) seeds (0.5 g) were scattered to a depth of 10 cm where the tomato seedlings were to be transplanted, and the soil was mixed. Four-week-old tomato seedlings (cv. M-82) were planted at the same height (10 cm) (Hershenhorn et al., 1996; Dor & Hershenhorn, 2009; Üremiş & Arslan, 2021). The pots were kept in a growth chamber at 25°C, 16 h day/8 h night and 77 µE m⁻² s⁻¹ light intensity. Broomrape plants appeared on tomato roots 50-55 days after sowing. Orobanche plants emerging from the bottom of the seedlings were suitable for inoculation after 10 days and were used for pathogenicity studies (Figure 1).



Figure 1. Cultivation of broomrape (*O. ramosa* L.) plants for use in pathogenicity tests
Şekil 1. Patojenite testlerinde kullanılmak üzere yetiştirilen canavar otu (*O. ramosa* L.) bitkisi

PDA discs (5 mm) containing mycelium/spores from 5-day-old fungal cultures were used in pathogenicity tests of fungal agents. Wounds were made with a sterile cork borer on the stems of healthy broomrape plants closest to the soil level and mycelial discs taken from 5-day-old fungal isolates were placed in the wound. Sterile wet cotton wool was placed on the wounds and the inoculation sites were thoroughly wrapped with parafilm (Vural & Soylu, 2012).

For pathogenicity tests of bacterial pathogens, bacterial cells taken from a 2-day bacterial culture were suspended in 10 ml of sterile 50 mM MgCl₂ buffer solution and their concentration was adjusted to 10⁸ cfu/ml using a spectrophotometer. The prepared bacterial suspensions were injected with a sterile syringe into the stems of healthy *Orobanche* plants closest to the soil level and the inoculation sites were thoroughly wrapped with parafilm after covering the inoculation point with wet cotton wool.

Five replicates were used for each microorganism. PDA discs and sterile 50 mM MgCl₂ buffer solution were used to inoculate control plants. Observations were made on days 3, 6 and 9 after inoculation. Bacterial and fungal agents were re-isolated from the plants showing symptoms of disease.

Detection of fungal and bacterial isolates by Matrix Assisted Laser Desorption Ionisation-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS)

Morphological identification of the fungal isolates was confirmed by MALDI-TOF MS (Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany). Cultures were transferred to tubes containing 8 ml of potato dextrose broth (PDB) liquid medium. The cultures were allowed to grow in the rotator for 2-3 days. Formic acid-ethanol extraction procedures were then initiated for MALDI-TOF MS analysis (Kara & Soylu, 2022). Spectra were captured using Flex control software. These spectra were then compared using Maldi Biotyper V 2.0 software and identification was performed (Pavlovic et al., 2012). After the samples were loaded into the MALDI-TOF MS instrument, the protein spectra obtained were compared with the spectra of standard species in the microorganism library using the instrument's software (BIOTYPER™ 1.1 software, Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany).

Molecular identification of fungal isolates

Fungal isolates selected as representative of the region/plant variety from the re-isolates causing typical disease symptoms were also identified using a universal primer pair (ITS1/ITS4 and ITS4/ITS5) specific for the ITS gene region (White et al., 1990). Genomic DNA was isolated from fungal cultures grown on PDA medium for 5-7 days. Small amounts of fungal hyphae were collected from the fungal culture grown on PDA medium by scraping with a scalpel into 2 ml eppendorf tubes. These hyphae were then homogenised using a homogeniser. DNA isolation was performed using QIAGEN DNeasy (250) Plant mini kit. DNA concentration was measured using a spectrophotometer (Nanodrop) and PCR was started on the samples (Kurt et al., 2020). For each reaction, 1× enzyme buffer, 0.2 µL dNTP, 0.5 µL primer, 1.5 µL MgCl₂ and 0.2 µL (ng) DNA were added to a total of 25 µL sterile distilled water. DNA amplification was performed in a thermal cycler PCR apparatus. PCR conditions were denaturation at 94 °C for 45 s, annealing temperature of 52 °C for ITS, 72 °C for 1 min and final step of 72 °C for 10 min. A capillary gel electrophoresis device was used to determine the quality of the PCR products. Depending on the quality of the bands, the PCR products were sequenced by commercial companies (ABI 3100, Applied Biosystems). The consensus sequences obtained for the ITS locus of the fungal isolates were deposited in the NCBI GenBank database (Boratyn et al., 2013).

RESULTS and DISCUSSIONS

Fungal and bacterial microbiomes isolated from healthy and diseased broomrape plants

The study was carried out between April and September 2021 at 25 different locations in tomato, carrot, tobacco, pepper potato, sunflower, pea, melon and thyme production areas in Altınözü, Antakya, Arsuz, Belen, Dörtöy, Erzin, Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Payas, Samandağ and Yayladağı districts of Hatay province (Figure 2).

As a result of the disease screening studies carried out on 148 fields with different crops, broomrape weed species were found in 29 fields (Üremiş et al., 2023). In the surveyed fields, healthy broomrape plants and broomrape plants with different disease symptoms were collected. A total of 91 plant samples (31 plants showing disease symptoms and 60 healthy broomrape plants) were obtained as a result of random sampling. The fungal and bacterial species on the broomrape plants in the surveyed areas were collected together with the host plant (Figure 2), placed in a paper bag in a cold chain and taken to the laboratory for isolation on nutrient media.



Figure 2. Detection of broomrape species (arrow) in different host crops during surveys in Hatay province. (A-E) Typical *Orobancha ramosa* in parsley fields, (F-H) *O. crenata* in carrot fields, (İ-J) *O. ramosa* in tomato, (K-M) tobacco, (N) eggplant fields

Şekil 2. Hatay ilinde yapılan sürveylerde farklı konukçu bitkilerde canavar otu (ok) türlerinin tespiti. (A-E) Maydanoz tarlalarında tipik *Orobancha ramosa*, (F-H) havuç tarlalarında *O. crenata*, (İ-J) domates (K-M) tütün ve (N) patlıcan tarlalarında *O. ramosa*

Isolation and identification of fungal and bacterial species in broomrape plants

Isolations were made to identify fungal and bacterial species from the blackening of root bundles, crowns and stems near the root collar of healthy and diseased broomrape (*Orobanche ramosa* and *Orobanche crenata*) collected during the surveys (Figure 3).



Figure 3. Disease symptoms detected on broomrape species are a problem in different areas of Hatay province where important agricultural products are grown. (A-D) Healthy broomrape plants. ((E-L) Typical blackening, fungal mycelia development, softening, and bacterial soft rot symptoms (arrow) on the stems of broomrape plants showing disease symptoms of different severities (arrow)

Şekil 3. Hatay ilinde önemli tarımsal ürünlerin yetiştirildiği farklı alanlarda sorun olan canavar otu bitki türlerinde tespit edilen hastalık belirtileri. (A-D) Sağlıklı canavar otu bitkileri. ((E-L) Farklı şiddetlerde hastalık belirtileri gösteren canavar otu bitkilerinin gövdelerinde tipik kararma, fungal misel gelişimi, yumuşama ve bakteriyel yumuşak çürüklük belirtileri (ok)

Fungal isolates with different morphological development (Figure 3A,B) were isolated from the tissues where disease symptoms were observed by surface sterilisation on PDA nutrient media. A total of 43 representative

fungal isolates were obtained from the isolations. Representative single spores and/or colonies of similar colonies were used for identification studies.

As a result of morphological characteristics of fungal isolates on PDA, sporulation and mycelial structures, 8 isolates of *Rhizoctonia solani* (Sneh et al., 1991) (Figure 4C) showed light brown mycelial development on PDA medium, hyphae were transparent, compartmentalised and showed 10 µm wide hyphal development in the form of right-angled side branches. While no sporulation was observed in the medium, light brown-black microsclerotia of 0.5-2.0 µm diameter (n=50) were observed in the long-term cultures.

Four *Fusarium incarnatum* (Leslie & Summerell, 2006) isolates showed pink-red mycelial growth on the PDA medium (Figure 4D) and formed dense micro- and macroconidia on day 5 of incubation. Microconidia were unicellular, transparent, oval, without compartments, 10-12.5 x 3-5 µm, macroconidia were 4-5 compartments, slightly curved, tapered at the apex and 25-32.5 x 3-5 µm (n=50).

Two isolates of *Sclerotinia sclerotiorum* (Mordue & Holliday, 1976) developed as cottony white mycelium on the petri and formed typical black sclerotia with a diameter of 2.5-7.5 mm (n=50) on the edges of the petri from the 5th-6th day of incubation (Figure 4E).

Nine *Alternaria alternata* isolates showed olive green-greyish black mycelial growth on the medium (Figure 4F). Microscopic observations made on the 4th day of incubation showed dark brown conidia characteristic of *Alternaria* type, especially with 1-2 transverse and 4-9 longitudinal divisions. The dimensions of the conidia were measured as 30-62.5x12.5-27.5 µm (n=50). Based on the observed cultural and morphological characteristics, the fungus was identified as *Alternaria alternata* (Simmons, 2007).

Four *Aspergillus niger* isolates showed dark brown-black mycelial growth on the PDA medium (Figure 4G). The vesicles of the fungus were spherical, and covered with irregular metulae and phialides. The conidia were generally dark brown to black, with rough cell walls, spherical, with a mean diameter of 3.0-3.5 µm (n = 50), while conidiophores were smooth-walled, hyaline, and melanised towards the vesicle. These characteristics of the fungal isolate were similar to those described for *Aspergillus niger* van Tiegh (Ahmed & Ravinder Reddy, 1993).

Two isolates of endophytic *Epicoccum nigrum*, produce coloured pigments (Figure 4H) after the 5th day of incubation on the PDA. Mycelial colonies developed as felted mycelial colonies giving reddish-orange diffusible pigment. Conidiophores were aggregated in sporodochia, densely compressed, and dark brown. The conidia were spherical or pyriform, dark, multicellular, 15.0-× 27.5 µm (n = 50) in diameter, and these morphological characteristics were found to be in complete agreement with previously reported morphological characteristics of the fungus (Colavolpe et al., 2018).

The most common fungal species isolated was identified as *Rhizopus oryzae* (syn. *Rhizopus arrhizus*) with 12 isolates. The fast-growing colonies of the fungus on PDA medium had a white cottony growth that turned brownish-grey to blackish-grey (Figure 4I), mycelia were unbranched, solitary, transparent to slightly dark sporangiophores 4.5-10.0 µm in diameter. Sporangia were round, dark, light brown oval spores, 40.0-200.0 µm in diameter, and rhizoids were located in the knot position adjacent to the sporangioform. The columella was globose to subglobose, pale brown and mostly 90–115 µm in diameter. These morphological characteristics were found to be in complete agreement with the previously reported morphological characteristics of the fungus (Kwon et al., 2012).

Representative isolates of fungal species with different morphological structures, representing each region/field in terms of disease severity, were used in the pathogenicity studies. Similar symptoms to those seen in the field were caused by *A. niger*, *R. solani*, *F. incarnatum*, *A. alternata* and *Sclerotinia sclerotiorum*, which are potential plant pathogens, at inoculation sites on broomrape plants, while no symptoms developed on control plants. The fungal isolates were re-isolated from the inoculated plants and were morphologically identical to the original isolates, thus fulfilling Koch's postulates. Isolates of *E. nigrum* and *R. oryzae* caused mild disease symptoms at the inoculation site.

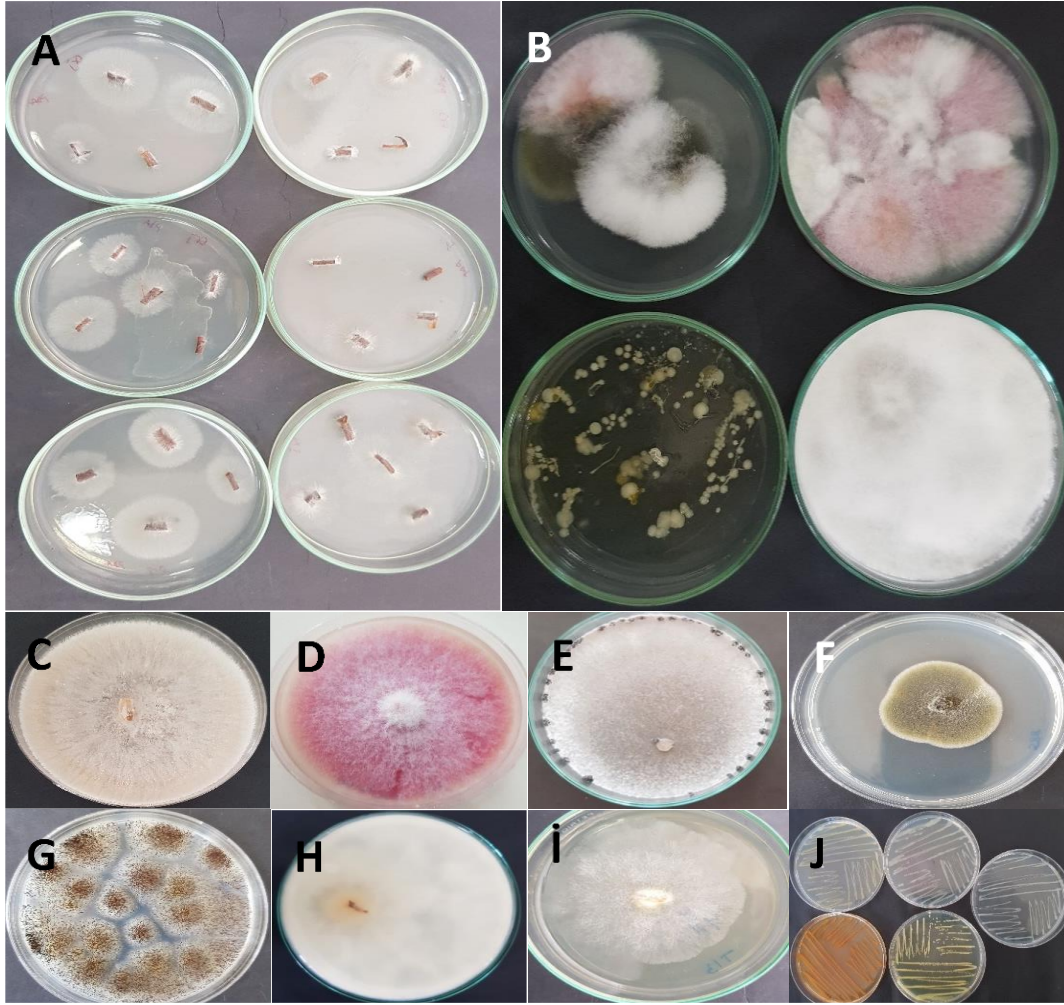


Figure 4. (A-B) Pure and mixed fungal and bacterial isolates of different species isolated from healthy and diseased broomrape plants. Typical mycelial growth of (C) *Rhizoctonia solani*, (D) *Fusarium incarnatum*, (E) *Sclerotinia sclerotiorum*, (F) *Alternaria alternata*, (G) *Aspergillus niger*, (H) *Epicoccum nigrum*, (I) *Rhizopus oryzae*, isolated from typical blackening, softening and root rot symptoms, on PDA medium. (J) Bacterial isolates with different morphological appearances developed from tissues showing soft rot symptoms

Şekil 4. (A-B) Sağlıklı ve hastalıklı canavar otu bitkileri üzerinden izole edilen farklı türlere ait saf ve karışık gelişen fungal ve bakteriyel izolatlar. Bitkilerin gövdelerindeki tipik kararma, yumuşama ve kök çürüklük belirtilerinden izole edilen (C) *Rhizoctonia solani*, (D) *Fusarium incarnatum*, (E) *Sclerotinia sclerotiorum*, (F) *Alternaria alternata*, (G) *Aspergillus niger*, (H) *Epicoccum nigrum*, (I) *Rhizopus oryzae* türlerinin PDA besi yeri üzerindeki tipik misel gelişimleri. (J) Yumuşak çürüklük belirtileri gösteren dokulardan gelişen farklı morfolojik görünümlü bakteri izolatları

Morphological identifications of fungal isolates were also confirmed by MALDI-TOF analysis. As protein profiles of reference isolates of all morphologically diagnosed fungal species were not available in the MALDI-TOF instrument, only *A. niger*, *A. alternata*, *F. incarnatum*, *E. nigrum*, *R. solani* and *R. oryzae* present in the microbial library of the instrument were identified by MALDI-TOF analysis (Figure 5).

Analyte ID:	Or21-1	Analyte ID:	Or2-2
Analyte Creation Date/Time:	2021-06-09T06:35:04.289	Analyte Creation Date/Time:	2021-06-09T06:35:02.592
Applied MSP Library(ies):	Filamentous Fungi	Applied MSP Library(ies):	
Applied Taxonomy Tree:		Applied Taxonomy Tree:	Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier	Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	<i>Alternaria alternata</i> DSM 62006 DSM	2.343	5599	1 (++)	<i>Aspergillus niger</i> M10 RLH	2.2	126754417
2 (+++)	<i>Alternaria alternata</i> DSM 12633 DSM	2.332	5599	2 (++)	<i>Aspergillus niger</i> M16 RLH	2.133	126754417
3 (++)	<i>Alternaria alternata</i> DSM 62010 DSM	2.198	5599	3 (++)	<i>Aspergillus niger</i> M14 RLH	2.114	126754417

Analyte ID:	Or9-7	Analyte ID:	Or4-2
Analyte Creation Date/Time:	2021-06-09T06:35:04.847	Analyte Creation Date/Time:	2021-06-09T06:35:30.718
Applied MSP Library(ies):		Applied MSP Library(ies):	
Applied Taxonomy Tree:	Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy	Applied Taxonomy Tree:	Projects, Bruker Taxonomy, Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier	Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	<i>Fusarium incarnatum</i> DSM 62403 DSM	1.979	298378	1 (++)	AGK R-32_Rhizoctonia solani-20170220	2.006	100134258
2 (-)	<i>Fusarium equiseti</i> DSM 62203 DSM	1.609	61235	2 (-)	<i>Pseudomonas rhodesiae</i> DSM 14020T HAM	1.333	76760
3 (-)	<i>Fusarium</i> sp DSM 63310 DSM mod	1.548	5506	3 (-)	<i>Chryseobacterium oranimense</i> 901900074 LBK	1.307	59732

Figure 5. MALDI-TOF MS diagnostic results of fungal species of different species isolated from diseased broomrape species found in different host crops growing in Hatay province

Şekil 5. Hatay ilinde yetişen farklı tarımsal ürünlerde hastalık belirtileri gösteren canavar otu bitkilerinden izole edilen farklı türlere ait fungusların MALDI-TOF MS tanı sonuçları

All representative fungal isolates were also used in molecular identification studies. The diagnosis of all fungal isolates was confirmed by the sequences of the Internal Transcribed Spacer (ITS) rDNA gene regions using the ITS1/4 or ITS4/5 primer pairs (White et al., 1990). The ITS locus sequences of the fungal isolates were compared with those of various fungal isolates from different host plants available in the NCBI GenBank database using the BLAST tool (Table 1). The PCR products were purified and sequenced. The resulting consensus sequences of all fungal isolates were deposited in the NCBI GenBank (Table 1).

