



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

Cilt/Volume: 40

Sayı/Issue: 1

Şubat/February: 2025



e-ISSN: 1308-8769

<http://dergipark.gov.tr/omuanajas>

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
**ANADOLU TARIM BİLİMLERİ
DERGİSİ**

ANADOLU JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES



e-ISSN: 1308-8769

Volume/Cilt: 40 Issue/Sayı: 1

Şubat / February 2025

Samsun

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi Şubat, Haziran ve Ekim aylarında olmak üzere yılda üç sayı olarak yayınlanır. DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, FAO AGRIS/CARIS, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index ve TÜBİTAK-ULAKBİM TR Dizin (Yaşam Bilimleri Veri Tabanı, 1998-) tarafından taranmaktadır.

Anadolu Journal of Agricultural Sciences (ANAJAS) is published as three issues (February, June and October) per a year. ANAJAS is indexed and abstracted in DOAJ, AGRICOLA, CrossRef, ProQuest, OJS, CAB Abstract, FAO AGRIS/CARIS, EBSCOhost, ULRICH'S Periodical Directory, NewJour, Cite Factor, Scientific Indexing Services, Directory of Research Journals Indexing, Open Academic Journals Index, Cosmos Index and TUBITAK-ULAKBİM TR Index (Life Science Data Base, 1998-).

Amaç ve Kapsam

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi yeni bulgular ortaya koyan erişilebilir ve uygulanabilir temel ve uygulamalı yöntem ve tekniklerin sunulduğu bir forumdur. Tarımsal alanlarda yürütülen çalışmalardan üretilen orijinal makaleleri yayınlamaktadır. Ayrıca, güncel konulardaki davetli derlemelere de yer verilmektedir. Basım dili Türkçe ve İngilizcedir.

Aim and Scope

Anadolu Journal of Agricultural Sciences is a forum for presenting articles on basic and applied research, thus making new findings, methods and techniques easily accessible and applicable in practice. It publishes original papers on research in the fields of agriculture. Invited reviews on popular topics are published. Articles are published in Turkish and English.

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 55139 Atakum/Samsun

Tel: 0 (362) 312 19 19 **Fax:** : 0 (362) 457 60 34

e-mail: zfyayin@omu.edu.tr **web:** <https://dergipark.org.tr/pub/omuanajas>

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

e-ISSN: 1308-8769

2025 Cilt: 40 Sayı: 1

ANADOLU TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

e-ISSN: 1308-8769

2025 Volume: 40 Issue: 1

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Adına Sahibi /

Owner on behalf of Ondokuz Mayıs University

Prof. Dr. Fatma AYDIN

Rektör / Rector

Baş Editör / Chief Editor

Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK

Editörler / Editors

Doç. Dr. Hasan AKAY

Dr. Öğrt. Üyesi Uğur BAŞER

Prof. Dr. Deniz EKİNCİ

Prof. Dr. Orhan DENGİZ

Prof. Dr. Alper TANER

Doç. Dr. Aydın ALTOP

Dr. Attila SALAMON

Doç. Dr. Mehmet TÛTÛNCÛ

Dr. Alfadhl Yahya KHALED

Dr. Maria DATTENA

Dr. Dinu GAVOJDIAN

İstatistik Editörü / Statistic Editor

Doç. Dr. Hasan Samet ABACI

Mizanpaj/Layout

OMÜ Yayın Koordinatörlüğü

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Kismet AYDIN

Özlem TEKİNER

Gölbeyaz BOZKURT

Yayın Yeri ve Tarihi/Publication Place and Date

Samsun, Şubat / February 2025

**YAYIN DANIŐMA KURULU /
ADVISORY BOARD**

Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ
Atatürk Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Canan CAN
Gaziantep Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Abidin TEMİZER
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Türkiye

Doç. Dr. David HERAK
Czech University of Life Sciences/Czech Republic

Doç. Dr. Murat ÇANKAYA
Erzincan Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Fikretin ŞAHİN
Yeditepe Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN
Ahi Evran Üniversitesi/Kırşehir

Prof. Dr. Süleyman KODAL
Ankara Üniversitesi/Türkiye

Doç. Dr. Murat ŐENTÜRK
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Nebahat SARI
Çukurova Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Sedat SERÇE
Niğde Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Selçuk Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Hsin CHI
National Chung Hsing University, Taiwan/Republic
of China