Morphological and MALDI-TOF identification of *Rhizoctonia solani* Or4-2 (accession number: PP989821), *Fusarium incarnatum* Or9-7 (accession number: PP989825), *Sclerotinia sclerotiorum* Or14-5 (accession number: PP989826), *Alternaria alternata* Or21-1 (accession number: PP989827), *Epicoccum nigrum* Or5-3 (accession number: PP989828), *Aspergillus niger* Or2-2 (accession number: PP989829) and *Rhizopus oryzae* Or7-3 (accession number: PP989830) were also confirmed by molecular methods. In a recent study conducted by Başbağcı et al. (2023), isolates belonging to *Fusarium* spp. and *Rhizoctonia* spp. were identified at the genus level based on morphological characteristics of the fungal isolates. This study, however, clearly demonstrated for the first time that *Rhizoctonia solani*, *Fusarium incarnatum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum*, *Aspergillus niger* and *Rhizopus oryzae* cause disease on *Orobanch* spp. grown in Türkiye. The fact that the fungal species that cause disease on *Orobanch* spp. also cause disease on cultivated plants makes it impossible to use these species in biological control studies. In previously published studies, *Alternaria alternata* and *Rhizoctonia solani* were found to be relatively low pathogenic to *Orobanch* *ae*gyptiaca in Israel (Dor & Hershenhorn, 2009), *Sclerotinia sclerotiorum* was found to be pathogenic to *Orobanch* *cumana* in China (Ding et al., 2012), *Epicoccum nigrum* was reported to be a potential biological control agent of *Orobanch* *ae*gyptiaca in Nepal (Amsellem et al., 2001). *Rhizopus oryzae* has also been reported as a potential pathogen of *Orobanch* *ae*gyptiaca in China (Zhang et al., 2013). Zhang et al. (2018) also reported the stem rot of sunflower broomrape (*O. cumana*) caused by *Sclerotinia minor* Jagger in Inner Mongolia, China. Cignitas et al. (2024) recently reported *Fusarium fujikuroi* as a potential biocontrol agent of the parasitic weed *Phelipanche aegyptiaca* in tomato growing in Türkiye and

Hemmati and Gholizadeh (2019) reported *Talaromyces trachyspermus* on branched broom rape (*Orobancha ramosa*) in tomato growing in Iran. Impact of *Fusarium oxysporum* on the holoparasitic weed *Phelipanche ramosa* was also studied and its biocontrol efficacy under field-grown conditions were clearly revealed by Kohlschmid et al. (2009).

The isolation of the bacterial pathogen(s) from the soft rot symptoms observed on the stem and the swellings where they are attached to the root collar (Figure 3L) was carried out on KB media. Following isolation procedures, 72 bacterial isolates, both saprophytic (Figure 6A-B) and plant pathogenic (Figure 4C-D), were obtained and identified by MALDI-TOF analysis (Figure 4J). Pathogenicity tests of the bacterial species obtained were performed on healthy broomrape stems.

Table 1. Identification of fungal isolates isolated from broomrape plants displaying disease symptoms based on sequence analysis of the ITS gene region

Çizelge 1. Hastalık belirtisi gösteren canavar otu bitkilerinden izole edilen fungal izolatların ITS gen bölgesine ait dizi analizlerine bağlı tanılama sonuçları

Fungal species	GenBank Accession number	Matched accession number (identification %) and host plant
<i>Rhizoctonia solani</i> Or4-2	PP989821	MT380171 (100%) Strawberry
<i>Fusarium incarnatum</i> Or9-7	PP989825	PP087967 (100%) Muskmelon
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Or14-5	PP989826	MN105884 (100%) Carrot
<i>Alternaria alternata</i> Or21-1	PP989827	MF167293 (100%) Radish
<i>Epicoccum nigrum</i> Or5-3	PP989828	MT000383 (100%) Common reed
<i>Aspergillus niger</i> Or2-2	PP989829	KY357318 (100%) Groundnut
<i>Rhizopus oryzae</i> Or7-3	PP989830	KT899481 (100%) Papaya

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier	Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+++)	<i>Bacillus cereus</i> DSM 31T DSM	2.422	1396	1 (+++)	<i>Rhizobium radiobacter</i> DSM 30147T HAM	2.384	358
2 (+++)	<i>Bacillus cereus</i> CICC 23949 CICC	2.392	1396	2 (++)	<i>Rhizobium radiobacter</i> B178 UFL	2.273	358
3 (++)	<i>Bacillus cereus</i> 994000168 LBK	2.204	1396	3 (++)	<i>Rhizobium radiobacter</i> B167 UFL	2.186	358

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier	Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	<i>Pseudomonas cichorii</i> DSM 50259T HAM	2.145	36746	1 (+++)	<i>Pseudomonas marginalis</i> DSM 13124T HAM	2.345	298
2 (++)	CFBP-2101- <i>Pseudomonas cichorii</i> _20161117	2.127	100134258	2 (++)	CFBP-3300- <i>Pseudomonas marginalis</i> _20161114	2.158	100134258
3 (+)	CFBP-3651- <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i> race7_20161010	1.752	100134258	3 (+)	<i>Pseudomonas grimontii</i> CIP 106645T HAM	1.909	129847

Figure 6. (A-B) MALDI-TOF MS diagnostic results of antagonist/PGPB species detected on healthy broomrape plants. (C-D) MALDI-TOF MS diagnostic results of bacterial species obtained from broomrape plants displaying soft rot disease symptoms

Şekil 6. (A-B) Sağlıklı canavar otu türleri üzerinde tespit edilen antagonist/PGPB izolatların MALDI-TOF tanı sonuçları. (C-D) Yumuşak çürüklük hastalık belirtilerinden elde edilen hastalık etmeni bakteriyel türlerin MALDI-TOF MS teşhis sonuçları

As a result of MALDI-TOF analysis, 53 bacterial isolates were obtained from healthy broomrape plant samples such as *Bacillus cereus* (3 isolates), *Bacillus megaterium* (5 isolates), *Bacillus mycoides* (2 isolates), *Bacillus weihenstephanensis* (2 isolates), *Bacillus putida* (4 isolates), *Bacillus simplex* (4 isolates), *Glutamicibacter mysorens* (2 isolates), *Lysinibacillus sphaericus* (4 isolates), *Pseudomonas cedrinalis* ssp. *cedrina* (3 isolates), *Pseudomonas chlororaphis* (4 isolates), *Pseudomonas pseudomycoloides* (3 isolates), *Pseudomonas trivialis* (3 isolates), *Pseudomonas thivervalensis* (4 isolates), *Pseudomonas umsongensis* (1 isolate), *Rhizobium radiobacter* (4 isolates), *Solibacillus silvestris* (1 isolate), *Stenotrophomonas* sp. (Figure 5A,B). None of these isolates caused disease symptoms on the healthy broomrape stems into which they were inoculated. These isolates also did not cause soft rot symptoms at inoculation sites on potato tubers. The literature review reported that these bacterial species are well-known as potential antagonists and plant growth promoting bacteria (PGPB) species, which are commonly isolated from healthy weeds and cultivated plants and used in biological control of plant pathogens (Shaikh & Sayyed, 2015; Saxena et al., 2019).

A total of 19 bacterial isolates belonging to *Pseudomonas cichorii* (2 isolates), *Pseudomonas corrugata* (3 isolates), *Pseudomonas marginalis* (2 isolates), *Pseudomonas mediterranea* (3 isolates), *Bacillus pumilus* (4 isolates), and *Enterobacter cloacae* (5 isolates) were obtained from 12 different plants showing soft rot symptoms in the surveyed field and identified by MALDI-TOF analysis (Figure 5C,D). These bacterial isolates caused soft rot symptoms in the healthy broomrape plants and potato tubers 3 days after inoculation.

In the literature review, bacterial species such as *Pseudomonas corrugata* (Xu et al., 2013), *Pseudomonas marginalis* (Li et al., 2018), *Pseudomonas mediterranea* (Alippi & Lopez, 2010), *Pseudomonas cichorii* (Ruan et al., 2018), *Enterobacter cloacae* (Li et al., 2022), *Bacillus pumilus* (Peng et al., 2013) species cause "soft rot" disease symptoms in the roots, tubers, root collar, stem, and fleshy leaves of different cultivated plants, while *Rhizobium radiobacter* (Syn. *Agrobacterium tumefaciens*) species have been reported to cause the disease known as "root and crown gall and crown gall" (Lippincott et al., 1981). In the surveys conducted in Türkiye, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas mediterranea*, and *Pseudomonas cichorii* isolates caused soft rot disease symptoms in the tubers, stems, and fruits of different host plants (Saygılı et al., 2008; Aysan & Horuz, 2016), while *Rhizobium radiobacter* species generally cause the disease known as "knot or crown gall" in the fruit trees (Yüzbaşıoğlu & Aysan, 2021; Bozkurt & Soylu, 2019). The presence of these bacterial pathogens as primary or opportunistic-secondary soft rot disease agents of carrots and different Brassica species grown in the Hatay province of Türkiye has been recently reported (Soylu et al., 2022; Soylu et al., 2024).

Recently, surveys were carried out to identify broomrape species in tomatoes, carrots, tobacco, peppers and potatoes, sunflowers, peas, clover, melons and thyme in the Altınözü, Antakya, Arsuz, Belen, Dörtöyl, Erzin, Hassa, İskenderun, Kırıkhan, Kumlu, Reyhanlı, Payas, Samandağ and Yayladağ districts of Hatay province (Üremiş et al., 2023). In this study, a large number of healthy and diseased broomrape plant samples were collected during these survey to determine the diversity of fungal and bacterial microbiota in broomrape plants. The fungal and bacterial isolates obtained were identified by morphological, MALDI-TOF and molecular studies. Based on the morphological characteristics of the fungal isolates on PDA, they were identified as *Rhizoctonia solani*, *Fusarium incarnatum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum*, *Aspergillus niger* and *Rhizopus stolonifera*. The identification of the fungal isolates was also confirmed by MALDI-TOF and molecular identification studies. Morphological, MALDI-TOF and molecular identification studies have identified fungal isolates as plant pathogenic species on agriculturally important crops on which broomrape grows. This is the main issue limiting the possibility of using these fungal isolates for biological control of broomrape. Bacterial species such as *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus weihenstephanensis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus putida*, *Bacillus simplex*, *Enterobacter cloacae*, *Glutamicibacter mysorens*, *Lysinibacillus sphaericus*, *Pseudomonas cedrinalis* ssp. *cedrina*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas marginalis*, *Pseudomonas mediterranea*, *Pseudomonas pseudomycoloides*, *Pseudomonas trivialis*,

Pseudomonas thivervalensis, *Pseudomonas umsongensis*, *Rhizobium radiobacter*, *Solibacillus silvestris*, *Stenotrophomonas* sp., *Stenotrophomonas maltophilia*, and *Variovorax paradoxus* have been isolated from healthy broomrape plants and identified. All bacterial isolates were determined to be antagonistic/plant growth promoting bacteria (PGPB) species and did not cause disease symptoms in soft rot of potato slices or in pathogenicity tests on broomrape stems. In addition to these isolates, bacterial pathogens causing soft rot disease in cultivated plants such as *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas marginalis*, *Pseudomonas mediterranea*, *Pseudomonas cichorii*, *Enterobacter cloacae* and *Bacillus pumilus* were also obtained from broomrape samples showing symptoms of soft rot. The potential plant pathogenicity of these species was considered as the most important issue limiting their use in the biological control of broomrape species. The results of this study, revealing the fungal and bacterial microbiota of healthy and diseased broomrape, will provide information for various studies to be carried out on this plant in the future.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was financially supported by Mustafa Kemal University Coordinatorship of Scientific Research Projects (Project No: HMKU BAP-20.M.050)

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

All author contributed equally for analyses, writing and interpretation of the article. The authors read and approved the final version of the manuscript.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

This article does not require ethical approval as there are no experiments with human or animal subjects.

REFERENCES

- Abouzeid, M.A., Boari, A., & Evidente, A. (2004). Toxicity profiles of potential biocontrol agents of *O. ramosa*. *Weed Science*, 52, 326-332. <https://www.jstor.org/stable/4046926>
- Ahmed, K.M., & Ravinder Reddy, C.H. (1993). A Pictorial Guide to the Identification of Seedborne Fungi of Sorghum, Pearl Millet, Finger Millet, Chickpea, Pigeonpea, and Groundnut. Information Bulletin no. 34. International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics.
- Aksoy, E. (2003). Canavar otu türlerinin (*Orobanche* spp.) Çukurova bölgesi'ndeki önemi ve mücadele olanakları üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 158 s, Adana.
- Aksoy, E., & Pekcan, V. (2014). Canavar Otları (*Orobanche* spp., *Phelipanche* spp.) ve Mücadelesi. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 15, Ankara.
- Aksoy, E., & Uygur, F.N. (2008). Effect of broomrapes on tomato and faba bean crops. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 11 (1), 1-7.
- Aktan, Z.C., & Soylu, S. (2020). Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23, 641-654. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.659802>

- Alippi, A.M., & Lopez, A.C. (2010). First report of *Pseudomonas mediterranea* causing tomato pith necrosis in Argentina. *New Disease Reports*, 20, 34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02291.x>
- Amsellem, Z., Barghouthi, S., Cohen, B., Goldwasser, Y., Gressel, J., Hornok, L., Kerényi, Z., Kleifeld, Y., Klein, O., Kroschel, J., Sauerborn, J., Müller-Stöver, D., Thomas, H., Vurro, M., & Zonno, M.C. (2001). Recent advances in the biocontrol of *Orobanche* (broomrape) species. *Biocontrol*, 46, 211-228. <https://doi.org/10.1023/A:1011496114707>
- Aysan, Y., & Horuz, S. (2016). Commercially important vegetable crop diseases. In: *Handbook of vegetable preservation and processing*, Hiu, YH., Evranuz, EO (eds.) 2nd Edition, CRC Press-Taylor & Francis Group, USA, pp 137-154.
- Başbağcı, G., Çiğnitaş, E., & Kitiş, Y.E. (2023). Batı Akdeniz Bölgesi örtü altı domates alanlarında sorun olan canavar otu (*Phelipanche* spp.) türlerinden izole edilen funguslar. *Turkish Journal of Weed Science* 26 (2), 106-113.
- Bayram, Y., & Çikman, E. (2017). Investigation of efficiency of *Pytomiza orobanchia* Kaltenbach (Diptera: Agromyzidae) on *Orobanche aegyptiaca* Pers. and *O. ramosa* Linnaeus (Orobanchaceae) in tomato fields at Diyarbakir and Mardin provinces. *Journal of Tekirdag Agriculture Faculty-Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 16-21.
- Boratyn, G.M., Camacho, C., Cooper, P.S., Coulouris, G., Fong, A., Ma, N., Madden, T.L., Matten, W.T., McGinnis, S.D., Merezuk, Y., Raytselis, Y., Sayers, E.W., Tao, T., Ye, J., & Zaretskaya, I. (2013). BLAST: a more efficient report with usability improvements. *Nucleic Acids Research*, 41, 29-33. <https://doi.org/10.1093/nar/gkt282>.
- Bozkurt, İ.A., & Soyulu, S. (2019). Determination of antagonistic potential of epiphytic and endophytic bacterial isolates against apple crown gal disease agent *Rhizobium radiobacter*. *Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 348-361. <https://doi.org/10.33462/jotaf.556256>
- Cignitas, E., Basbagci, G., Sulu, G., & Kitis, Y.E. (2024). *Fusarium fujikuroi* as a potential biocontrol agent of the parasitic weed *Phelipanche aegyptiaca* in tomato. *Journal of Phytopathology*, 172, e13344. <https://doi.org/10.1111/jph.13344>
- Civelek, H.S., & Demirkan, H. (1997). Marmara bölgesi sanayi domates yetiştirme alanlarında sorun olan canavar otu (*Orobanche*) türlerinin doğal düşmanı *Phytomyza orobanchia* Kaltenbach, 1864 (Diptera, Agromyzidae) ile bulaşıklığı üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Herboloji Kongresi Bildirileri*, 45-51.
- Colavolpe, B., Ezquiaga, J., Maiale, S., & Ruiz, O. (2018). First report of *Epicoccum nigrum* causing disease in *Lotus corniculatus* in Argentina. *New Disease Reports*, 38, 6. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2018.038.006>
- Cordas, D.J. (1973). Effects of branched broomrape on tomatoes in California. *Plant Disease Reporter*, 57, 926-927.
- Ding, L.L., Zhang, X.K., Zhao, S.F., Yao, Z.Q., & Du, J. (2012). Isolation and identification of pathogen of *Orobanche cumana* stem-rot disease in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 49 (6), 1096-1102. <http://www.xjnykx.com/EN/Y2012/V49/I6/1096>
- Domsch, K.H., Gams, W., & Anderson, T.H. (1980). *Compendium of soil fungi*. Academic Press, London, 859 p.
- Dor, E., & Hershenhorn, J. (2009). Evaluation of the pathogenicity of microorganisms isolated from Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) in Israel. *Weed Biology and Management*, 9 (3), 200-208. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2009.00340.x>
- Ellis, M.B. (1971). *Dematiou Hypomycetes*. Commonwealth Mycology, England, 608 pages.
- Emiroğlu, Ü.J., Nemli, Y., & Küçüközden, R. (1987). The resistance of Aegean tobacco lines and cultivars to broomrape (*O. ramosa*) and the effect of that parasite on yield and quality. *Proceedings of the 4 th International Symposium on Parasitic Flowering Plants*, 175-182.
- Giray, H., & Nemli, Y. (1983). İzmir ilinde *Orobanche*'in doğal düşmanı olan *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera, Agromyzidae)'in morfolojik karakterleri, kısaca biyolojisi ve etkinliği üzerinde araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7, 183-192.

- Hemmati, R., & Gholizadeh, R. (2019). *Talaromyces trachyspermus* a potential biocontrol agent for branched broom rape (*Orobancha ramosa*). *Australasian Plant Pathology*, 48 (3), 217-219. <https://doi.org/10.1007/s13313-019-0620-1>
- Hershenhorn, J., Goldwasser, Y., & Plakhine, D. (1996). Role of pepper (*Capsicum annum*) as a trap and catch crop for control of *Orobancha aegyptiaca*. *Weed Science*, 44, 948-951.
- Horvath, Z. (1987). Investigations on *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Dipt: Agromyzidae), a possible biocontrol agent of *Orobancha* spp. (*Orobanchaceae*) in Hungary-*Proceedings of the 4 th International Symposium on Parasitic Flowering Plants*, 403-416.
- Kadioğlu, İ. (2009). Canavar otunun (*Orobancha* spp.) tanımı, zararları ve mücadelesi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 12 (2), 1-6.
- Kara, M., & Soylu, S. (2022). Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their *in vitro* antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (1), 36-46. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1021349>
- Klein, O., & Kroschel, J. (2002). Biological control of *Orobancha* spp. with *Phytomyza orobanchia*, a review. *Biocontrol*, 47, 245-277, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Kohlschmid, E., Sauerborn, J., & Müller-Stöver, D. (2009). Impact of *Fusarium oxysporum* on the holoparasitic weed *Phelipanche ramosa*: biocontrol efficacy under field-grown conditions. *Weed Research*, 49, 56-65. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2009.00743.x>
- Kroschell, J., & Klein, O. (1999). Biological control of *Orobancha* spp. with *Phytomyza Orobanchia* Kalt., review. *Advances in Parasitic Weed Control at on-Farm Level*, Vol. 11, Join Action to Control *Orobancha* in the Wana Region, J.Kroschel, M.Abderabihi. H. Betz (Editors), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany, p. 135-159.
- Kurt, Ş., Soylu, S., Uysal, A., Soylu, E.M., & Kara, M. (2020). Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25, 46-56. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.686111>
- Kwon, J.H., Ryu, J.S., Chi, T.T.P., Shen, S.S., & Choi, O. (2012). Soft rot of *Rhizopus oryzae* as a postharvest pathogen of banana fruit in Korea. *Mycobiology*, 40, 214-216. <https://doi.org/10.5941/MYCO.2012.40.3.214>
- Lelliot, R.A., & Stead, D.E. (1987). *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. (Methods in Plant Pathology, Vol 2, Oxford, Blackwell Scientific Publications: Preece T.F., Ed.). pp 176-177.
- Leslie, F.J., & Summerell, A.B. (2006). *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing, London, UK. pp 220.
- Li, E.F., Tian, X.L., Zhao, R.B., Wang, H., & Wang, G. (2022). First report of *Enterobacter cloacae* causing bulb decay on garlic in China. *Plant Disease*, 106, 310. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-21-0972-PDN>
- Li, X., Tian, Y., & Xie, H. (2018). First report of *Pseudomonas marginalis* isolated from celery with symptom of stem rot in China. *Journal of Plant Pathology*, 100, 585. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0039-5>
- Linke, K.H., Sauerborn, J., & Saxena, M.C. (1992). Options for biological control of the parasiting weed *Orobancha*. *Proceedings of the Eight International Symposium on Biological Control of Weeds*, 2-7 February 1992, Lincoln University, Canterbury, New Zealand. Delfosse, E.S. and R.R. Scott (eds.). DSIR/CSIRO, Melbourne, p.633-40.
- Linke, K.H., Vorlaender, C., & Saxena M.C. (1990). Occurrence and Impact of *Phytomyza orobanchia* (Diptera: Agromyzidae) on *Orobancha crenata* (*Orobanchaceae*) in Syria. *Entomophaga*, 35 (4), 633-639. <https://dx.doi.org/10.1007/BF02375097>
- Lippincott, J.A., Lippincott, B.B., & Starr, M.P. (1981). The genus *Agrobacterium*. In: *The Prokaryotes*. M.P. Starr, H. Stolp, H.G. Trup, A. Balows and H.G. Schegel (Eds.). Springer -Verlag, New York. Pp, 842
- Mihajlovic, L. (1986). In *Proceedings of a Workshop on Biology and Control of Orobancha* (ter Borg, S. ed.). Wageningen: Agricultural University, pp. 118-12.