Prof. Dr. Jozsef RATKY
Res. Inst. for Animal Breeding and Nutrition/Hungary

Prof. Dr. Mogens VESTERGAARD
University of Aarhus/Denmark

Prof. Dr. Claudiu T. SUPURAN
Univ Florence/Italy

Assit. Prof. Dr. Marketa MIHALİKOVA
Czech University of Life Sciences/Czech Republic)

Prof. Dr. nal KIZIL
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/Türkiye

Prof. Dr. Soner ÇANKAYA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Türkiye

Doç. Dr. Kađan KÖKTEN
Bingöl Üniversitesi/Türkiye

Doç. Dr. Őenay ŞİMŞEK
North Dakota State University/USA

İÇİNDEKİLER

Araştırma Makalesi/Research Article

Kahramanmaraş İli Baharatlık Biber (*Capsicum annuum* L.) Alanlarındaki Thrips (Thysanoptera) Türleri ve Popülasyon Yoğunluklarının Belirlenmesi 1-14
*Determination of Thrips (Thysanoptera) Species and Their Population Densities in Spicy Pepper (*Capsicum annuum* L.) Areas in Kahramanmaraş Province*
Mahmut Murat ASLAN, Alper KOZANOĞLU, İbrahim Halil ÖZDEMİR

Türkiye'nin Badem Ticaretinde Küresel Rekabet Gücünün Analizi 15-37
Analysis of Türkiye's Global Competitiveness in Almond Trade
Gül BİNBOĞA, Nevin DEMİRBAŞ

Çimlenme ve Çıkış Dönemlerindeki Yüksek Sıcaklıklara Toleranslı Mercimek Çeşitlerinin Stres İndeksleri ve Rank Analizi ile Seçimi 39-52
Selection of Lentil Cultivars Tolerant to High Temperatures During Germination and Emergence Stages Based on Tolerance Indices and Rank Analysis
Ali ÖZTÜRK, Aleyna DUMLU, Hasan KARTAY

Ultrasonik Ses Dalgalarının Çilek Fidelerinin Bazı Vejetatif Büyüme ve Kurak Koşullarda Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi 53-72
Effect of Ultrasonic Sound Waves on some Vegetative Growth and Biochemical Characteristics of Strawberry Seedlings in Drought Conditions
Neslişah AYKOÇ, Selcan ÖZYALIN, Gülden BALCI

Türkiye ve Kırgızistan'dan Derlenen Bazı Yerel Sofralık Domates Genotiplerinin Morfolojik Olarak İncelenmesi 73-85
An Examination of the Morphology of some Landrace Tomato Genotypes Collected from Kyrgyzstan and Türkiye
Mustafa ÖZMAYA, Mustafa PAKSOY, Necibe KAYAK, Abdurrahman MUTLU

A New Cherry Laurel Cultivar: 'Alis1' 87-97
Yeni Karayemiş Çeşidi: 'Alis1'
Ali İSLAM

Biyogaz Üretim Potansiyelinin ve Enerji Kapasitesinin İncelenmesi: Konya-Cihanbeyli Örneği 99-114
Examination of Biogas Production Potential and Energy Capacity: A Case Study of Konya-Cihanbeyli
Cevat FİLİKCİ, Tamer MARAKOĞLU

Marketing Outlet Choice and its Determinants Among Smallholder Leafy Vegetable Farmers in Akwa Ibom State, Southern Region of Nigeria 115-138

Nijerya'nın Güney Bölgesindeki Akwa Ibom Eyaletindeki Küçük Yapraklı Sebze Çiftçileri Arasında Pazarlama Satış Noktası Seçimi ve Belirleyicileri

Glory E. EDET, Sunday B. AKPAN

Muğla İli Fethiye İlçesi Arıcılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi 139-158

Evaluation of Beekeeping Activities in Fethiye District of Muğla Province

Hande IŞIL AKBAĞ, Damla ÖZSAYIN, Bilal İNCE

Impact of Quince Seed Mucilage on Quality Traits and Bioactive Components of 'Hayward' Kiwifruit Cultivar During Cold Storage 159-171

Ayva Çekirdeği Müsilajının Soğuk Depolama Sırasında 'Hayward' Kivi Çeşinin Kalite Özellikleri ve Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi

Umut ATEŞ



Kahramanmaraş İli Baharatlık Biber (*Capsicum annuum* L.) Alanlarındaki Thrips (Thysanoptera) Türleri ve Popülasyon Yoğunluklarının Belirlenmesi

Determination of Thrips (Thysanoptera)
Species and Their Population Densities in Spicy
Pepper (*Capsicum annuum* L.) Areas in
Kahramanmaraş Province

Mahmut Murat ASLAN¹, Alper KOZANOĞLU², İbrahim Halil ÖZDEMİR³

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş
· aslan@ksu.edu.tr · ORCID > 0000-0002-4586-1301

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş
· alperkznoglu@gmail.com · ORCID > 0000-0001-6145-2041

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş
· ibrahimhaliozdemir27@gmail.com · ORCID > 0009-0009-2043-1530

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 29 Mayıs/May 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 29 Kasım/November 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 1-14

Atıf/Cite as: Aslan, M.M., Kozanoğlu, A., Özdemir, İ.H. "Kahramanmaraş İli Baharatlık Biber (*Capsicum annuum* L.) Alanlarındaki Thrips (Thysanoptera) Türleri ve Popülasyon Yoğunluklarının Belirlenmesi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 1-14.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mahmut Murat ASLAN

KAHRAMANMARAŞ İLİ BAHARATLIK BİBER (*Capsicum annuum* L.) ALANLARINDAKİ THRIPS (THYSANOPTERA) TÜRLERİ VE POPÜLASYON YOĞUNLUKLARININ BELİRLENMESİ

ÖZ

Bu çalışma, Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi'nde baharatlık biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştirilen alanlardaki thrips (Thysanoptera) türlerini ve popülasyon yoğunluklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklemeler için çiçek ve yaprak örnekleri alınmış, bunun için, CDC böcek aspiratörü ve mavi yapışkan tuzaklar kullanılmıştır. Bu örneklemeler sonucunda zararlı thrips türlerinden Thripidae familyasına bağlı *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895), *Thrips dubius* (Priesner, 1927), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889), Phleothripidae familyasından *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803), *Haplothrips gowdeyi* Franklin, 1908 ve Aeolothripidae familyasından avcı thrips *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) dahil olmak üzere 7 tür tespit edilmiştir. Popülasyon yoğunluğu en yüksek bitki zararlısı thrips türü *Frankliniella occidentalis* iken, popülasyon yoğunluğuna en düşük ise predatör thrips türü *Aeolothrips intermedius* olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Baharatlık Biber, *Capsicum annuum* L., Popülasyon Yoğunlukları, Thysanoptera, *Frankliniella occidentalis* *Aeolothrips intermedius* Kahramanmaraş.



DETERMINATION OF THRIPS (THYSANOPTERA) SPECIES AND THEIR POPULATION DENSITIES IN SPICY PEPPER (*Capsicum annuum* L.) AREAS IN KAHRAMANMARAŞ PROVINCE

ABSTRACT

This study was carried out to determine the thrips (Thysanoptera) species and their population densities in the spicy pepper (*Capsicum annuum* L.) growing areas in Türkoğlu district of Kahramanmaraş province. For sampling; flower and leaf samples were taken and for this purpose, CDC insect aspirator and blue sticky traps were used. As a result of these samplings, 7 species were identified including *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895), *Thrips dubius* (Priesner, 1927), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) from the family Thripidae, *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803), *Haplothrips gowdeyi* Franklin, 1908 from the family Phleothripidae and the predatory thrips *Aeolothrips inter-*

medius (Bagnall, 1934) from the family Aeolothripidae. It was determined that the harmful thrips species with the highest population density was the plant pest thrips species *Frankliniella occidentalis*, while the one with the lowest population density was the predatory thrips species *Aeolothrips intermedius*.

Keywords: Spicy Pepper, *Capsicum annuum* L., Population Densities, Thysanoptera, *Frankliniella occidentalis* *Aeolothrips intermedius* Kahramanmaraş.