- Mijatovic, K., & Stojanovic, D. (1973). Distribution of *Orobanche* spp. on agricultural crops in Yugoslavia. *Proc. Symp. Parasitic Weeds, European Weed Research Council*, 38-34.
- Mordue J.E.M., & Holliday P. (1976). *Sclerotinia sclerotiorum*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, 513.
- Parker, C. (2009). Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Science*, 65, 453-459. <https://doi.org/10.1002/ps.1713>
- Pavlovic, M., Konrad, R., Iwobi, A.N., Sing, A., Busch, U., & Huber, I. (2012). A dual approach employing MALDI-TOF MS and real-time PCR for fast species identification within the *Enterobacter cloacae* complex. *FEMS Microbiology Letters*, 328, 46-53. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2011.02479.x>
- Peng, Q., Yuan, Y., & Gao, M. (2013). *Bacillus pumilus*, a novel ginger rhizome rot pathogen in China. *Plant Disease*, 97, 1308-1315. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-12-1178-RE>
- Piwowarczyk, R., Mielczarek, L., & Guzikowski, S. (2018). First report of *Phytomyza orobanchia* (Diptera: Agromyzidae) from Poland and *Chymomyza amoena* (Diptera: Drosophilidae) on *Phelipanche ramosa* (Orobanchaceae). *Florida Entomologist*, 101 (3), 540-542. <https://doi.org/10.1653/024.101.0333>
- Ruan, H., Shi, N., Du, Y., Chen, F., Yang, X., Gan, L., & Dai, Y. (2018). First report of *Pseudomonas cichorii* causing tomato pith necrosis in Fujian Province, China. *Plant Disease*, 103, 145-145. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-0959-PDN>
- Saxena, A.K., Kumar, M., Chakdar, H., Anuroopa, N., & Bagyaraj, D.J. (2019). *Bacillus* species in soil as a natural resource for plant health and nutrition. *Journal of Applied Microbiology*, 128, 1583-1594. <https://doi.org/10.1111/jam.14506>
- Saygili H., Aysan Y., Ustun N., Mirik M., & Sahin F. (2008). Tomato pith necrosis disease caused by *Pseudomonas* species in Turkey. In: *Fatmi M. et al. (eds) Pseudomonas syringae Pathovars and Related Pathogens- Identification, Epidemiology and Genomics*. Springer, Dordrecht. pp 357-365.
- Shaikh, S.S., & Sayyed, R.Z. (2015). Role of plant growth-promoting rhizobacteria and their formulation in biocontrol of plant diseases. In: *Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets, N.K. Arora (ed.)*, Springer, pp.337-351.
- Simmons, E.G. (2007). *Alternaria: An identification manual*. CBS Fungal Biodiversity Center, Utrecht, the Netherlands.
- Sneh B., Burpee L., & Ogoshi A. (1991). *Identification of Rhizoctonia species*. APS Press, St. Paul, 133 pp.
- Sokat, Y. (2019). Patlıcan üretim alanlarındaki canavar otu (*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel.)'na karşı mücadele stratejilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 73 s, İzmir.
- Sokat, Y. (2020). Canavar otunun (*Orobanche gracilis* Sm.) kekik bitkisi ve verimine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9, 229-236.
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Gümüş, Y., Soylu, E.M., Kurt, Ş., Üremiş, İ., & Sertkaya, E., (2024). Determination of fungal and bacterial disease agents on significant *Brassicaceous* vegetable species grown in Hatay Province. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27 (4), 881-891. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1383042>
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, E.M., Üremiş, İ., Sertkaya, E., Bozkurt, İ.A., & Öztürk, M. (2022). Amik Ovası havuç ekim alanlarında sorun olan fungal ve bakteriyel hastalık etmenlerin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25, 1326-1340. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1015936>
- Sutton, B.C. (1980). *The Coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata*. CMI, Kew, 696 p.

- Thomas, H., Sauerborn, J., Müller-Stöver, D., Kroschel, J. (1999). Fungi of *Orobanche aegyptiaca* in Nepal with potential as biological control agents. *Biocontrol Science and Technology*, 9, 379-381. <https://doi.org/10.1080/09583159929631>
- Trencheu, G. (1981). The possibility of using *Phytomyza orobanchia* Kalt. for the control of broom rape. *Vissh. Selskostapanski Institut "V. Kolaruu", Plaudiv, Bulgaria. Resteniev" dniNauki*, 18, 112-119.
- Üremiş, İ., & Arslan, M. (2021). Bitki özütlerinin domatestede mavi çiçekli canavar otu (*Orobanche ramosa* L.)'nun büyüme ve gelişimine etkileri. *Türkiye Herboloji Dergisi* 24 (2), 64-82.
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., & Sertkaya, E. (2023). Hatay ili tarımsal alanlarında bulunan canavar otu türlerinin, yaygınlıklarının, yoğunluklarının ve potansiyel zarar seviyesinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 338-354. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1240285>
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E.M., & Sertkaya, E., (2020). Hatay ili havuç ekim alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yaygınlıkları, yoğunlukları ve durumlarının değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17, 211-228. <https://doi.org/10.33462/jotaf.645336>
- Vural C., & Soylu S. (2012). Prevalence and incidence of fungal disease agents affecting bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Research on Crops*, 13, 634-640.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. (eds) In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, San Diego, pp. 315-322.
- Wurgler, W. (1973). Studies on hemp broomrape (*Orobanche ramosa* L.) in Switzerland, *Proc. International Symposium on Parasitic Weeds, European Weed Research Council*, pp. 218-223.
- Xu, X., Baysal-Gürel, F., & Miller, S. (2013). First report of tomato pith necrosis caused by *Pseudomonas mediterranea* in the United States and *P. corrugata* in Ohio. *Plant Disease*, 97 (7), 988. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-12-1208-PDN>
- Yüzbaşıoğlu, E.G., & Aysan, Y. (2021). Isolation and identification of *Agrobacterium tumefaciens* Strains from different hosts in Turkey. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18, 247-259. <https://doi.org/10.33462-jotaf.750544-1144553>
- Zhang J., Jia R, Zhang Y., Li, M., Zhou, H., & Zhao, J. (2018). First report of stem rot of sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) caused by *Sclerotinia minor* Jagger in Inner Mongolia, China. *Plant Disease*, 102 (3), 683-683. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-17-1173-PDN>
- Zhang, X., Yao, Z., Zhao, S., Xie, H., & Yang, M. (2013). *Rhizopus* Stem Rot of *Orobanche aegyptiaca* caused by *Rhizopus oryzae* in China. *Journal of Phytopathology*, 161, 745-748. <https://doi.org/10.1111/jph.12124>

Flood analysis using the HEC-RAS software for Antakya Altınçay Creek

Antakya Altınçay Deresinin HEC-RAS yazılımı ile taşkın analizi

Ahmet İRVEM¹ , İlker DAĞ¹ , Mustafa ÖZBULDU¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Hatay, Türkiye.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article history: Recieved / Geliş: 30.06.2024 Accepted / Kabul: 16.09.2024</p> <p>Keywords: SCS method DSI method HEC-RAS model Flood analysis Altınçay Creek</p> <p>Anahtar Kelimeler: SCS yöntemi DSİ yöntemi HEC-RAS modeli Taşkın analizi Altınçay Deresi</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/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  	<p>Flood is one of the most important disasters in the world. Floods, common in our country, are the second disaster after the earthquake in terms of loss of life and property caused by natural disasters and the first among climatic disasters. The district of Antakya is located where streamflow has a high flow coefficient. Because of flooding in Altınçay Creek which flows through the center of Antakya into the Orontes River, flood studies need to be carried out and the necessary precautions taken to prevent flooding. In this study, peak discharges for 2, 5, 10, 25, 50, and 100-year return periods of Altınçay Creek passing through residential areas in Antakya were determined by SCS and DSI synthetic methods. Using these estimated peak discharges the water profile along the Altınçay Creek route has been simulated using HEC-RAS software, and the flood risk areas were determined on cross-sections basis. As a result, flood risk was not observed in peak discharge for return periods of 2, 5 and 10 years. However, flood events were observed at 16, 51, and 73 different cross sections in peak discharges for return periods of 25, 50, and 100 years respectively. To reduce flood damage, it was suggested that the cross-sectional areas having flood risk must be increased.</p> <p>ÖZET</p> <p>Taşkın, dünyanın en önemli afetlerinden biridir. Ülkemizde yaygın olarak görülen taşkınlar, doğal afetlerin neden olduğu can ve mal kaybı açısından depremden sonra ikinci, iklimsel afetler arasında ise birinci sırada yer almaktadır. Antakya ilçesi, eğimi ve akış katsayısı yüksek akarsuların olduğu bir konumdadır. Antakya şehir merkezinden geçerek Asi Nehri'ne dökülen Altınçay Deresi bu akarsulardan biridir ve meydana gelen taşkınlar nedeniyle taşkın etütlerinin yapılması ve taşkından korunmak için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, Antakya'daki yerleşim alanlarından geçen Altınçay Deresi'nin 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık dönüş periyotlarına ait pik debileri SCS ve DSİ sentetik yöntemleri ile belirlenmiştir. Bu tahmini pik taşkın debileri HEC-RAS yazılımında kullanılarak benzetimi yapılmış ve Altınçay Deresi güzergahı boyunca seçilen akarsu kesitlerinden su profili derinliği ve taşkın risk alanları kesit konumlarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak, 2, 5 ve 10 yıllık dönüş periyotlarına sahip pik debilerde taşkın riski gözlenmemiş, ancak 25, 50 ve 100 yıllık dönüş periyotlarına sahip pik debilerde sırasıyla 16, 51 ve 73 farklı istasyonda taşkın olayları gözlenmiştir. Taşkın zararını azaltmak için taşkın riski taşıyan kesit alanlarının artırılması önerilmiştir.</p>
Cite/Atıf	İrvem, A., Dağ, İ. & Özbuldu, M. (2024). Flood analysis using HEC-RAS software for Antakya Altınçay Creek. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (3), 912-924. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1507564

INTRODUCTION

Floods are a significant natural disaster, causing extensive damage to residential areas, infrastructure, agricultural lands, and local fauna. These events disrupt economic and social activities in affected regions. Floods are ranked second after earthquakes and first among climatic disasters regarding loss of life, property damage, and financial losses caused by natural disasters (Blöschl et al., 2020). Ranking as the second most destructive natural hazard after earthquakes, floods have been a significant concern in Türkiye. The Turkish Disaster Database documented 1076 flood events between 1960 and 2014, causing 795 fatalities and 800 million USD in economic losses (Koç et al., 2020). Türkiye experiences a notable frequency of flooding, with an average of 22 flood events and 19 deaths occurring annually (Saber & Yılmaz, 2018). Human activities such as improper land use, unauthorized settlements along rivers and streams, and erosion significantly contribute to floods (Song et al., 2020). In addition to human interventions, climate change and forest fires are another significant reason for the recent increase in flood frequency. Changes in precipitation patterns, particularly the increase in rainfall intensity, are expected to exacerbate flooding due to climate change (Arnell & Gosling, 2014). Therefore, determining flood risk areas by simulation of defined streamflow is a critical issue for flood management in terms of reducing flood risk (Luu et al., 2020; Cai et al., 2021; Dong et al., 2022; Woldegebrael et al., 2022; Olanrewaju & Reddy, 2022).

Flood data analysis forms the foundation of flood risk assessment, involving the collection, interpretation, and utilization of data related to past flood events, hydrological conditions, and geographical features (Luu & Meding, 2018). Analyzing flood data allows for the identification of patterns, trends, and potential risks, which contributes to a more comprehensive understanding of flood dynamics and vulnerabilities (Wang et al., 2020). This data-driven approach enables researchers and policymakers to assess the spatial distribution of flood risk, evaluate the effectiveness of existing flood management strategies, and develop targeted interventions to enhance resilience (Chen et al., 2022). To minimize the impact of flooding, researchers are using various models and software for the identification and prediction of flood inundation zones. One of these software programs is the Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS) model. HEC-RAS is a widespread software developed by the US Army Corps of Engineers and known for its effectiveness in flood studies (Irvem & Ozbuldu, 2020). Researchers have successfully used HEC-RAS in various flood modeling scenarios, including analyzing flood data from different regions using 1D and 2D numerical simulations (Patel & Gundaliya, 2016; Manina et al., 2020; Oğraş & Önen, 2020; Razi et al., 2022; Milišić & Hadžić, 2023).

Changes in climate and precipitation regimes in recent years have led to more frequent and severe flood events. To prevent flooding, it is necessary to take various protection measures and to continue increasing efforts to reduce its destructive effects. Antakya district is located in a region with high slopes and downstream of stream beds with high flow coefficients. The increasing number of settlements in the region, coupled with forest fires in the river basins, particularly the devastating fire in 2013, have significantly reduced forest cover. For these reasons, it is obvious that the runoff flows after rainfall will increase. It is necessary to carry out flood studies and take necessary precautions for the discharge channels that flow through to the Orontes River in Antakya. The importance of the study lies in its contribution for preventing the loss of life and property by minimizing the destructive effects of floods on settlements and agricultural areas. In high-risk areas such as Antakya, flood management and risk analysis studies are critical for the sustainability of economic and social activities in the region. In this context, the results of the study will provide guidance for local governments and relevant institutions in combating floods.

The aim of this study is to determine the flood flows of the Altınçay Creek passing through residential areas in Antakya for different return periods and to simulate the water profile along the stream route using HEC-RAS software. In line with the simulation results obtained, it is aimed to determine the flood risk areas and to reveal the measures that can be taken to reduce this risk.

MATERIALS and METHODS

Study area

This study was performed in the Altınçay Creek Basin, which is located within the borders of Antakya district of Hatay province and has an area of 12 km². The length of the Altınçay Creek is 8.2 km and as a result of the reclamation works carried out by the State Hydraulic Works (DSI) of the Republic of Türkiye in 2011, dikes were constructed on both sides of the stream, and it was transformed into a 6.2 km long discharge channel. The location of the Altınçay Creek Basin is given in Figure 1. In the study, a topographic map and satellite images of the river basin were used. The boundary of the basin, the route of the streams, the slope of the stream, and the locations of the art structures were determined with ArcGIS and HEC-RAS software were used for hydraulic modeling.

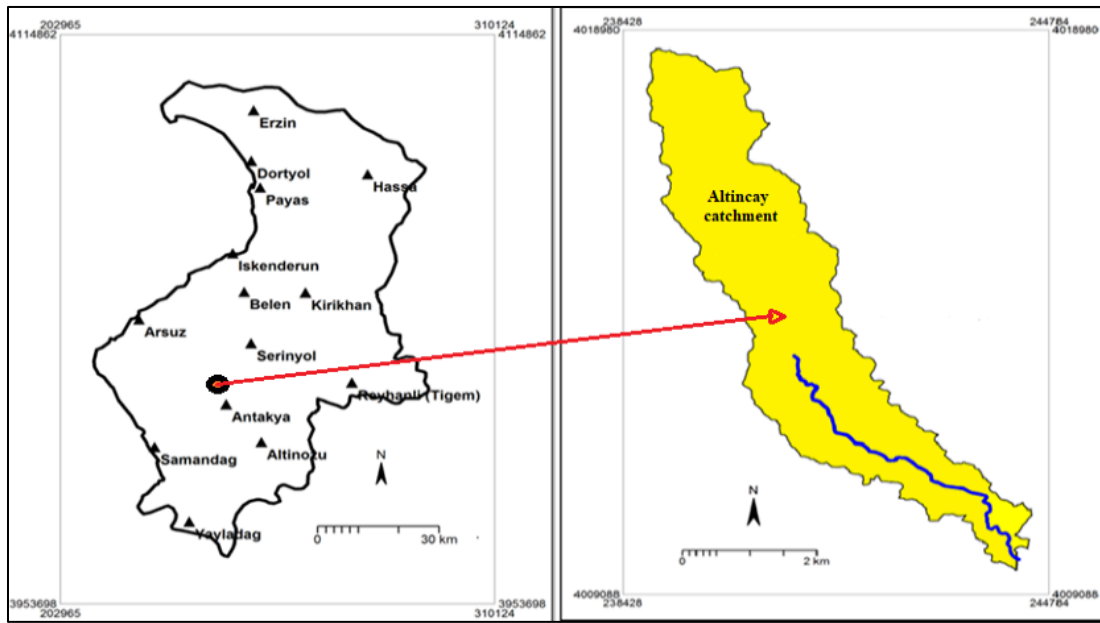


Figure 1. The location of the study area

Şekil 1. Çalışma alanı konumu

The HEC-RAS software

The Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS), developed by the American Hydrologic Engineering Center, is a one-dimensional simulation model designed to determine water surface elevations in channels, rivers, and surrounding floodplains (HEC-RAS, 2010).

Determination of surface runoff from precipitation

In the absence of a flow measurement station for Altınçay Creek, flow estimates were derived from precipitation data using the Soil Conservation Service (SCS) runoff method. Long-term precipitation records were obtained from the Antakya meteorological station, the nearest representative station for the stream basin. In this study, the SCS dimensionless synthetic unit hydrograph method developed by the U.S. Soil Conservation Service and preferred due to its ease and applicability in determining runoff from precipitation was used. In the SCS method surface runoff can be calculated using Equation 1 (Tülücü, 2002).

$$Q = \frac{\left[P - \left(\frac{5080}{CN} - 50.8 \right) \right]^2}{\left[P - \left(\frac{20320}{CN} - 203.2 \right) \right]} \quad \text{Eq.(1)}$$

Where, Q , actual direct runoff, mm; P , total storm rainfall, mm; CN is curve number (dimensionless). Empirical analyses have shown that the CN value is a function of soil group, surface cover and previous moisture status. When determining the CN value in very large basins, the large basin can be divided into sub-basins to create more homogeneous conditions in terms of soil properties and vegetation cover. The CN value can be estimated more easily for each sub-basin and a single CN value can be found for the whole basin by taking the weighted average of these values according to the terrain (Tülücü, 2002; Akgül & Çetin, 2016).

DSI synthetic hydrograph method

In case of lack of the flow data in any basin, the unit hydrograph theory can be used to estimate peak flow (Yi et al., 2022). In this study, DSI synthetic method was used for peak flow estimation. DSI synthetic unit hydrograph method in areas with a rainfall area less than 1000 km² gives better results than other methods (Demir & Ülke Keskin, 2022). DSI synthetic method is based on the SCS dimensionless unit hydrograph method. In the DSI synthetic method, the runoff yield of a rainfall of a certain duration is calculated by Equation 2. Probability analysis of these data yielded rainfall amounts corresponding to returned periods of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years. Utilizing the DSI synthetic unit hydrograph method, peak discharges for different return periods were determined.

$$Q_p = q_p \times A \quad \text{Eq.(2)}$$

Where, A is the basin area (km²) and q_p is the flow rate per unit area at a flow height of 1 mm. q_p is calculated by Equation 3.

$$q_p = \frac{414}{A^{0.225} E^{0.16}} \quad \text{Eq.(3)}$$

Where, E is a parameter and is calculated with Equation 4.

$$E = \frac{L \times L_c}{\sqrt{S}} \quad \text{Eq.(4)}$$

Where, L is the length of the main watercourse (km), L_c is the watercourse distance between the projection of the basin center of gravity on the main watercourse and the basin outlet point (km) and S is the basin harmonic slope (%). The volume of water (m³) created from the total area by one mm of runoff height is calculated by Equation 5.

$$V_b = A \times h \quad \text{Eq.(5)}$$

Where, h is the flow height (mm) and A is the catchment area (km²). The base time of the hydrograph (h) is calculated by Equation 6.

$$T = 3.65 \frac{V_b}{Q_p} \quad \text{Eq.(6)}$$

The time to peak of the hydrograph is calculated by Equation 7 and harmonic slope is calculated by Equation 8.

$$T_p = \frac{T_b}{5} \quad \text{Eq.(7)}$$

$$s = \left[\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right]^2 \quad \text{Eq.(8)}$$

Where, S is the harmonic slope, n is the number of river parts along the channel.

Determination of channel sections and roughness coefficient

The cross-sections to be defined for the Altınçay Creek were determined as 300 control cross-sections to represent the places where the flow, slope, cross-sectional shape or roughness changes along the channel, where the dikes and bridges start and end. These control sections were defined as stations. The distances between stations vary between 20 meters and 60 meters in terms of changes in channel geometry. Roughness is one of the factors affecting the flow velocity of water in streams and channels. As a result of numerous studies, roughness coefficients have been obtained for different characteristics of the channels. This coefficient must be defined in HEC-RAS for simulation. Roughness coefficients according to the characteristics of the channels taken from the literature (Chin, 2006). In this study, the roughness coefficient was taken as 0.020 since the Altınçay Creek is a reinforced concrete structure and there is no vegetation in the channel.

Calculation of water profile in channel

In the HEC-RAS software, the water surface profiles are calculated by a method called the standard step method, which is based on the repeated solution of the energy equation from one cross-section to another (Sarhadi et al., 2012). The energy equation used in HEC-RAS software is given in Equation 9.

$$Z_2 - Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad \text{Eq.(9)}$$

Where, Z_1 and Z_2 represent the main channel bottom height, Y_1 and Y_2 represent the cross-sectional flow depth, V_1 and V_2 represent the average velocity, α_1 and α_2 represent the velocity coefficient, g represents the gravitational acceleration, and h_e represents the energy loss height (Ardıçlıoğlu M., 2007).

RESULTS and DISCUSSIONS

Defining channel geometry of Altınçay Creek

To create channel geometry, the direction of water flow, coordinate information of the stations, channel cross-section data, channel length, channel roughness coefficients and distances between stations were defined as basic geometric data in the HEC-RAS software as a result of the survey measurements using laser level.

Altınçay Creek is a stream bed with very different geometric cross-sections, a very small part of which is a stone wall, and all other parts have reinforced concrete dikes on both sides. Reinforced concrete walls were constructed by DSI in 2011 for flood protection purposes to ensure that water flows in a certain place and direction. The cross sections along the channel differ in terms of area and shape. The channel sections do not show a uniform structure in general from the downstream, i.e. the part that flows into the Orontes River, to the origin. According to the measurement results, it was observed that the bottom width of the channel in the Altınçay Creek varies between 3 meters and 14 meters, while the channel depth is between 3 meters and 10 meters. Figure 2 shows the cross-section geometry of sections 262 and 266, As seen in figure sections 263 and 264 have the narrowest cross-section of the channel. Compared to the other sections, the cross-sectional area is about 50% less. In most of the channels, the dike heights are not equal on both sides of the channel.

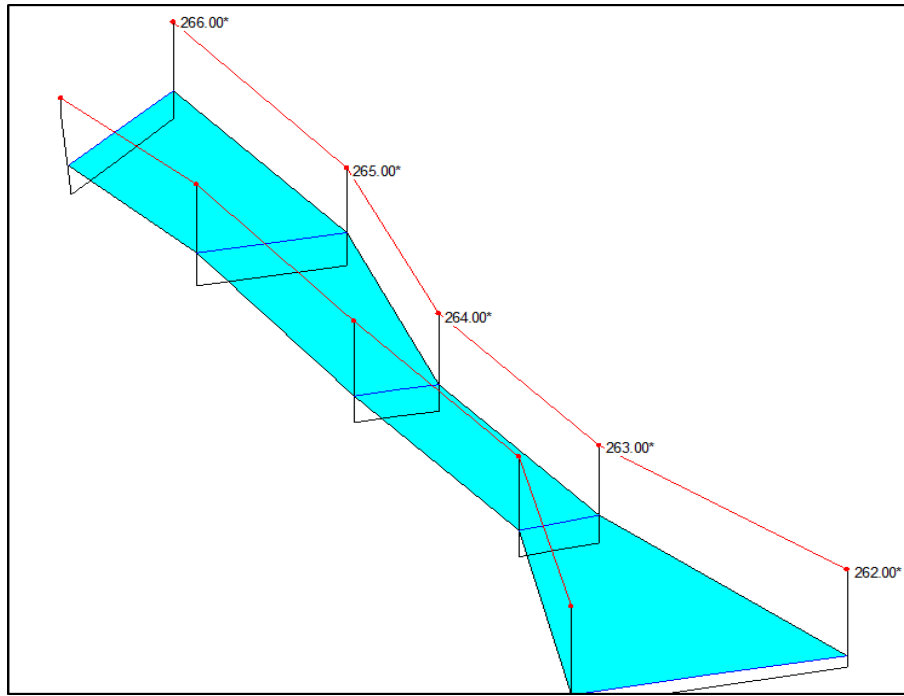


Figure 2. Cross sections between 262-266

Şekil 2. Kanalın 262 ve 266 arasındaki kesitleri

Determination of discharges at cross-sections

Flow measurements were made on 11.12.2018, 27.12.2018 and 16.01.2019, on days with relatively heavy precipitation. The measurements were made at 3 different points, at stations 11 near the downstream, 123 in the middle and 265 near the upstream nearly at the same time. Since the results of the flow measurement made on 11.12.2018 were close to the discharge of return period of 2 years ($10.9 \text{ m}^3/\text{s}$), the possible amounts of the flood flows obtained for the basin outlet at other stations were determined according to these measurement results which is given Table 1. There is only one historical measured data for the creek taken during flood events in 1998 was $88 \text{ m}^3/\text{s}$.

Table 1. Measured discharges at three different locations along the channel

Çizelge 1. Kanal boyunca üç farklı noktadan ölçülen debi miktarları

Date		Cross-sections		
		267	123	11
11.12.2018	Rotation	3533	8006	10270
	Velocity (m/s)	1.58	3.58	4.6
	Depth (m)	0.16	0.18	0.25
	Discharge (m^3/s)	2.83	6.30	9.2
27.12.2018	Rotation	3634	12014	16464
	Velocity (m/s)	1.62	5.38	3.08
	Depth (m)	5.38	0.21	11.05
	Discharge (m^3/s)	7.37	11.05	15.92
19.01.2019	Rotation	3721	12903	17372
	Velocity (m/s)	1.66	5.78	7.78
	Depth (m)	0.18	0.22	0.28
	Discharge (m^3/s)	3.35	12.43	17.42

In order to determine the flows corresponding to other stations according to the flows obtained from three stations, regression analysis was performed as seen in Figure 3. Flow values are linear. Discharges for returned periods of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years all stations along the channel were determined using the calculated regression equation (Figure 3).

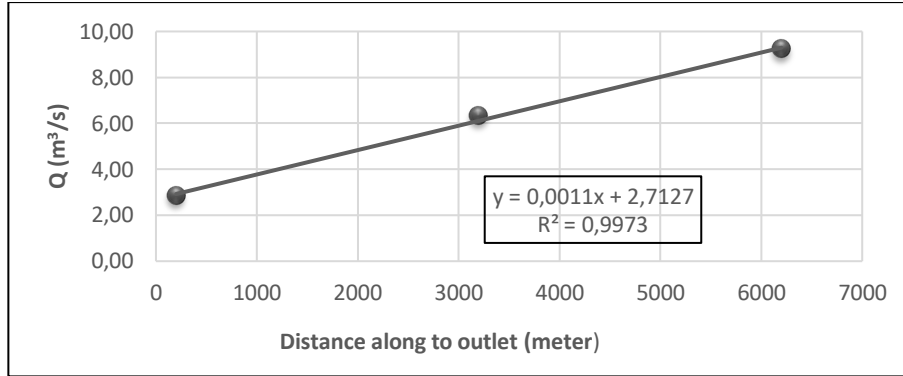


Figure 3. Regression results along the channel

Şekil 3. Kanal uzunluğu boyunca regresyon sonuçları

DSI synthetic hydrograph method results

In order to calculate the flood flow synthetically with the DSI method, the hypsometric slope of the stream must be known. As a result of the calculation, the harmonic slope for Altınçay Creek was found 2.1%. The unit hydrograph developed according to the calculation results is given in Figure 4. The peak flow rate and time to peak of the unit hydrograph was calculated as 1.17 m³/s/mm and 2.07 hours respectively.

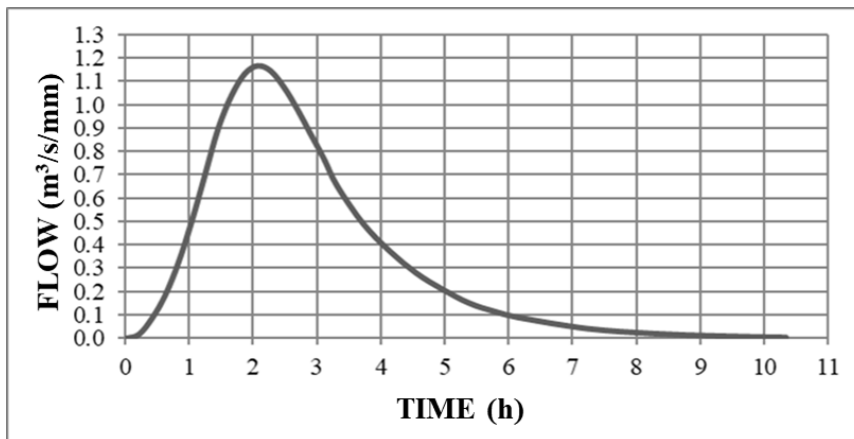


Figure 4. Unit hydrograph for the Altınçay Creek

Şekil 4. Altınçay deresi birim hidrografi

Determination of peak discharges for different return periods

24-hour maximum precipitation data for different returned periods were obtained from Antakya meteorological station. In the Altınçay Creek catchment, the CN value was obtained as 79 for study area from previous study done by Keskinçılıç (2007). Precipitation and CN values used in Equation 1 to calculate surface runoff. According to the unit hydrograph values obtained from DSI synthetic unit hydrograph method, flood hydrographs were developed for return periods of 2 years (Q_2), 5 years (Q_5), 10 years (Q_{10}), 25 years (Q_{25}), 50 years (Q_{50}) and 100 years (Q_{100}). The flood hydrographs developed for Altınçay Creek are given in Figure 5.

Bozdoğan and Canpolat (2024) studied to determine peak discharges for flood studies using HEC-RAS in the Delibekirli Stream in Kırıkhan, Hatay. Peak discharge in unit hydrograph was calculated $3.18 \text{ m}^3/\text{s}$. They found peak discharges $89.41 \text{ m}^3/\text{s}$ for return periods of 100 years. Results shows that characteristics of catchments are affected peak discharge. They use peak discharges for different return periods in HEC-RAS steady flow analysis. They explained that the works for the river channel should be designed based on at least 500-year flood flow ($124,36 \text{ m}^3/\text{s}$).

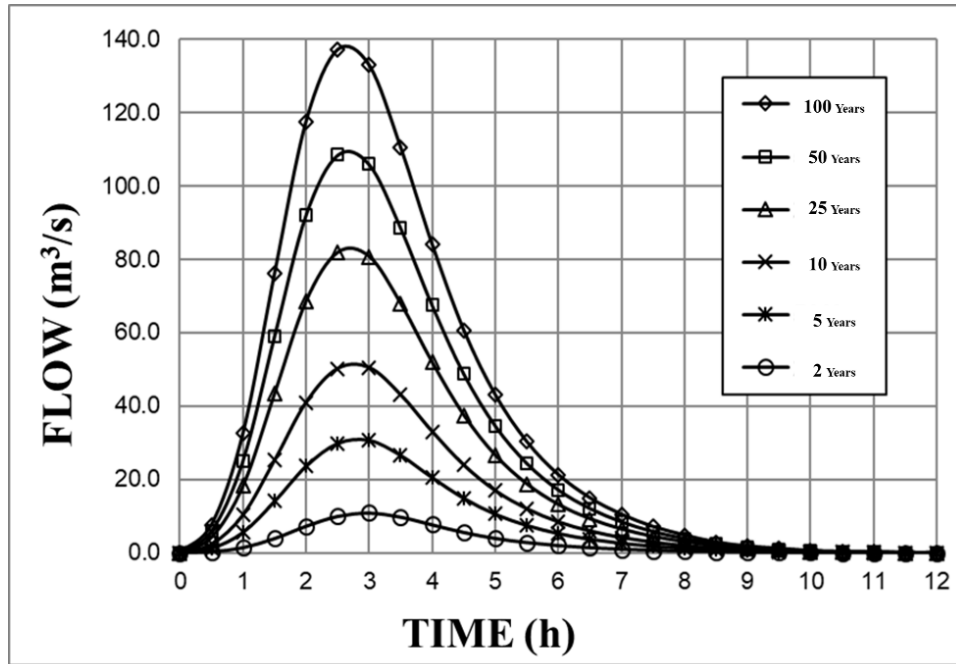


Figure 5. Flood hydrographs of the Altınçay Creek for different returned periods
Şekil 5. Altınçay deresinin farklı yienelenme yılları için taşkın hidrografları

Simulation results using peak flow rate for return periods of 2, 5, and 10 years

The two-year returned periods flood flow rate was calculated as $10.9 \text{ m}^3/\text{s}$. This flow rate calculated by the DSI method was simulated according to the regression line with the measured flow rates at the outlet of the basin and the flow rates for each station along the channel were defined in the HEC-RAS software. As a result of the simulation, water profiles were obtained for 300 different stations from the upstream to the downstream of the Altınçay Creek. No flood event was observed between stations 0 and 300 using the peak discharges for return period of 2 years.

Simulation results using peak flow rate for return periods of 25 years

Calculated peak discharges ($81.7 \text{ m}^3/\text{s}$) for the return periods of 25 years was entered into the HEC-RAS software as steady flow data, the water level approached the critical water level at many stations and 16 stations experienced flood events. Figure 6 shows the simulation results for stations between 0-11, 16-36 and 45-58. Among the cross-sections between 0-11, It was seen that 4 and 7 have maximum water depth exceeding channel height. The main reason for the flooding at these stations can be explained as the narrowing of the channel sections of 2- 3 and 5-6. Cross-sections 17, 20, 21, 29, 30, 31 were observed flood between stations 16-36. Floods were observed at all stations between 45-58.

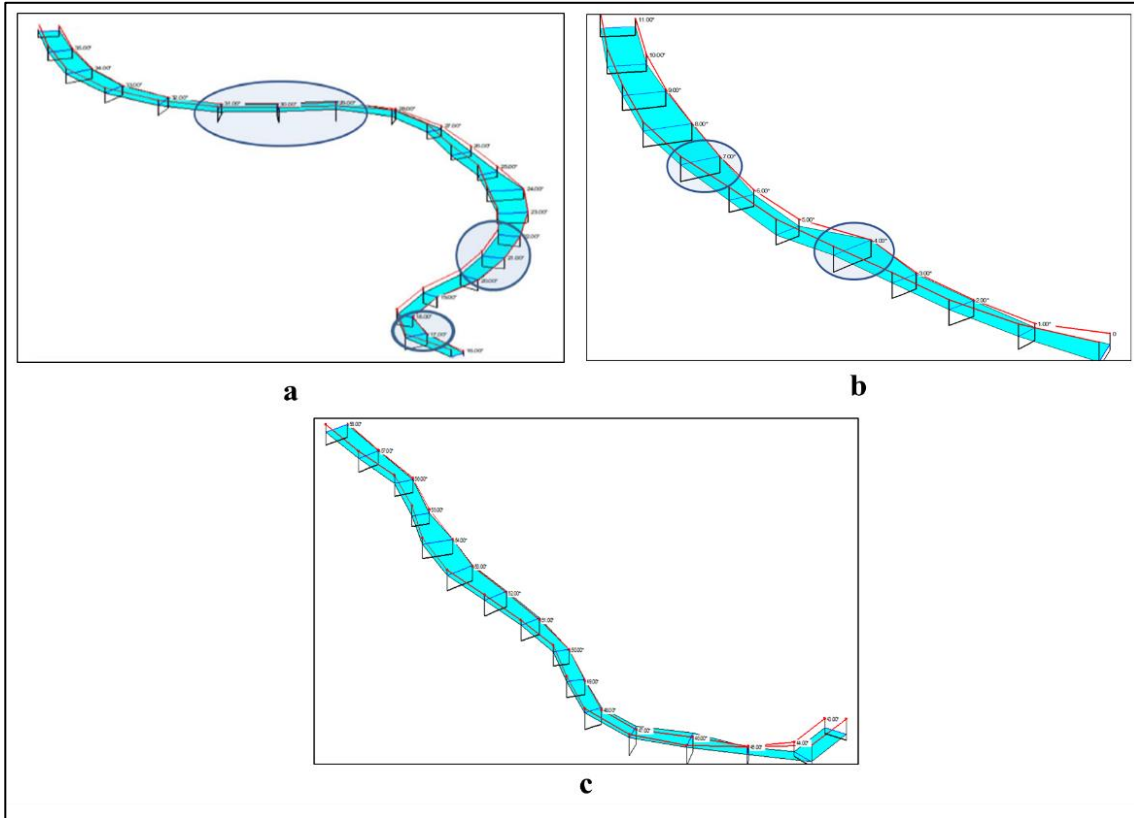


Figure 6. Water profiles for sections a) 0-11, b) 16-36 and c) 45-58 peak flow for the return periods of 25 years
 Şekil 6. 25 yıl yinelenmeli taşkın debisinde a) 0-11, b) 16-36, c) 45-58 nolu kesitlerde su profilleri

Simulation results using peak flow rate for return periods of 50 years

Peak discharge for the return period of 50 years ($108.4 \text{ m}^3/\text{s}$) was entered into the HEC-RAS software as steady flow data, and it was observed that 51 stations downstream experienced flood events. Figure 7 shows the stations subjected to flooding between cross-sections 0-40 and 40-70.