1. GİRİŞ

Baharatlık biber *Capsicum annuum* L. (Solanaceae) biberin kurutulması ve öğütülmesi sonucu elde edilen ve oldukça fazla tüketilen bir tarım ürünüdür. *Capsicum* cinslerinin gen merkezi Peru ve Venezuelanın yer aldığı Orta Amerika'dır. Biber'in merkezi Orta Amerika olduğu bilinmesine rağmen yapılan diğer çalışmalar ile biberin türlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle acı biberlerin Güney Brezilya ile Bolivya orijinli olduğu bildirilmektedir (McLeod ve ark. 1983; Pickersgill 1984). Biber meyveleri sebze olarak değerlendirilmelerine rağmen, botanik olarak üzümü bir meyvedir ve genellikle meyvenin kalite özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Özellikle baharatlık biber olarak üretilen kırmızıbiber, tüm biber türleri içerisinde en önemlilerden biridir. Dünya gıda sektöründe insanların büyük çoğunluğu kırmızıbiber meyvesini toz ve pul halde, çeşitli yemeklere aroma, acılık, lezzet ve renk katması için kullanılmaktadır. Baharatlık biber türü dünyada birçok ülkede büyük miktarlarda üretilmektedir ve Türkiye'de bu ülkelerden biridir.

Dünya'da biber üretimi 2021-2022 yıllarında 35.6 milyon tondur. Dünya biber üretiminin ilk sırasında 18.4 milyon ton ile Çin, ikinci sırada 3.7 milyon ton ile Meksika ve üçüncü sırada 3.4 milyon ton ile Türkiye yer almaktadır. Çin dünya biber üretiminin tek başına %50'sini karşılarken, Meksika ve Türkiye %1.8'sini karşılamaktadır (FAO, 2022). Türkiye'de 9 ilde baharatlık kırmızıbiber üretimi yapılmaktadır. Bu iller üretim miktarlarına göre sırasıyla Şanlıurfa, Gaziantep, Kahramanmaraş, Kilis, Hatay, Bursa, Aydın, Adıyaman ve Muğla illeridir. Bu illerde yetiştirilen baharatlık kırmızıbiber, toz ve pul biber üretiminde kullanılmaktadır (Aytop ve Akbay, 2018). Türkiye'deki baharatlık biber 125.517 da alanda 287.322 ton üretim gerçekleşmiştir. Kahramanmaraş ilinde ise baharatlık biber 13.100 da alanda 28.850 ton üretim gerçekleştirilmiştir (TUİK, 2023). Kahramanmaraş iline 14.04.2002 tarihinde 'Maraş Biberi' ismiyle menşe işaretli olarak coğrafi işaret tescili verilmiştir. Ülkemiz de kendi adıyla adlandırılan bir meyve olmasıyla Kahramanmaraş kırmızıbiberi'nin özel bir yeri vardır.

Biber üretiminde, birçok tarımsal zararlı ile mücadele edilmektedir. Bu zararlıların başında Thripsler (*Thrips* spp.), Beyazsinek (*Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889)), Biber gal sineği (*Asphondylia capsici* Barnes, 1932), Yaprak galeri sineği (*Liriomyza trifolii* Burgess, 1880), Yeşilkurt (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1808), Yaprakbitleri (*Aphis* spp.) (Anonim, 2018) ve *Tetranychus urticae* Koch (Yavuzer ve Ay, 2020) gelmektedir.

Kahramanmaraş ili bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu iklim koşulları nedeni ile ülkemizde biber yetiştiriciliği konusunda önemli bir yere sahiptir. Kahramanmaraş ilinde biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda baharatlık biber çeşidindeki thrips türleri ile bunların popülasyon yoğunlukları ile ilgili kapsamlı bir çalışma henüz mevcut değildir. Bu çalışma ile Kahramanmaraş ili baharatlık biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda baharatlık biber çeşidinde thrips türleri ve bulunan bu türlerin popülasyon yoğunlukları belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Thrips türlerini ve bunların popülasyon yoğunluklarının belirlenmesi için yapılan bu çalışmada baharatlık biber, mavi yapışkan tuzaklar (Kapar Organik Tarım, Ankara), T formunda tahta kazıklar (2 m), CDC Backpack böcek aspiratörü, polietilen torbalar, stereoskopik mikroskop, yumuşak uçlu fırça, ip, makas, lateks eldiven, eppendorf tüp ve buz kutusu kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Arazi Çalışmaları

İncelenen materyal: Kahramanmaraş, Türkoğlu. Hacıbebek, 37° 21' 36" N 36° 53' 23" E, 484 m.