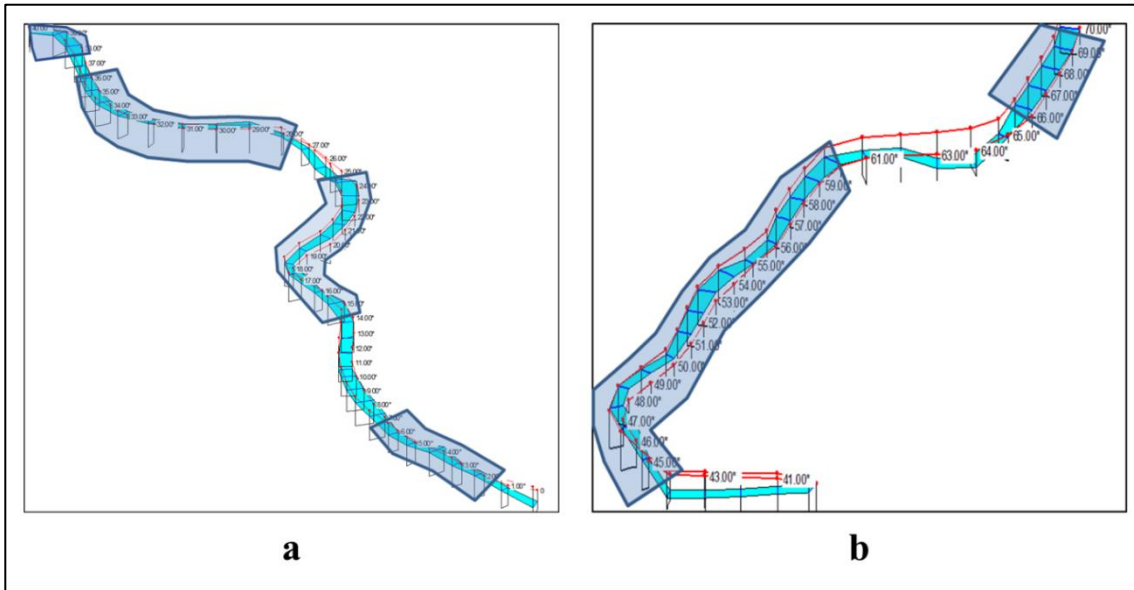


Figure 7. Water profiles for stations a) 0-40 and b) 40-70 at peak flow for the return periods of 50 years
 Şekil 7. 50 yıl yinelenmeli taşkın debisinde a) 0-40 and b) 40-70 nolu kesitler için su profilleri

Simulation results using peak flow rate for return periods of 100 years

Peak discharge for the return periods of 100 years ($137 \text{ m}^3/\text{s}$) was entered into the HEC-RAS software as steady flow data. As a result of the simulation, naturally the highest number of flood events was observed at 71 cross-sections at this flow rate. Figure 8 shows the areas exposed to flooding between cross-sections 0-12, 12-75, 90-105 and 263-271.

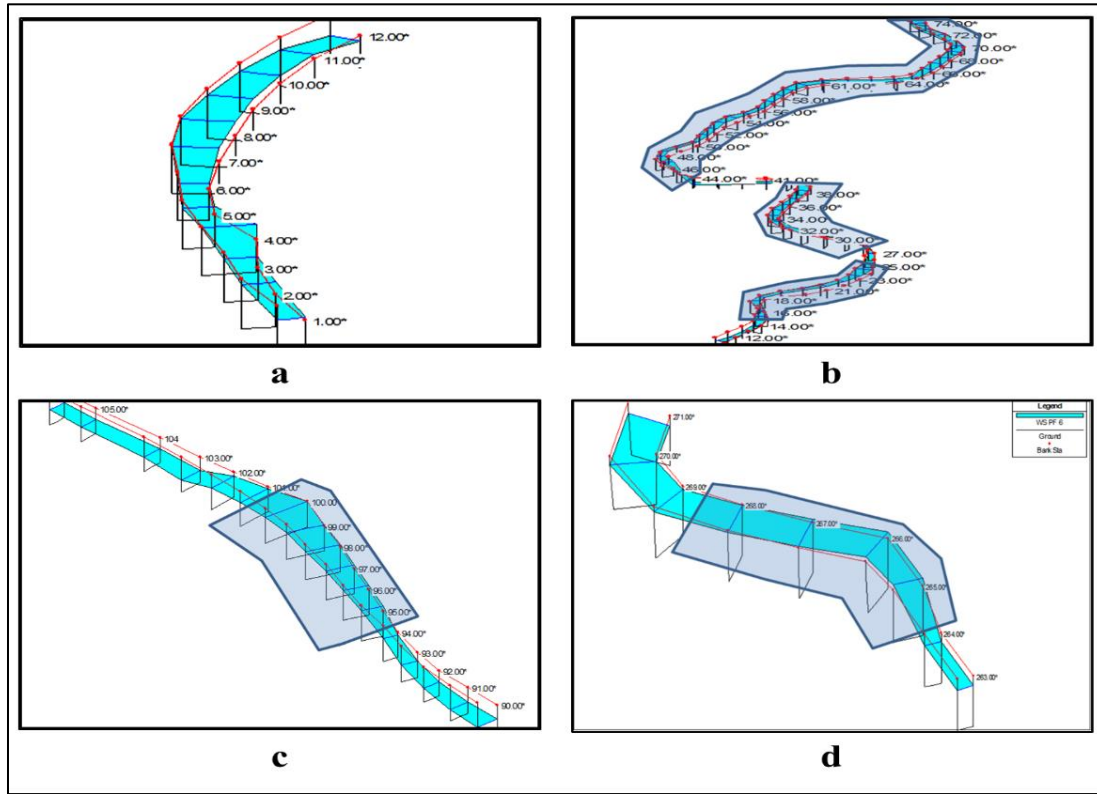


Figure 8. Water profiles for stations a) 0-12, b) 12-75, c) 90-105 and d) 263-271 for the return periods of 100 years
Şekil 8. 100 yıl yinelenmeli taşkın debisinde a) 0-12, b) 12-75, c) 90-105 ve d) 263-271 nolu kesitler için su profilleri

The downstream part of the Altınçay Creek is a densely populated area. Due to the risk of loss of life and property, the channel section should be designed for at least 100-year flood flow. In these areas, the channel bottom length should be 12 meters. The upstream part of Altınçay Creek is less dense in terms of settlement than the downstream part. There was no flood risk in this area for peak discharges of 2, 5, 10, 25 and 50 years returned periods flood flows, but at 100-year peak discharge, flooding was observed at stations 265-268. It was determined that the flooding at these stations was caused by the sudden narrowing of the cross-section, and it is recommended that the channel bottom width of the cross-section at stations 263 and 264 should be 12 meters.

In conclusion, flood-prone areas in the Altınçay Creek have been identified through simulations conducted using the HEC-RAS software. No flood risk was observed in the channel for flood discharges with the returned periods of 2, 5, and 10 years. However, peak discharge for the return period of 25 years indicated that the discharge exceeded the channel capacity at 26 stations in the downstream section where settlement is dense. peak discharge for the return period of 50 years, 51 stations were at risk, and peak discharge for the return period of 100 years, 71 stations were identified as flood prone. The study found that the cross-sections of the Altınçay Creek, which passes through residential areas, have been narrowed by construction, resulting in insufficient cross-sections in some areas. This is particularly critical in the densely populated downstream regions where flood risk is significant. The large forest area effected by 2012 forest fire and increased the surface runoff capacity of the soil so in this area risk of flood further heightening. Also, in this area waste disposal, debris, industrial, and domestic waste in the streambed, along

with sediment accumulation and vegetation growth, narrow the streambed and slow water flow, exacerbating the risk of flooding. Simulation results recommend recalculating and widening the narrow sections of the streambed to accommodate at least a peak discharge for the return periods of 100 years.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Scientific Research Project Office (BAP) of Hatay Mustafa Kemal University for their financial support for the study (Project No: 18YL061). This paper was produced from the MS thesis of İlker DAĞ.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

REFERENCES

- Akgül, M.A., & Çetin, M. (2016). Tarımsal drenaj havzalarında taşkın debilerinin SWAT modeli ile tahmini. *4. Ulusal Taşkın Sempozyumu*, November 23-25, Rize, Türkiye. pp 303-312.
- Demir, V., & Ülke Keskin, A. (2022). Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellemesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). *Geomatik*, 7 (2), 149-162
- Ardıçlıoğlu, M. (2007). *Açık Kanal Akımları ve HEC-RAS Uygulamaları* (E-book). Retrieved from <https://www.mehmetardiclioglu.com> by April 12, 2019.
- Arnell, N.W., & Gosling, S.N. (2014). The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. *Climatic Change*, 134 (3), 387-401. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1084-5>
- Blöschl, G., Kiss, A., Viglione, A., Vallvé, M.B., Böhm, O., Brázdil, R., & Wetter, O. (2020). Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature*, 583 (7817), 560-566. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2478-3>
- Bozdoğan, M., & Canpolat, E. (2024). Delibekirli Havzası'nın Taşkın Tekerrürünün Hesaplanması ve HEC-RAS ile Modellenmesi (Kırıkhan/Hatay). Artvin Çoruh University, Natural Hazards Application and Research Center, *Journal of Natural Hazards and Environment*, 10 (2), 478-503, <https://doi.org/10.21324/dacd.1387971>
- Cai, S., Fan, J., & Yang, W. (2021). Flooding risk assessment and analysis based on GIS and the TFN-AHP method: A case study of Chongqing, China. *Atmosphere*, 12 (5), 623. <https://doi.org/10.3390/atmos12050623>
- Chen, H., Xu, Z., Liu, Y., Huang, Y., & Yang, F. (2022). Urban flood risk assessment based on dynamic population distribution and fuzzy comprehensive evaluation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (24), 16406. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416406>
- Chin, D.A. (2006). *Water resources engineering (2nd ed.)*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, USA. pp 976.
- Dong, S., Yu, T., Farahmand, H., & Mostafavi, A. (2022). Predictive multi-watershed flood monitoring using deep learning on integrated physical and social sensors data. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 49 (7), 1838-1856. <https://doi.org/10.1177/23998083211069140>
- HEC-RAS (2010). River Analysis System, Applications Guide, Version 4.1., *U.S Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center*. Retrieved from www.hec.usace.army.mil by April 12, 2019.

- Irvem, A., & Ozbuldu, M. (2020). Evaluation of flood simulation for Zeyzoun Dam-break in Syria using HEC-RAS model. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 1250-1255.
- Keskinkılıç, M.A. (2015). Hatay İli Yüzey Akış Potansiyelinin CBS İle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, 55 s., Hatay.
- Koç, G., Petrow, T., & Thieken, A.H. (2020). Analysis of the most severe flood events in Turkey (1960–2014): Which triggering mechanisms and aggravating pathways can be identified? *Water*, 12 (6), 1562. <https://doi.org/10.3390/w12061562>
- Luu, C., & Meding, J.V. (2018). A flood risk assessment of Quang Nam, Vietnam using spatial multicriteria decision analysis. *Water*, 10 (4), 461. <https://doi.org/10.3390/w10040461>
- Luu, C., Tran, H.X., Pham, B.T., Al-Ansari, N., Tran, T.Q., Duong, N.Q., & Meding, J.V. (2020). Framework of spatial flood risk assessment for a case study in Quang Binh province, Vietnam. *Sustainability*, 12 (7), 3058. <https://doi.org/10.3390/su12073058>
- Manina, M., Halaj, P., Jurík, L., & Kaletová, T. (2020). Modelling seasonal changes of longitudinal dispersion in the Okna river. *Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiectus*, 19 (1), 37-46. <https://doi.org/10.15576/asp.fc/2020.19.1.37>
- Milišić, H., & Hadžić, E. (2023). Estimation of channel and flood plain roughness using Hec-Ras model: A case study of the Veseočica river, Bosnia and Herzegovina. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1298 (1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1298/1/012031>
- Oğraş, S., & Önen, F. (2020). Flood analysis with hec-ras: a case study of Tigris River. *Advances in Civil Engineering*, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2020/6131982>
- Olanrewaju, C. C., & Reddy, M. (2022). Assessment and prediction of flood hazards using standardized precipitation index—a case study of Ethekewini metropolitan area. *Journal of Flood Risk Management*, 15 (2). <https://doi.org/10.1111/jfr3.12788>
- Patel, C., & Gundaliya, P.J. (2016). Floodplain delineation using hecras model—a case study of Surat City. *Open Journal of Modern Hydrology*, 06(01), 34-42. <https://doi.org/10.4236/ojmh.2016.61004>
- Razi, M.A.M., Deli, M.Z., Yusoff, M.A.M., Ahmad, M.A., & Adnan, M.S. (2022). Flood modelling studies using river analysis system (Hec-Ras) for flood plain area in Muar City. *International Journal of Integrated Engineering*, 14 (9). <https://doi.org/10.30880/ijie.2022.14.09.006>
- Saber, M., & Yilmaz, K.K. (2018). Evaluation and bias correction of satellite-based rainfall estimates for modelling flash floods over the Mediterranean region: application to Karpuz River Basin, Turkey. *Water*, 10 (5), 657. <https://doi.org/10.3390/w10050657>
- Sarhadi, A., Soltani, S., & Modarres, R. (2012). Probabilistic flood inundation mapping of ungauged rivers: Linking GIS techniques and frequency analysis. *Journal of Hydrology*, 458-459. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.06.039>
- Song, H., Xu, X., Gao, J., Kettner, A.J., Shi, Y., Xue, C., & Gao, S. (2020). Frequency and magnitude variability of Yalu River flooding: numerical analyses for the last 1000 years. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24 (10), 4743-4761. <https://doi.org/10.5194/hess-24-4743-2020>
- Tülücü, K. (2002). Hidroloji. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:139, Adana, 352 s.
- Wang, G., Liu, Y., Hu, Z., Lyu, Y., Zhang, G., Liu, J., & Liu, L. (2020). Flood risk assessment based on fuzzy synthetic evaluation method in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area, China. *Sustainability*, 12 (4), 1451. <https://doi.org/10.3390/su12041451>
- Woldegebrael, S.M., Kidanewold, B.B., & Melesse, A.M. (2022). Development and evaluation of a web-based and interactive flood management tool for awash and Omo-Gibe Basins, Ethiopia. *Water*, 14 (14), 2195. <https://doi.org/10.3390/w14142195>

Yi, B., Chen, L., Zhang, H., Singh, V.P., Jiang, P., Liu, Y., & Qiu, H. (2022). A time-varying distributed unit hydrograph method considering soil moisture. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26 (20), 5269-5289. <https://doi.org/10.5194/hess-26-5269-2022>

Malatya ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin yaygınlık ve yoğunluğunun belirlenmesi

Determination of the frequency and density of weed species in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivation areas in Malatya province of Türkiye

Ömer KÜÇÜK¹ , Olcay BOZDOĞAN¹ 

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Battalgazi-Malatya, Türkiye.

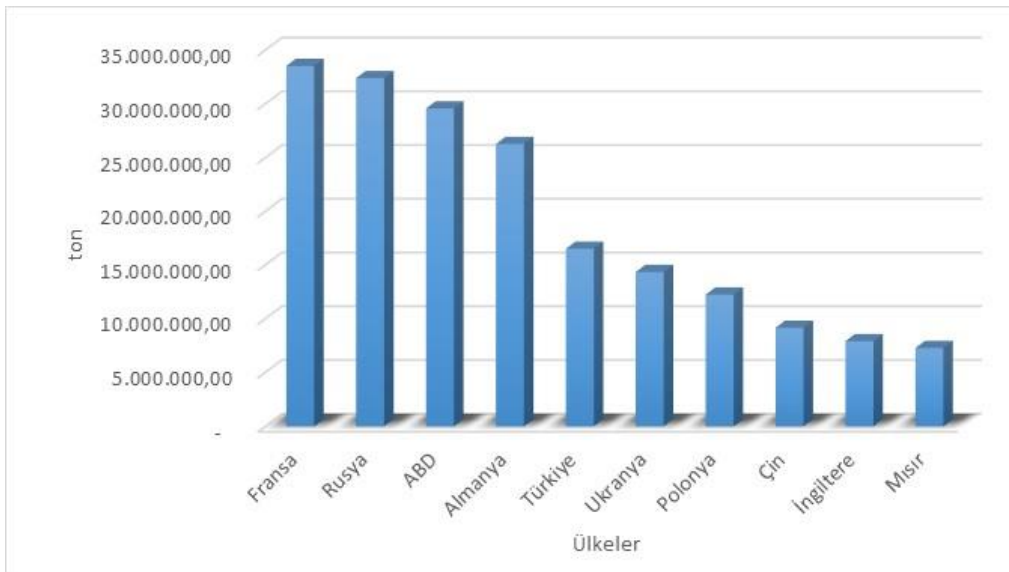
ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 19.07.2024 Accepted / Kabul: 14.10.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Şeker pancarı Yabancı ot Yoğunluk Yaygınlık</p> <p>Keywords: Sugar beet Weed Density Frequency</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Olcay BOZDOĞAN olcay.bozdogan@ozal.edu.tr</p>	<p>Bu çalışma Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarındaki yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarını belirlemek amacıyla 2020-2021 yıllarında yürütülmüştür. İl genelinde 82 şeker pancarı ekimi yapılan tarlada sürvey yapılmış ve iki yılda toplam 24 familyaya ait 87 farklı türe rastlanmıştır. 2020 yılında en yaygın görülen ilk beş tür; <i>Amaranthus retroflexus</i> L. (%76.19), <i>Salsola ruthenica</i> Iljin (%76.19), <i>Convolvulus arvensis</i> L. (%71.43), <i>Chenopodium album</i> L. (%69.05), <i>Amaranthus albus</i> L. (%61.90) olduğu tespit edilmiştir. Genel yoğunluk bakımından <i>A. retroflexus</i> (2.95 adet m⁻²), <i>Heliotropium europaeum</i> L. (2.75 adet m⁻²), <i>S. ruthenica</i> (2.27 adet m⁻²), türleri "B" seviyesinde; <i>C. arvensis</i> (1.88 adet m⁻²), <i>Agropyron repens</i> L. P. Beauv. (1.46 adet m⁻²) türleri "C" seviyesinde tespit edilmiştir. 2021 yılı yılında en yaygın görülen ilk beş tür; <i>C. album</i> (%95.00), <i>A. retroflexus</i> (%85.00), <i>C. arvensis</i> (%82.50), <i>S. ruthenica</i> (%80.00), ve <i>H. europaeum</i> (%60.00) olarak bulunmuştur. Genel yoğunluk bakımından <i>A. retroflexus</i> (5.06 adet m⁻²) "A" seviyesinde; <i>C. arvensis</i> (2.44 adet m⁻²) "B" seviyesinde ve <i>C. album</i> (1.63 adet m⁻²), <i>A. albus</i> (1.39 adet m⁻²) ve <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (1.08 adet m⁻²) türleri "C" seviyesinde saptanmıştır. Sonuç olarak; yaygın tür olarak <i>A. retroflexus</i>, <i>S. ruthenica</i>, <i>C. arvensis</i>, <i>C. album</i>, <i>A. albus</i> ve <i>H. europaeum</i> türleri belirlenmiştir. Yoğun tür olarak ise <i>A. retroflexus</i>, <i>H. europaeum</i>, <i>S. ruthenica</i>, <i>C. arvensis</i>, <i>A. repens</i>, <i>A. albus</i>, <i>C. dactylon</i> türleri belirlenmiştir.</p>
<p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>This study was conducted in 2020-2021 to determine the frequency and density of weeds in sugar beet cultivation areas in Malatya province. A survey was carried out in 82 sugar beet fields throughout the province, and in two years, 87 different species belonging to 24 families were encountered. The top five most common species in 2020 determined were <i>Amaranthus retroflexus</i> L. (76.19%), <i>Salsola ruthenica</i> Iljin (76.19%), <i>Convolvulus arvensis</i> L. (71.43%), <i>Chenopodium album</i> L. (69.05%), <i>Amaranthus albus</i> L. (61.90%). In terms of general density, <i>A. retroflexus</i> (2.95 unit m⁻²), <i>Heliotropium europaeum</i> L. (2.75 unit m⁻²), <i>S. ruthenica</i> (2.27 unit m⁻²) species were detected at "B" level; <i>C. arvensis</i> (1.88 unit m⁻²), <i>Agropyron repens</i> L. P. Beauv. (1.46 unit m⁻²) species were detected at "C" level. The top five most common species in 2021 found were <i>C. album</i> (95.00%), <i>A. retroflexus</i> (85.00%), <i>C. arvensis</i> (82.50%), <i>S. ruthenica</i> (80.00%), and <i>H. europaeum</i> (60.00%). In terms of general density, <i>A. retroflexus</i> (5.06 unit m⁻²) were detected at "A" level; <i>C. arvensis</i> (2.44 unit m⁻²) were detected at "B" level and <i>C. album</i> (1.63 unit m⁻²), <i>A. albus</i> (1.39 unit m⁻²), <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (1.08 unit m⁻²) species were detected at "C" level. In conclusion; <i>A. retroflexus</i>, <i>S. ruthenica</i>, <i>C. arvensis</i>, <i>C. album</i>, <i>A. albus</i> and <i>H. europaeum</i> species were determined as common species. <i>A. retroflexus</i>, <i>H. europaeum</i>, <i>S. ruthenica</i>, <i>C. arvensis</i>, <i>A. repens</i>, <i>A. albus</i>, <i>C. dactylon</i> species were determined as dense species.</p>
<p>Cite/Atf</p>	<p>Küçük, Ö., & Bozdoğan, O. (2024). Malatya ili şeker pancarı (<i>Beta vulgaris</i> L.) ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin yaygınlık ve yoğunluğunun belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (3), 925-941. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1519258</p>

GİRİŞ

Şeker ihtiyacını gidermek için birçok alternatif bitki olmasına karşın şekeri saf olarak ayırmak bazı bitkiler hariç pek mümkün olmadığı gibi ekonomikte değildir (Avcı, 2005). Dünyada şeker üretilen bitkiler arasında en önemli yere sahip kültür bitkisi şeker kamışıdır, ikinci sırada ise şeker pancarı gelmektedir. Dünyada üretilen şekerin yaklaşık %76'sı şeker kamışından üretilirken %24'ü şeker pancarından üretilmektedir (USDA, 2020). Şeker kamışı tropik ve subtropik iklim bitkisi iken şeker pancarı ülkemizin de içerisinde bulunduğu kuzey yarım kürede 30° enlemi ile güney yarım kürede 60° enlemleri arasında yetiştiriciliği yapılmaktadır (Gencer, 1988).

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) Chenopodiaceae (Kazayağgiller) familyasından olan iki yıllık serin ve ılıman iklim bitkisi olarak yetiştiriciliği yapıldığı bilinmektedir (Gencer, 1988). Şeker pancarı daha sonraki yıllarda Amaranthaceae familyasına dahil edilmiştir (The plant list, 2024). Şeker pancarı birinci yılda kök kısmından şeker üretimi yapmak için kullanılırken ikinci yılda şeker pancarı tohumu elde edilmesi için kullanılmaktadır. Şeker pancarı üretiminde ışık ve sıcaklık önemli olup şeker pancarı uzun gün bitkisidir. Şeker pancarının ideal gelişimi ve şeker bağlaması için ideal sıcaklık 23- 25 °C'dir. Şeker pancarı tarımı için suda çok önemlidir. Yıllık toplam yağış miktarının 600-700 mm olması gerekir (Anonim, 2004). Şeker pancarının yetiştirme süresinin uzun olması bölgenin ise yeteri kadar yağış almaması durumunda şeker pancarı sulanmakta ve şeker pancarı ilk yapraklanma döneminde su ihtiyacı az iken, yapraklanma artıkça su ihtiyacı da artmaktadır. İdeal kök ve şeker oranı için ekim yapılacak toprak organik madde bakımından zengin ve kolay ısınabilen tınlı ve tınlı-kireçli topraklardır (Anonim, 2006).

Dünya şeker pancarı üretimi yapan 52 tane ülke bulunurken (Şekil 1) ülkemiz, Rusya, ABD, Fransa ve Almanya'nın ardından 302 355 hektar alanda ve 18 054 320 ton üretim kapasitesi ile 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2021).



Şekil 1. 2000-2021 yıllarında Dünya'da şeker pancarı üretim ortalamaları (Türkşeker, 2022)
Figure 1. Sugar beet production averages in the world between 2000-2021 (Türkşeker, 2022)

Ülkemizde ise şeker pancarı ilk ciddi teşebbüs Uşak'lı Molla Ömeroğlu Nuri Şeker tarafından 1926 yılında başlatılmıştır. 1926 yılından bu yana şeker pancarı üretimi devam etmektedir (Türkşeker, 2022). 2000-2021 yılları arasında üretim yapılan şeker pancarı değerlerine göre yıllık üretim yapılan alan üretim yapılan miktar ve dekardan alınan ortalama verim miktarı değişiklik gösterse de endüstri bitkileri arasındaki oneli payını korumaya devam etmektedir (Çizelge 1). Şeker pancarı ülkemizde yetiştiriciliği yapılan endüstri bitkileri arasında en büyük paydan birine sahiptir. Türkiye'nin şeker ihtiyacının %90'ı şeker pancarından üretilirken %10'luk kısmını nişasta bazlı şekerden karşılanmaktadır. Tüketimindeki %90'lık payı göz önüne alındığında şeker pancarı üretiminin önemi daha

iyi anlaşılmaktadır. Ülkemizde şeker pancarı ortalama olarak 300 bin hektar üretim alanında tarımı yapılmaktadır (Çizelge 1.).

Ülkemizde yıllık şeker pancarı üretimi yapan il sayısı değişmekle birlikte 64 ilde üretim yapıldığı görülmüştür. Başta Konya olmak üzere Eskişehir, Ankara, Karaman ve Yozgat illerimiz şeker pancarı ekimi açısından ilk beş ilimizdir. Ana ürün olarak üretilen şekerin yanı sıra küspe, melas, biyo yakıt (etanol) gibi yan sanayi ürünü olarak da değerlendirilmektedir. Malatya ilinde ise şeker pancarı üretimi yıllık olarak değişmekle birlikte 22 392 dekar üretim alanı 122 680 ton şeker pancar üretimi yaparak üretim yapan iller arasında 11. sırada yer almaktadır (Türkşeker, 2020). 15 kamu 18 özel olmak üzere toplamda 33 ilde bulunan şeker fabrikalarında şeker pancarı işlenmekte olup üretimin yanı sıra yem, ilaç, et, süt, nakliye ve hizmet sektörü ile iç içedir (Pankobirlik, 2022).

Çizelge 1. 2000-2021 yıllarında Türkiye’de şeker pancarı ekim alanları ve üretim miktarı (TÜİK, 2022)

Table 1. Sugar beet planting areas and production amount in Türkiye in 2000-2021 (TUIK, 2022)

Ekim yılları	Ekilen alan (Dekar)	Üretim (Ton)	Ortalama verim
2000	4 100 230	18 821 033	4 590
2001	3 587 630	12 632 522	3 521
2002	3 724 680	16 523 166	4 436
2003	3 153 030	12 622 934	4 003
2004	3 153 440	13 517 241	4 287
2005	3 358 120	15 181 247	4 521
2006	3 256 995	14 452 162	4 437
2007	3 002 421	12 414 715	4 135
2008	3 219 806	15 488 332	4 810
2009	3 244 428	17 274 674	5 324
2010	3 291 669	17 942 112	5 451
2011	2 972 648	16 126 489	5 425
2012	2 806 945	14 919 940	5 315
2013	2 913 282	16 488 590	5 660
2014	2 887 851	16 743 045	5 798
2015	2 744 873	16 022 783	5 837
2016	3 224 477	19 592 731	6 076
2017	3 392 742	21 149 020	6 234
2018	2 921 044	17 436 100	5 969
2019	3 137 891	18 054 320	5 754
2020	3 381 078	23 025 738	6 810
2021	3 054 051	17 767 085	5 818

Bitkisel ürünlerin tüketiminin arttığı dünya ve ülkemizde hastalık, zararlı ve yabancı otlardan dolayı üretimde önemli düşüşler yaşandığı bilinmektedir. Bitkisel üretimde yabancı otlardan dolayı ürün verimindeki düşüş göz ardı edilemeyecek boyutlardadır (Gökalp ve Üremiş, 2015; Soylu ve ark., 2017). Dünyadaki başlıca kültür bitkileri (mısır, buğday, şeker pancarı, patates, çeltik, pamuk ve soya) üretiminde hastalık zararlı ve yabancı otlardan dolayı verim kaybı yaklaşık %67 iken bunun %21’ine zararlılar, %13’üne hastalıklar ve %31’ini de yabancı otlar sebep olmaktadır (Oerke ve ark., 1994). Yabancı otların şeker pancarında ortalama %5.8 oranında kayba sebep olduğu bilinmektedir. Asya ülkelerinde oran %45’lere varırken Türkiye’de ise %6-40 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Şeker pancarı tohumunun yavaş çimlenmesi sonucunda yabancı otlar şeker pancarı fidelerini baskılamaktadır. Bunun yanı sıra şeker pancarındaki şeker oranını %5-10 arasında düşürmektedir. Gerek üretimdeki verimi gerekse içerisindeki şeker oranının yanı sıra şeker pancarı söküm, nakliye ve fabrikada işlenip şeker elde edilmesi süreçlerinin her birinde ayrı zorluk yaşanmaktadır (Günçan, 2000).

Kültür bitkilerinde sorun olan yabancı otların doğrudan verime ve kaliteye etkisi olduğu gibi dolaylı olarak da düşümlere sebep olduğu bilinmektedir. Yabancı otlar hastalık ve zararlılara konukçuluk ederek ve yayılmasını sağlayarak şeker pancarı ve birçok kültür bitkisinde ürün kayıplarına sebep olurlar. Birçok yabancı ot Pancar Batı Sarılığı Virüs Hastalığı (BWYV)'na, *Salsola kali* L. (adi soda otu) ve *Atriplex* sp. (tuzcul çalı) ise cüce ağustos böcekleri ile bitkiden bitkiye taşınan Curly Top Virüs hastalığına konukçuluk yapmaktadır. Şeker pancarının çok büyük zararlılara sebep olan kök ur ve kist nematodları *Alopecurus pratensis* L. (tilkikuyruğu), *Sinapis arvensis* L. (yabani hardal), *Portulaca oleracea* L. (semizotu), *Rumex* sp. (labada) ve Solanaceae familyasında bulunan bazı yabancı otlar üzerinde kışı geçirmektedirler (Johnson ve ark., 1971).

Yabancı otların kültür bitkileri üzerindeki zararları ortadan kaldırmak veya azaltmak için her geçen gün yabancı ot mücadelesi daha da önem kazanmaya başlamıştır. Yabancı ot mücadelesi iş gücünü ve üretim maliyetini artırdığı görülmektedir. Mücadelede iş yükünü hafifletmek ve maliyetleri düşürmek için gün geçtikçe zamanında uygulanabilen ve etkili olabilecek mücadele yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır (Malaslı, 2010).

Yabancı otların kültür bitkileri üzerinde yapmış olduğu zararlar göz önünde olup gün geçtikçe doğrudan ve dolaylı olarak yapmış olduğu zararlar tespit edilmeye devam edilmektedir. Bunun yanı sıra gerek şeker pancarında gerekse diğer kültür bitkilerinde yabancı ot ile mücadele yöntemleri geliştirilerek yabancı ot ile mücadelenin etkin şekilde sürdürülmesi hedeflenmektedir.

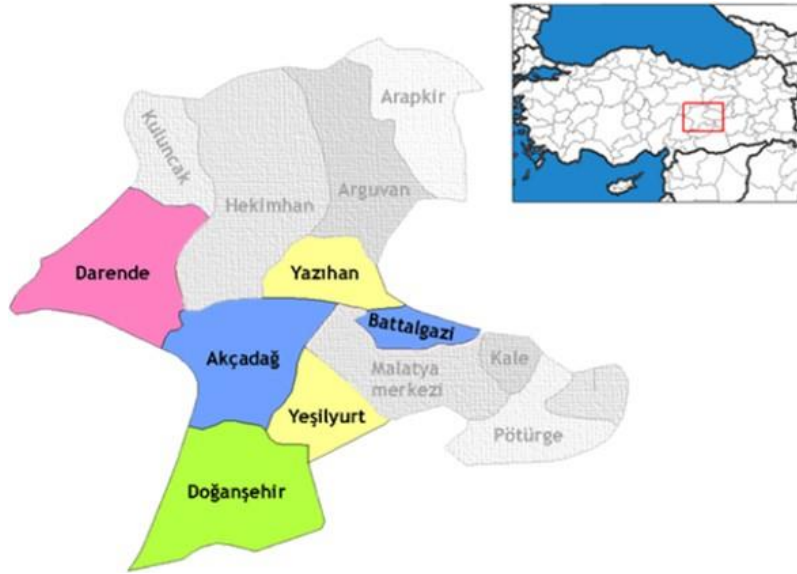
Bu çalışmanın amacı Malatya ilinde ekimi yapılan şeker pancarında işçilik maliyetini artıran ve verimi düşüren yabancı otların tespit edilip yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma yapılan bölgelerin coğrafi konumu

Malatya ili Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Havzasında ve Adıyaman, Elazığ, Bingöl, Muş ve Van çöküntü alanının güney batısında yer almaktadır. Çevresindeki iller; doğusunda Elazığ (98 km) ve Diyarbakır (251) güneyinde Adıyaman (185 km), batısında Kahramanmaraş (291 km), kuzeyinde Sivas (254 km) ve Erzincan (363 km) illeri vardır. İl toprak yüz ölçümü 12 313 km² olup, 35 54' ve 39 03' kuzey enlemleri 38 45' ve 39 08' doğu boylamlarındadır (Anonim, 2022a). 425450 hektarlık alanında sulu, sulanabilir ve susuz tarım yapılmaktadır. Malatya'nın deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 954 metredir. Malatya, Sultansuyu ve Sürgü çayı vadileri Akdeniz'e, Tokma vadisi İç Anadolu'ya, Fırat vadisi ise Doğu Anadolu'ya açılan bir geçiş alanıdır.

Akçadağ, Malatya'ya 37 km uzaklıkta denizden yüksekliği 925 metre olup 1193 km² yüzölçümüne sahiptir (Şekil 2) (Anonim, 2022b). Battalgazi Malatya'nın merkez ilçesi olup il merkezine uzaklığı 11 km dir. 119 004 km² yüzey alanına sahip ve denizden yüksekliği 900 metredir (Şekil 2) (Anonim, 2022c). Darende il merkezine 107 km uzaklıkta bulunmakta, denizden yüksekliği 958 metre ve yüzölçümü olarak 1356 km² dir (Şekil 2) (Anonim, 2022ç). Doğanşehir il merkezine 58 km uzaklıkta olup, yüzölçümü olarak 1245 km² dir ve denizden yüksekliği 1210 metredir. (Şekil 2) (Anonim, 2022d). Yazıhan il merkezine 43 km uzaklıkta bulunup, denizden yüksekliği 900 metre ve yüz ölçümü olarak 618 km² dir (Şekil 2) (Anonim, 2022e). Yeşilyurt merkeze bağlı bir ilçedir. Merkezden 12 km uzaktadır (Şekil 2). Yüzölçümü 954 km² dir. Denizden yüksekliği 998 metredir (Anonim, 2022f).



Şekil 2. Malatya ili haritası ve araştırma yapılan alanlar (Anonim, 2022g)

Şekil 2. Malatya province map and area of research in colour (Anonymous, 2022g)

Araştırma yapılan bölgelerin iklimi

Malatya ili 2020 yılı meteorolojik verilerine göre; yıllık ortalama nispi nem %48.70, yıllık ortalama minimum sıcaklık 10.40 °C, yıllık ortalama sıcaklık 15.60 °C, yıllık ortalama maksimum sıcaklık 21.50 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 27.60 mm olmuştur. Toplam yağış miktarı 331.40 mm'dir (Çizelge 2). Malatya ili 2021 yılı meteorolojik verilerine göre ise; yıllık ortalama nispi nem %47.20, yıllık ortalama minimum sıcaklık 10.20 °C, yıllık ortalama sıcaklık 15.50 °C, yıllık ortalama maksimum sıcaklık 21.40 °C, yıllık ortalama yağış miktarı ise 13.70 mm olduğu görülmektedir. Toplam yağış miktarı 164.00 mm'dir (MGM, 2022) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Malatya ili meteorolojik verileri (MGM, 2022)

Table 2. Malatya province meteorological data (MGM, 2022)

2020						2021				
Ay	Nispi nem (%)	Min. Sic. (°C)	Ort. Sic. (°C)	Mak Sic. (°C)	Yağış (mm)	Nispi nem (%)	Min. Sic. (°C)	Ort. Sic. (°C)	Mak. Sic. (°C)	Yağış (mm)
1	72.50	-0.49	2.35	6.15	45.80	82.30	-1.63	0.84	4.55	45.20
2	7.20	-0.85	2.33	6.53	41.40	60.40	1.00	5.45	10.88	6.60
3	6.60	5.36	9.62	14.90	79.20	54.60	2.64	7.38	13.04	47.60
4	5.90	8.18	13.36	19.25	18.70	45.40	9.65	15.25	21.49	9.50
5	4.50	12.97	19.14	25.64	50.10	29.50	14.73	21.96	29.49	17.00
6	3.40	17.42	24.17	31.22	8.90	29.70	17.95	24.67	31.84	9.10
7	2.60	22.52	29.76	37.13	1.60	26.90	22.61	29.25	36.37	0.20
8	23.50	19.79	27.25	34.97	0.00	30.10	21.76	28.22	35.22	23.20
9	25.40	20.00	26.89	34.21	5.10	33.00	16.80	22.81	29.29	5.60
10	30.80	13.06	19.63	26.69	1.40	39.80	10.45	16.08	21.93	0.00
11	60.70	5.23	9.10	14.08	61.90	62.80	6.43	10.49	15.54	0.00
12	79.90	1.35	3.80	6.89	17.30	71.40	0.26	3.34	7.41	0.00
Ort.	48.70	10.40	15.60	21.50	27.60	47.20	10.20	15.50	21.40	13.70
Yıllık yağış: 331.40 mm (mm=kg m ⁻²)						Yıllık yağış: 164.00mm (mm=kg m ⁻²)				

Çalışmada yabancı otların yoğunluğunu belirlemek için materyal olarak 1 metrekarelik çerçeve, kağıt, kalem ve araştırma yapılan şekerpancarı tarlalarındaki yabancı otlar kullanılmıştır.

Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarında yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi

Sürvey yapılırken; 1000 dekar kadar ekim yapan ilçelerden mümkün olduğu kadar arazide sürvey yapılmıştır. 1001-2500 dekar arası ekim yapılan arazilerde en fazla 10 sürvey yapılmıştır. 2501- 5000 dekar ekim yapılan ilçelerde en fazla 15 tarlada sürvey yapılmıştır. 5001 dekar ve üzeri ekim yapılan ilçelerde ise 20 tarlada sürvey yapılmıştır (Bora ve Karaca 1970). Sürvey çalışması yapılan ilçeler, tarla sayıları ve incelenen alanlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Sürvey çalışması yapılan ilçeler

Table 3. Districts where survey work was carried out

Sürvey Yapılan İlçeler	Sürvey Yapılan Tarla Sayısı (2020)	Sürvey Yapılan Alan (da)	Sürvey Yapılan Tarla Sayısı (2021)	Sürvey Yapılan Alan (da)
Akçadağ	0	0	1	50
Battalgazi	4	130	1	10
Darende	12	400	12	292
Doğanşehir	5	133	6	102
Yeşilyurt	1	100	0	0
Yazıhan	20	832	20	975
Toplam:	42	1595	40	1429

Sürvey yapmak için şeker pancarı üretimi yapılan alanlar tespit edilmiş olup şeker pancarı ekimi yapılan alan doğrultusunda 10 km gidilerek durulmuş, durulan alana en yakın şeker pancarı ekilen tarlaya girilmiştir. Sürvey yapılmış olan tarla büyüklüğü dikkate alınmaksızın tarlayı temsil edecek şekilde 1 dekarlık alan belirlenmiş olup 1 dekar içerisinde $1m^2$ lik 4 defa rastgele çerçeve atılarak yabancı otlar tespit edilmiştir. Sürvey yapılan tarlada 10 metre içerisinden başlanarak çerçeve atılmış, kenar yabancı ot varlığının tesiri ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır (Uygur, 1985). Şeker pancarında yabancı ot mücadelesinin yapıldığı 4, 6 ve 8 yapraklı olduğu dönemlerde sürvey yapılmıştır.

Yabancı otların teşhisinde Dr. Osman Erdem Özgür'ün Şeker Pancarı Tarla Çiçekleri 1 ve 2 (Özgür, 2013a; Özgür, 2013b) adlı kitaplarından yararlanılmıştır. Yabancı ot türlerinin Malatya ili ve ilçelerinde rastlanma sıklıkları ile yoğunlukları ($bitki\ m^{-2}$) her tür için ayrı ayrı olacak şekilde hesaplanmıştır. Rastlama sıklığı, herhangi bir türün ölçüm yapılan bölgede kaç tarlada rastlanmışsa bu sayı bölgedeki toplam ölçüm yapılan tarla sayısına bölünerek bulunmuştur (Uygur, 1985).

$$R.S. = n/m * 100$$

$$RS = \text{Rastlanma sıklığı (\%)}$$

$$n = \text{Yapılan örneklerin kaçında o tür ile karşılaşıldığı}$$

$$m = \text{Toplam ölçüm sayısı}$$

$$\text{Yoğunluk (adet } m^{-2}) = B/m$$

Yoğunluk ise; o sayım noktasında yapılan sürveylerdeki toplam m^2 'deki bitki sayısı yapılan sürvey adedine bölünmüştür.

$$B; \text{ Sayılan örnekte toplam birey sayısı}$$

$$m; \text{ Toplam örnekleme sayısı.}$$

$$\text{Genel kaplama alanı: } G.K.A. = T.K.A. / m$$

$$G.K.A. = \text{Genel Kaplama Alanı}$$

$$T.K.A. = \text{Her türün kapladığı alanın toplamı}$$

Ö.K.A= Özel kaplama alanı

m= toplam örnek sayısı

Özel kaplanma alanı: (Ö.K.A.=T.K.A./n)

Ö.K.A= Özel kaplama alanı

T.K.A. = Her türün kapladığı alanın toplamı

n= Yapılan örneklerin kaçında o tür ile karşılaşıldığı (Odum, 1971) formüllerine göre hesap edilmiştir.

Yabancı ot yaygınlıklarını değerlendirmek için Pamukoğlu (2011)'nden uyarlanan skala kullanılmıştır. Bu skalada; Çok Rastlanan (ÇR) > %50.0; Orta Rastlanan (OR) %25.0 - %49.9; Az Rastlanan (AR); %12.5-%24.9; Nadir Rastlanan (NR) < %12.5 olarak değerlendirilmiştir. Yabancı otların yoğunluklarının (bitki m⁻²) tespitinde; bir tarlada her bir yabancı ot için yapılan sayımlar sonucu elde edilen değer o tarlada sayım yapılan toplam alana bölünmesi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan yabancı ot yoğunluklarının değerlendirilmesinde ise Pamukoğlu (2011)'dan uyarlanan skala ile ifade edilmiştir. Buna göre; A:>3.00 adet m⁻²; B: 2.00-2.99 adet m⁻²; C: 1.00-1.99 adet m⁻²; D: 0.10-0.99 adet m⁻²; E: 0.10> adet m⁻² olarak değerlendirilmiştir (Pamukoğlu, 2011).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sürvey alanlarında saptanan yabancı ot türleri

2020-2021 Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarında yapılan sürveylerde bulunan yabancı otlar Çizelge 4'de verilmiştir. Sürvey sonunda 24 familyaya ait 87 farklı yabancı ot türüne rastlanmıştır.

Çizelge 4. Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarında belirlenen yabancı otlar

Table 4. Weeds identified in sugar beet cultivation areas in Malatya province

No	Familya	No	Latince Adı	Türkçe Adı
1	Amaranthaceae	1	<i>Amaranthus albus</i> L.	Ak horozibiği
		2	<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	Yatık horozibiği
		3	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Kırmızı köklü tilkikuyruğu
		4	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken
		5	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.	İt sirkeni
		6	<i>Salsola ruthenica</i> Iljin	Keteğen
2	Apiaceae	7	<i>Echinophora tenuifolia</i> L. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Guss.) Tutin	Dikensiz çördük
		8	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Zühre tarağı
3	Aristolochiaceae	9	<i>Aristolochia maurorum</i> L.	Yer keleşği
4	Asteraceae	10	<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabani marul
		11	<i>Calendula arvensis</i> L.	Öküzgözü
		12	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Saka diken
		13	<i>Centaurea depressa</i> L.	Gökbaş
		14	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Zerdali diken
		15	<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	Büyük yemlik
		16	<i>Anthemis arvensis</i> L.	Kokulu küçük papatya
		17	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Karakavuk
		18	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hindiba
		19	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köy göçüren
		20	<i>Senecio vulgaris</i> L.	Tarla kanarya otu
		21	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Adi eşek marulu
		22	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Eşek marulu
		23	<i>Tragopogon bupthalmoides</i> (DC.) Boiss.	Pamuklu yemlik

Çizelge 4 (devamı). Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarında belirlenen yabancı otlar

Table 4 (continued). Weeds identified in sugar beet cultivation areas in Malatya province

No	Familiya	No	Latince Adı	Türkçe Adı
		24	<i>Xanthium spinosum</i> L.	Küçük pıtrak
		25	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı
5	Boraginaceae	26	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	Taşkesen otu
		27	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Bambul otu
		28	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çobançantası
		29	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Yabani tere
		30	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.	Tavşan hardalı
		31	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Sadır otu
6	Brassicaceae	32	<i>Isatis tinctoria</i> L.	Çivit otu
		33	<i>Neslia panikulata</i> (L.) Desv.	Topuz otu
		34	<i>Sinapis alba</i> L.	Akhardal
		35	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal
		36	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Çalgıcı otu
		37	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Bülbül otu
7	Caryophyllaceae	38	<i>Gypsophila pilosa</i> Hudson	Çöven
		39	<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik.	Arap baklası
8	Convolvulaceae	40	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı
		41	<i>Convolvulus galaticus</i> Rost. ex Choisy	Yer sarmaşığı
9	Cuscutaceae	42	<i>Cuscuta</i> sp.	Küsküt
10	Cyperaceae	43	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Topalak
		44	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A. Juss.	Boya otu
11	Euphorbiaceae	45	<i>Euphorbia falcata</i> L.	Oraklı sütleşen
		46	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Güneş sütleşeni
		47	<i>Euphorbia petiolata</i> Banks & Sol.	Ayaklı sütleşen
		48	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (Bieb.) Desv.	Deve dikenini
12	Fabaceae	49	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Tatlı meyan
		50	<i>Medicago sativa</i> L.	Yonca
		51	<i>Vicia sativa</i> L.	Fiğ
13	Geraniaceae	52	<i>Geranium tuberosum</i> L.	Devetabanı
14	Lamiaceae	53	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ballıbaba
		54	<i>Salvia syriaca</i> L.	Adaçayı
		55	<i>Hibiscus trionum</i> L.	Yabani bamyası
15	Malvaceae	56	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümece
		57	<i>Malva sylvestris</i> L.	Büyük ebegümece
16	Papaveraceae	58	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Şahtere
		59	<i>Glaucium grandiflorum</i> Boiss. & A.Huet	Kırmızı gelincik
		60	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	Buğday anası
		61	<i>Agropyron repens</i> L.	Sabankıran
		62	<i>Avena fatua</i> L.	Yabani yulaf
		63	<i>Avena sativa</i> L.	Beyaz yulaf
17	Poaceae	64	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Köpek dişi ayrığı
		65	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Çatal otu
		66	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Darıcan
		67	<i>Elymus glaucus</i> Buckley	Mavi yabani arpa
		68	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Arpa

Çizelge 4 (devamı). Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarında belirlenen yabancı otlar

Table 4 (continued). Weeds identified in sugar beet cultivation areas in Malatya province

No	Familiya	No	Latince Adı	Türkçe Adı
		69	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	Sert çim
		70	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	Tarla kuşyemi
		71	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Kamış
		72	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Yapışkan kirpi darı
		73	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Yeşil kirpi darı
		74	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Kanyaş
		75	<i>Triticum aestivum</i> L.	Kendi gelen bugday
18	Polygonaceae	76	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Kuş çobandeğneği
		77	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Sarmaşık çobandeğneği
		78	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Geniş yapraklı çobandeğneği
		79	<i>Rumex crispus</i> L.	Kıvırcık labada
19	Portulacaceae	80	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semizotu
20	Resedaceae	81	<i>Reseda lutea</i> L.	Sarı sevgi çiçeği
21	Rubiaceae	82	<i>Galium aparine</i> L.	Dil kanatan
		83	<i>Galium tricornutum</i> Dandy	Boynuzlu yoğurt otu
22	Scrophulariaceae	84	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Siğirkuyruğu
		85	<i>Veronica hederifolia</i> L.	Sarmaşık yapraklı yavşanotu
23	Solanaceae	86	<i>Solanum nigrum</i> L.	Siyah it üzümü
24	Zygophyllaceae	87	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Demir diken

Sürvey alanlarında saptanan yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları

2020 yılı Malatya ili ve ilçelerinin şeker pancarı ekimi yapılmış olan sürvey çalışmasında toplamda 24 familyaya ait 71 farklı yabancı ot türü tespit edilmiştir. Yabancı otların yaygınlık durumuna göre çok rastlanan (ÇR) türler; *A. retroflexus* (%76.19), *S. ruthenica* (%76.19), *C. arvensis* (%71.43), *C. album* (%69.05), *A. albus* (%61.90), *H. europaeum* (%61.90) olarak belirlenmiştir. Orta rastlanan (OR); *X. strumarium* (%40.48), *C. juncea* (%35.71), *L. serriola* (%33.33), *C. tinctoria* (%30.95), *P. aviculare* (%26.19) türleri olmuştur. Az rastlanan (AR) 15 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Nadir rastlanan (NR) 45 yabancı ot türü saptanmıştır (Çizelge 5).

Genel kaplama alanı olarak en yüksek değere sahip ilk beş yabancı ot türü; *C. arvensis* (%4.65), *H. europaeum* (%4.49), *C. album* (%3.62), *A. retroflexus* (%3.61), *S. ruthenica* (%3.11) olmuştur (Çizelge 5).

Genel yoğunlukta ise: A değer aralığında; m²'de 3 adet veya daha fazla bitki bulunamamıştır. B değer aralığında; *A. retroflexus* (2.95 adet m⁻²), *H. europaeum* (2.75 adet m⁻²), *S. ruthenica* (2.27 adet m⁻²) olduğu tespit edilmiştir. C değer aralığında; *C. arvensis* (1.88 adet m⁻²), *A. repens* (1.46 adet m⁻²), *S. viridis* (1.26 adet m⁻²), *A. albus* (1.07 adet m⁻²) olduğu tespit edilmiştir. D değeri aralığında toplam 15 yabancı ot türü tespit edilmiştir. E değer aralığında ise toplam 19 yabancı ot türü tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarındaki yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları (2020)

Table 5. Frequency and densities of weeds in sugar beet cultivation areas in Malatya province (2020)

No	Yabancı ot türleri	%						
		Rastlama sıklığı	Yaygınlık	GKA	ÖKA	GY	Yoğunluk	ÖY
1	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	2.38	NR	0.02	1.00	0.04	E	1.75
2	<i>Agropyron repens</i> L.	23.81	AR	2.24	9.40	1.46	C	10.21
3	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (Bieb.) Desv.	9.52	NR	1.31	13.75	0.08	E	3.25
4	<i>Amaranthus albus</i> L.	61.90	ÇR	2.74	4.42	1.07	C	2.14
5	<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	2.38	NR	0.01	0.50	0.04	E	1.50
6	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	76.19	ÇR	3.61	4.73	2.95	B	5.38
7	<i>Anthemis arvensis</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
8	<i>Aristolochia maurorum</i> L.	16.67	AR	0.60	3.57	0.20	D	2.06
9	<i>Avena fatua</i> L.	4.76	NR	0.06	1.25	-	-	-
10	<i>Avena sativa</i> L.	7.14	NR	0.11	1.50	0.39	D	8.25
11	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	9.52	NR	0.07	0.75	0.01	-	0.25
12	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	2.38	NR	0.01	0.50	0.00	-	0.00
13	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	2.38	NR	0.12	5.00	-	-	-
14	<i>Centaurea depressa</i> L.	21.43	AR	0.24	1.11	0.04	E	0.58
15	<i>Chenopodium album</i> L.	69.05	ÇR	3.62	5.24	0.85	D	1.70
16	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.	9.52	NR	0.83	8.75	0.14	D	3.00
17	<i>Chondrilla juncea</i> L.	35.71	OR	0.77	2.17	0.17	D	1.21
18	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A. Juss.	30.95	OR	1.36	4.38	0.48	D	2.03
19	<i>Cichorium intybus</i> L.	4.76	NR	0.08	1.75	0.04	E	0.75
20	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	21.43	AR	0.62	2.89	0.12	D	0.83
21	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.	2.38	NR	0.05	2.00	-	-	-
22	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	71.43	ÇR	4.65	6.52	1.88	C	3.59
23	<i>Convolvulus galaticus</i> Rost. ex Choisy	4.76	NR	0.25	5.25	0.01	E	0.50
24	<i>Cuscuta</i> sp.	16.67	AR	0.37	2.21	0.01	E	0.25
25	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	21.43	AR	1.74	8.11	0.96	D	5.79
26	<i>Cyperus rotundus</i> L.	2.38	NR	0.17	7.00	0.11	D	4.50
27	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	4.76	NR	0.07	1.50	0.09	E	3.75
28	<i>Echinophora tenuifolia</i> L. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Guss.) Tutin	19.05	AR	0.65	3.44	0.11	D	1.50
29	<i>Elymus glaucus</i> Buckley	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
30	<i>Euphorbia falcata</i> L.	4.76	NR	0.04	0.75	-	-	-
31	<i>Euphorbia petiolata</i> Banks & Sol.	7.14	NR	0.06	0.83	0.02	E	0.38
32	<i>Fumaria officinalis</i> L.	2.38	NR	0.02	100	-	-	-
33	<i>Galium aparine</i> L.	11.90	NR	0.36	3.00	0.18	D	2.50
34	<i>Galium tricornutum</i> Dandy	2.38	NR	0.02	1.00	-	-	-
35	<i>Geranium tuberosum</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	0.01	E	0.50
36	<i>Glaucium grandiflorum</i> Boiss. & A.Huet	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
37	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	14.29	AR	0.35	2.42	-	-	-
38	<i>Gypsophila pilosa</i> Hudson	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
39	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	61.90	ÇR	4.49	7.25	2.75	B	5.01

Çizelge 5 (devamı). Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarındaki yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları (2020)
 Table 5 (continued). Frequency and densities of weeds in sugar beet cultivation areas in Malatya province (2020)

No	Yabancı ot türleri	% Rastlama sıklığı	Yaygınlık	GKA	ÖKA	GY	Yoğunluk	ÖY
40	<i>Hordeum vulgare</i> L.	2.38	NR	0.02	1.00	-	-	-
41	<i>Lactuca serriola</i> L.	33.33	OR	0.35	1.04	0.05	E	0.38
42	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	2.38	NR	0.02	1.00	-	-	-
43	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	2.38	NR	0.02	1.00	-	-	-
44	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
45	<i>Malva sylvestris</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
46	<i>Medicago sativa</i> L.	4.76	NR	0.02	0.50	-	-	-
47	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	2.38	NR	0.01	0.50	-	--	-
48	<i>Polygonum aviculare</i> L.	26.19	OR	0.30	1.14	0.05	E	0.67
49	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
50	<i>Reseda lutea</i> L.	16.67	AR	1.11	6.64	0.39	D	8.13
51	<i>Salsola ruthenica</i> Iljin	76.19	ÇR	3.11	4.08	2.27	B	2.98
52	<i>Salvia syriaca</i> L.	2.38	NR	0.05	2.00	-	-	-
53	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	0.00	E	0.00
54	<i>Senecio vulgaris</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
55	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	11.90	NR	0.18	1.50	0.01	E	0.25
56	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	7.14	NR	0.15	2.17	1.26	C	17.58
57	<i>Sinapis alba</i> L.	2.38	NR	0.12	5.00	-	-	-
58	<i>Sinapis arvensis</i> L.	16.67	AR	0.26	1.57	0.05	E	0.29
59	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	16.67	AR	0.38	2.29	0.03	E	1.25
60	<i>Solanum nigrum</i> L.	2.38	NR	0.02	1.00	0.01	E	0.50
61	<i>Sonchus arvensis</i> L.	7.14	NR	0.04	0.50	0.01	E	0.25
62	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	14.29	AR	0.23	1.58	0.01	E	0.25
63	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	19.05	AR	0.85	4.44	0.43	D	3.60
64	<i>Tragopogon bupthalmoides</i> (DC.) Boiss.	16.67	AR	0.43	2.57	0.12	D	1.25
65	<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	11.90	NR	0.27	2.30	-	-	-
66	<i>Tribulus terrestris</i> L.	16.67	AR	0.54	3.21	0.05	E	0.29
67	<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik.	7.14	NR	0.04	0.50	-	-	-
68	<i>Veronica hederifolia</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
69	<i>Vicia sativa</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	0.01	E	0.25
70	<i>Xanthium spinosum</i> L.	2.38	NR	0.01	0.50	-	-	-
71	<i>Xanthium strumarium</i> L.	40.48	OR	2.62	6.47	0.72	D	3.36

2021 yılı Malatya ili ve ilçelerinin şeker pancarı ekimi alanlarında yapılmış olan survey çalışmasında toplamda 23 familyaya ait 64 farklı yabancı ot türü tespit edilmiştir. Yabancı otların yaygınlık durumuna göre; çok rastlanan (ÇR) türler; *C. album* (%95.00), *A. retroflexus* (%85.00), *C. arvensis* (%82.50), *S. ruthenica* (%80.00), *H. europaeum* (%60.00), *A. albus* (%57.50), *X. strumarium* (%52.50), türleri olmuştur. Orta rastlanan (OR); *A. blitoides* (%42.50), *L. serriola* (%42.50), *S. halepense* (%37.50), *C. dactylon* (%32.50), *C. tinctoria* (%30.00), *Cuscuta* sp. (%30.00), *S. verticillata* (%30.00), *T. bupthalmoides* (%27.50), *P. aviculare* (%27.50), olarak belirlenmiştir. Az rastlanan (AR) 9, nadir rastlanan (NR) ise 38 yabancı ot türü tespit edilmiştir (Çizelge 6). Genel kaplama alanı olarak en yüksek değere sahip ilk beş yabancı ot türü; *C. album* (%3.03), *A. retroflexus* (%2.76), *C. arvensis* (%2.05), *S. ruthenica* (%1.50), *A. albus* (%1.18) olmuştur (Çizelge 6). Genel yoğunluk olarak ise: A değer aralığı; *A. retroflexus* (5.06 adet m⁻²). B değer

aralığı; *C. arvensis* (2.44 adet m⁻²) olduğu tespit edilmiştir. C değer aralığı; *C. album* (1.63 adet m⁻²), *A. albus* (1.39 adet m⁻²), *C. dactylon* (1.08 adet m⁻²), *S. ruthenica* (1.06 adet m⁻²) olduğu tespit edilmiştir. D değerinde toplam 13 yabancı ot türü tespit edilmiştir. E değerinde ise toplam 22 yabancı ot türü tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarındaki yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları (2021)

Table 6. Frequency and densities of weeds in sugar beet cultivation areas in Malatya province (2021)

No	Yabancı ot türleri	% Rastlama sıklığı	Yaygınlık	GKA	ÖKA	GY	Yoğunluk	ÖY
1	<i>Alhagi pseudalhagi</i> (Bieb.) Desv.	2.50	NR	0.08	3.00	0.04	E	1.75
2	<i>Amaranthus albus</i> L.	57.50	ÇR	1.18	2.04	1.39	C	3.10
3	<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	42.50	OR	0.78	1.82	0.60	D	1.85
4	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	85.00	ÇR	2.76	3.25	5.06	A	6.74
5	<i>Aristolochia maurorum</i> L.	5.00	NR	0.06	1.25	0.01	E	0.50
6	<i>Avena fatua</i> L.	5.00	NR	0.06	1.25	0.03	E	1.00
7	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	2.50	NR	0.08	3.00	-	-	-
8	<i>Calendula arvensis</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
9	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
10	<i>Centaurea depressa</i> L.	5.00	NR	0.04	0.75	0.01	E	0.25
11	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
12	<i>Chenopodium album</i> L.	95.00	ÇR	3.03	3.18	1.63	C	2.25
13	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.	15.00	AR	0.43	2.83	0.28	D	2.20
14	<i>Chondrilla juncea</i> L.	27.50	OR	0.19	0.68	0.04	E	0.58
15	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A. Juss.	30.00	OR	0.26	0.88	0.59	D	2.61
16	<i>Cichorium intybus</i> L.	5.00	NR	0.03	0.50	-	-	-
17	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	22.50	AR	0.29	1.28	0,11	D	0.85
18	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Dumort.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
19	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	82.50	ÇR	2.05	2.48	2.44	B	4.25
20	<i>Convolvulus galaticus</i> Rost. ex Choisy	12.50	AR	0.26	2.10	0.17	D	1.35
21	<i>Cuscuta</i> sp.	30.00	OR	0.21	0.71	0.01	E	0.25
22	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	32.50	OR	0.61	1.88	1.08	C	14.42
23	<i>Cyperus rotundus</i> L.	2.50	NR	0.13	5.00	0.50	D	20.00
24	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
25	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	2.50	NR	0.01	0.50	0.02	E	0.75
26	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	5.00	NR	0.06	1.25	0.06	E	2.25
27	<i>Echinophora tenuifolia</i> L. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Guss.) Tutin	10.00	NR	0.05	0.50	0.01	E	0.50
28	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
29	<i>Galium tricornutum</i> Dandy	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
30	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	10.00	NR	0.06	0.63	0.09	E	1.25
31	<i>Gypsophila pilosa</i> Hudson	2.50	NR	0.01	0.50	0.01	E	0.25
32	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	60.00	ÇR	0.96	1.60	0.63	D	1.47
33	<i>Hibiscus trionum</i> L.	10.00	NR	0.06	0.63	0.10	D	1.00
34	<i>Isatis tinctoria</i> L.	10.00	NR	0.06	0.63	-	-	-
35	<i>Lactuca serriola</i> L.	42.50	OR	0.31	0.74	0.03	E	0.33
36	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
37	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	5.00	NR	0.03	0.50	-	-	-
38	<i>Medicago sativa</i> L.	7.50	NR	0.04	0.50	-	-	-

Çizelge 6 (devamı). Malatya ili şeker pancarı ekim alanlarındaki yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları (2021)
Table 6 (continued). Frequency and densities of weeds in sugar beet cultivation areas in Malatya province (2021)

No	Yabancı ot türleri	% Rastlama sıklığı	Yaygınlık	GKA	ÖKA	GY	Yoğunluk	ÖY
39	<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
40	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	2.50	NR	0.08	3.00	0.01	E	0.25
41	<i>Polygonum aviculare</i> L.	27.50	OR	0.18	0.64	0.05	E	0.40
42	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	2.50	NR	0.03	1.00	0.01	E	0.50
43	<i>Portulaca oleracea</i> L.	10.00	NR	0.11	1.13	0.02	E	0.38
44	<i>Reseda lutea</i> L.	5.00	NR	0.06	1.25	0.05	E	0.67
45	<i>Rumex crispus</i> L.	20.00	AR	0.18	0.88	-	-	-
46	<i>Salsola ruthenica</i> Iljin	80.00	ÇR	1.50	1.88	1.06	C	2.01
47	<i>Salvia syriaca</i> L.	5.00	NR	0.05	1.00	-	-	-
48	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	30.00	OR	0.23	0.75	0.19	D	2.50
49	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	2.50	NR	0.03	1.00	0.03	E	1.25
50	<i>Setaria italica</i> (L.) P. Beauv.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
51	<i>Sinapis arvensis</i> L.	20.00	AR	0.19	0.94	0.04	E	0.58
52	<i>Sisymbrium irio</i> L.	15.00	AR	0.09	0.58	-	-	-
53	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
54	<i>Solanum nigrum</i> L.	20.00	AR	0.16	0.81	0.03	E	0.31
55	<i>Sonchus arvensis</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
56	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	22.50	AR	0.18	0.78	0.29	D	2.94
57	<i>Sorghum halepense</i> L. Pers.	37.50	OR	0.55	1.47	0.43	D	1.73
58	<i>Tragopogon bupththalmoides</i> DC. Boiss	27.50	OR	0.20	0.73	0.12	D	1.19
59	<i>Tragopogon dubius</i> Scop.	2.50	NR	0.01	0.50	0.01	E	0.25
60	<i>Triticum aestivum</i> L.	15.00	AR	0.21	1.42	-	-	-
61	<i>Tribulus terrestris</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	0.01	E	0.50
62	<i>Verbascum thapsus</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
63	<i>Xanthium spinosum</i> L.	2.50	NR	0.01	0.50	-	-	-
64	<i>Xanthium strumarium</i> L.	52.50	ÇR	0.90	1.71	0.43	D	1.70

Kahramanmaraş' da yapılan çalışmada 22 familyaya ait 41 yabancı ot türü saptanmıştır. Yabancı ot yoğunluğuna göre sırasıyla; *A. retroflexus* (1.94 bitki m⁻²), *C. album* (1.39 bitki m⁻²), *C. arvensis* (1.31 bitki m⁻²), *S. nigrum* (1.10 bitki m⁻²), *S. arvensis* (1.02 bitki m⁻²) türleri tespit edilmiştir (Tursun ve ark., 2003).

Bayburt ili şeker pancarı üretim alanlarında bulunan yabancı otların en yoğun rastlanan türlerinin *C. album*, *S. arvensis*, *C. arvense*, *C. arvensis*, *A. retroflexus* olduğu bildirilmiştir (Kordali & Zengin, 2008).

Van Gölü Havzası'nda birinci ve ikinci çapa öncesi örnekler alınmıştır. Çalışma sonucunda 18 farklı familyaya ait 34 yabancı ot türü saptanmıştır. Rastlanma sıklığına göre: *A. retroflexus*, *C. album*, *P. aviculare*, *S. arvensis*, *E. crus-galli* olduğu saptanmıştır (Özkan & Kaya, 2008).

Konya da yapılan çalışmada 11 farklı yabancı ot tespit edilmiş olup en fazla rastlanma sıklığı sırası ile *C. album*, *C. arvense*, *S. arvensis*, *A. lappa*, *C. arvensis* olduğu bildirilmiştir (Malaslı, 2010).

Sakarya'da yapılan çalışma sonucunda 17 farklı familya içerisinde 25 farklı yabancı ot türü tespiti yapılmış ve en yoğun *S. verticillata* (2.79 bitki m⁻²), *E. crus-galli* (2.10 bitki m⁻²), *S. halepense* (1.34 bitki m⁻²), *P. oleracea* (1.10 bitki m⁻²), *C. album* (1.03 bitki m⁻²) yabancı otlarının olduğu belirtilmiştir (Büyükdemir & Kara, 2020).

Kayseri'de 100 adet şeker pancarı arazisinde survey çalışması yapılmış ve çalışma sonucunda 18 farklı familyadan 56 farklı yabancı ot türü tespit edilmiştir. Yoğunluğuna göre sırasıyla; *A. retroflexus* (4.01 bitki m⁻²), *C. album* (2.41 bitki m⁻²), *E. crus-galli* (2.22 bitki m⁻²), *S. verticillata* (1.96 bitki m⁻²) olduğu tespit edilmiştir (Akça & Işık, 2016).

Niğde’de yapılan çalışmada ise 10 farklı familyaya ait 17 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Mayıs ayında yapılan çalışmada yabancı ot yoğunluğu *C. album* (3.52 bitki m⁻²), *A. retroflexus* (3.19 bitki m⁻²) olduğu bildirilmiştir (Gökçe, 2018).

Uşak’ta yapılan sürvey çalışmasının sonucunda 22 familyadan 51 yabancı ota rastlanmıştır. Şeker pancarı ekim alanlarında en yaygın türler, *A. retroflexus* %100, *C. album* %100, *C. arvensis* %87.67 ve *Polygonum* spp. %73.97 olarak belirtilmiştir (Akar & Yavuz, 2018).

Kırşehir ili şeker pancarı üretim alanlarında yayılış gösteren en yaygın yabancı otların yaygınlığı sırasıyla; %78.3 *C. album*, %75 *A. retroflexus*, %53,3 *C. arvensis*, %46 *A. albus*, %33 *C. tinctoria* ve *S. arvensis* olarak bildirilmiştir (Yılar ve ark., 2022).

Kahramanmaraş ve Adana illerinde yer alan ilçelerdeki şekerpancarı tarlalarında 26 familyaya bağlı toplam 88 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Bu yabancı ot türlerinden 1 tür tam parazit ve Pteridophyta, 18 Monokotiledon ve 68 tür Dikotiledon sınıfına aittir. Şeker pancarı tarlalarında çok yoğun olarak tespit edilen yabancı ot türleri sırasıyla, *S. arvensis*, *C. album*, *E. colonum*, *C. campestris*, *A. retroflexus*, *S. halepense*, *E. repens*, *C. arvensis*, *C. arvense* ve *C. draba* olarak belirlenmiştir. Önemli yabancı ot türlerinin sıklığı ve genel kaplama alanı % 64.9-50.1 ve % 62.8-50.0 arasında olduğu belirtilmiştir (Üstüner, 2022).

Daha önce yapılan çalışmalarda şeker pancarı ekim alanlarında yoğunluğu verilen yabancı otların Kahramanmaraş, Bayburt, Sakarya, Kayseri, Niğde illerinde yoğunlukları değişiklik gösterse de *C. album* ortak yoğunluğa sahip türken Sakarya ili hariç *A. retroflexus* diğer ortak tür olmuştur. Ortak çıkan yabancı otların dışında benzer çıkan yabancı otlar olsa da yoğunluklarında farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada ise *C. album* ve *Amaranthus retroflexus* yabancı otlarında benzer sonuçlar gösterirken *H. europaeum*, *A. repens*, *C. dactylon* ve *S. ruthenica* yabancı otlarında yoğun yabancı otlar olduğu tespit edilmiştir (Tursun ve ark., 2003; Kordali & Zengin, 2008; Akça & Işık, 2016; Gökçe, 2018; Büyükdemir & Kara, 2020). Yapılan sürveylerde rastlanma sıklığı verilen Van, Konya, Uşak, Kırşehir illerinde *C. album* ortak rastlanan tür olmuştur. Konya hariç diğer illerde en fazla rastlanan diğer tür *A. retroflexus* olmuştur. İller arasında benzer yabancı otlar görülse de rastlanma sıklığı değerleri birbirinden farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmada ise *C. album* ve *A. retroflexus* yabancı otlarında benzer sonuçlar gösterirken *H. europaeum*, *A. repens*, *C. dactylon*, *S. ruthenica* ve *C. arvensis* en sık görülen yabancı otlar olduğu tespit edilmiştir. (Özkan & Kaya, 2008; Malaslı, 2010; Akar & Yavuz, 2018; Yılar & ark., 2022).

Rastlanma sıklığı ve yoğunluk açısından yapılmış olan çalışma ile benzerlik görülmektedir. İllere göre yoğunluk ve rastlama sıklıklarında farklılık görülse de bunun nedeninin çalışmanın yapıldığı iller arasındaki ekolojik farklılıklar, şeker pancarında yabancı otlara karşı kullanılan mücadele farklılıkları, sürvey yapım tarihlerindeki farklılıklar, şeker pancarı ekimi yapılan alanda ekim nöbetine konulan bitkiler ve yapılan tarımsal faaliyetlerin farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Malatya ve ilçelerinde yürütülen şeker pancarı ekimi yapılan tarlalarda iki yılda toplam 24 familyaya ait 87 farklı yabancı ot türü tespit edilmiştir. Sürvey yapılan yıllarda en fazla türe sahip ilk üç familyanın sırasıyla; Asteraceae, Poaceae ve Brassicaceae olduğu belirlenmiş ve Asteraceae ve Poaceae familyalarında 16 farklı, Brassicaceae familyasında ise 10 farklı yabancı ot türü saptanmıştır. 2020 yılında 24 familyaya ait 71 yabancı ot türüne rastlanılmıştır. Yabancı otların yaygınlık durumuna göre ilk beş yabancı ot sırasıyla; *A. retroflexus*, *S. ruthenica*, *C. arvensis*, *C. album*, *A. albus* ve *H. europaeum* türleri şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Genel yoğunluğa göre ise *A. retroflexus*, *H. europaeum*, *S. ruthenica*, *C. arvensis* ve *A. repens* olduğu tespit edilmiştir. 2021 yılında 23 familyaya ait 64 yabancı ot türüne rastlanmıştır. Yabancı otların yaygınlık durumuna göre ilk beş yabancı ot sırasıyla; *C. album*, *A. retroflexus*, *C. arvensis*, *S. ruthenica* ve *H. europaeum* türleri şeklinde olduğu saptanmıştır. Genel yoğunluğa göre ise *A. retroflexus*, *C. arvensis*, *C. album*, *A. albus*, *C. dactylon* ve *S. ruthenica* türleri tespit edilmiştir. Çalışmada bulunan yaygın ve yoğun olan türlerin çoğu tohumla çoğalan yabancı otlardır. Şeker pancarının sulanması nedeniyle tohum bankasında bulunan bir çok yabancı ot tekrar toprak yüzeyine çıkarak sorun oluşturabilmektedir. Yabancı otlarla mücadeleye rağmen yaygınlığı ve yoğunluğu fazla olan bu türlerle mücadelede sadece kimyasal

mücadele ile değil diğer alternatif mücadele yöntemlerinin de kimyasal mücadele ile birlikte kullanılması önerilmektedir. Örneğin; ekim nöbeti, yabancı otlardan ari sertifikalı tohumluk, çıkış öncesi ve çıkış sonrası herbisit uygulaması, el çapası gibi uygulamalar ile yabancı otlarla mücadelede başarı sağlanabilir.

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

- Akar, A., & Öğüt Yavuz, D. (2020). Uşak ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekim tarlalarında bulunan yabancı ot türlerinin, rastlama sıklıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3), 461-473. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.678019>
- Akça, A., & Işık, D. (2016). Kayseri ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekiliş alanlarında bulunan yabancı otların tespiti. *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (1), 115-124. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/284579>
- Anonim (2004). Pancar ve mısırın ülke ekonomisindeki yeri. T.C. Şeker Kurumu, Ankara, <http://www.sekerkurumu.gov.tr> (Erişim tarihi: 16/11/2022).
- Anonim (2006). Şeker pancarının istekleri. Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. Genel Müdürlüğü, Kayseri, <http://www.kayseriseker.com.tr> (Erişim tarihi: 15/11/2022).
- Anonim (2022a). <http://www.malatya.gov.tr/cografi-konum> (Erişim tarihi: 16/11/2022).
- Anonim (2022b). <http://www.malatya.gov.tr/akcadag> (Erişim tarihi: 17/11/2022).
- Anonim (2022c). <http://www.malatya.gov.tr/battalgazi> (Erişim tarihi: 15/11/2022).
- Anonim (2022ç). <http://www.malatya.gov.tr/darende> (Erişim tarihi: 16/11/2022).
- Anonim (2022d). <http://www.malatya.gov.tr/dogansehir> (Erişim tarihi: 20/11/2022).
- Anonim (2022e) <http://www.malatya.gov.tr/yazihan> (Erişim tarihi: 22/11/2022).
- Anonim (2022f). <http://www.malatya.gov.tr/yesilyurt> (Erişim tarihi: 21/11/2022).
- Anonim (2022g). <http://www.malatya.gov.tr/cografi-konum> (Erişim tarihi: 20/11/2022).
- Avcı, S. (2005). Türkiye’de şeker sanayinde yaşanan değişiklikler ve coğrafi sonuçları. Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına), İstanbul, Türkiye, 1 - 04 Kasım 2005, 457-466.
- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). *Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi*. Ege Üniversitesi Zir. Fak. Yardımcı Ders Kitabı, No: 167.
- Büyükdemir, G.Ç., & Kara, A. (2020). Sakarya ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) tarlalarında görülen yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıklarının belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 23 (2), 89-97. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1221679>
- FAO. (2021). <http://www.fao.org/faostat> (Erişim tarihi: 20/12/2022).
- Gencer, O. (1988). *Genel tarla bitkileri (Endüstri bitkileri)*. Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Ders Kitabı, (42).

- Gökalp, Ö., & Üremiş, İ. (2015). Mardin’de buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 23-30. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkuzfd/issue/19637/209638>
- Gökçe, L. (2018). Niğde ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekim alanlarında görülen yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıklarının tespiti. (Yayın No:528385) Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı, 50 s, Niğde.
- Günçan, A. (2000). Şeker pancarlarında ekim öncesi yabancı ot mücadelesi. *Pancar Ekicileri Eğitim ve Sağlık Vakfı Yayınları*, (5), 143-148.
- Johnson, R., Alexander T., Rush J.T., G.E., & Havkes R. (1971). *Advances in sugar beet production: Principles and practices* (Çeviri: Bilgen T., Erel K., Onat G., 1997) Şeker pancarı üretimindeki gelişmeler, prensipler ve uygulamalar. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Yayınları, Yayın No: 205. Ankara, s 507.
- Kordali, Ş., & Zengin, H. (2008). Bayburt ili şekerpancarı ekim alanlarında bulunan yabancı otların rastlama sıklığı, yoğunlukları ve topluluk oluşturma durumlarının saptanması. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 11 (2), 23-39. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunizfd/issue/2933/40578>
- Malaslı, M.Z. (2010). Şeker pancarı üretim alanlarında yabancı otların mücadelesi yöntemleri ve uygulama etkinliklerinin belirlenmesi. (Yayın No:287007) Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı, 69 s, Şanlıurfa.
- MGM. (2022). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Malatya İli Meteoroloji Verileri.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of ecology*. Third Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1-574.
- Oerke, E.C., Dehne, H.W., Schonbeck, F., & Weber, A. (1994). *Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 1994. 808 pp.
- Özgür, O.E. (2013a). Şeker pancarı tarla çöpekleri I. (Weeds of sugar beet). ISBN: 978-605-60998-4-7 (1.c). Filiz Matbacılık San. ve Ltd. Şti. 14.10.2013. s. 411. Etimesgut-Ankara.
- Özgür, O.E. (2013b). Şeker pancarı tarla çöpekleri II. (Weeds of sugar beet). ISBN: 978-605-60998-5-4 (2.c). Filiz Matbacılık San. ve Ltd. Şti. 14.10.2013. s. 411. Etimesgut-Ankara.
- Özkan, O.U., & Kaya İ. (2008). Van Gölü Havzası şeker pancarı alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesi. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 11 (1), 8-15. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/86531?view=bibtex&download=86531.bib>
- Pamukoğlu, Z. (2011). Kahramanmaraş kırmızı biber alanlarında sorun olan yabancı otlar ve bunlarla mücadelede kritik periyodun belirlenmesi. (Yayın No:284442) Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 47 s.
- Pankobirlik (2022). Sınırlı sorumlu pancar ekicileri kooperatifleri birliği www.pankobirlik.com.tr (Erişim tarihi: 09/01/2023).
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ.A., & Kurt, Ş. (2020). Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 23-33. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkuzfd/issue/30381/298689>
- The plant list (2024). <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2675613> (Erişim tarihi: 15/07/2024).
- Tursun, N., Tursun, A.Ö., & Kaçan K. (2003). Kahramanmaraş ili ve ilçelerinde şeker pancarı ekim alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (2), 166-172. <https://jes.ksu.edu.tr/tr/pub/archive>
- Türkşeker (2020). <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=3&MenuID=3> (Erişim tarihi: 5/11/2022).
- Türkşeker (2022). <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=3&MenuID> (Erişim tarihi: 09/12/2022).
- USDA (2020). <https://apps.fas.usda.gov/psdonline> (Erişim tarihi 30.11.2022).

- Uygur, F.N. (1985). Untersuchungen Zu Art und Bedeutung Der Verunkrautung Der Verunkrautung in Der Çukurova Unter Besonderer Berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) Pers. Plits, 1985/3 (5), Stuttgart, Germany, 169 s.
- Üstüner, T. (2022). Determination of weed species, density, frequency and coverage areas in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) fields located in Kahramanmaraş and Adana provinces. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 512-524. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1101680>
- Yılar, M., Bayar, Y., Akan, K., & Türkay, İ. (2022). Kırşehir ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) üretim alanlarında yayılış gösteren yabancı otların flora, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 268-279. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1071821>