2.2.1.1. Yaprak ve Çiçek Örneklerinin Alınması

Bu çalışma 2019 yılında Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesinde her hafta 160 da alanın farklı iki köşesinden çapraz ilerleyerek çiçek yoğunluğunun fazla olduğu biber bitkisinden rastgele 50 adet çiçek ve üstteki genç yapraklardan rastgele 50 adet yaprak örneği alınarak gerçekleştirilmiştir. Alınan örnekler polietilen torbalara konulup etiket bilgileri yazılarak buz kutusu içerisinde incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir. Örneklemeler 05.06.2019-24.08.2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

2.2.1.2. CDC Backpack Böcek Aspiratörü Kullanımı

CDC Backpack böcek aspiratörü (Vakumlu) 160 da alanın farklı iki ucundan başlayarak çapraz şekilde 60 dk boyunca çalıştırılmıştır. Örneklemeler periyodik olarak haftalık yapılmıştır. Toplanan örnekler polietilen torbalara konulup, etiket bilgileri yazılarak buz kutusu içerisinde, incelenmek üzere laboratuvara getirilmiştir.

2.2.1.3. Mavi Yapışkan Tuzak Kullanımı

Yapılan çalışmada tuzakları asmak için 2 m uzunluğunda T formunda tahta kazıklar kullanılmıştır. Bu kazıklar 160 da alanın her 20 da'lık alanın ortasına 1 adet olacak şekilde toplam 24 adet mavi yapışkan tuzak çekiç yardımıyla toprağa sabitlenmiştir. İlk mavi yapışkan tuzaklar 05.06.2019 lateks eldiven yardımı ile 1 metre ipe geçirilip her kazığın her iki yönüne de birer adet asılmıştır. Asılan tuzakların periyodik olarak kontrolleri yapılırken, tuzaklar haftalık olarak yenileriyle değiştirilmiştir. Tuzak kontrolleri 13.09.2019 tarihinde sonlandırılmıştır. Mavi yapışkan tuzaklarda sayımı yapılan türler tuzaktan ayırırken parçalandığı ve teşhis karakterleri zarar gördüğü için teşhisleri yapılamamıştır.

2.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvara getirilen örnekler böceklerin yaşamsal fonksiyonlarının azalması için yaklaşık yarım saat buzdolabında bekletilmiştir. Böceklerin yaşamsal fonksiyonlarının azalmasıyla buzdolabından çıkarılan çiçek ve yaprak üzerindeki thripsler ile CDC Backpack böcek aspiratörü ile yakalanan thripslerin sayımı yumuşak uçlu fırça yardımı ile yapılarak not edilmiştir. Daha sonra çiçek ve yaprak örneklerine beyaz bir zemin üzerinde silkeleme yöntemi uygulanarak sayımları gerçekleştirilmiş ve thrips örnekleri bir fırça yardımıyla %70'lik etil alkol bulunan eppendorf tüplere alınıp etiket bilgileri ile birlikte teşhise hazır hale getirilmiştir.

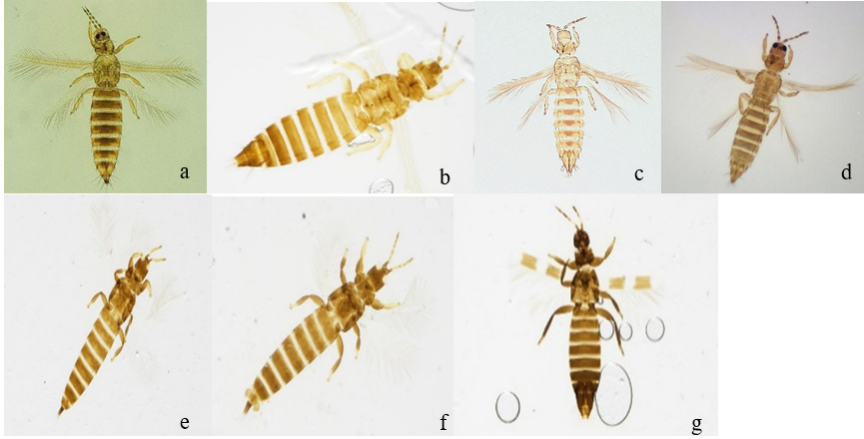
İklimsel verilerin, zararlının popülasyon yoğunluğu üzerine etkisini belirlemek için İklim verileri, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan elde edilmiştir.

2.2.2.1. Thrips Preparatlarının Yapımı ve Teşhisleri

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

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi Hacıbebek köyündeki baharatlık biber yetiştiriciliği yapılan arazilerde Terebrantia alttakımına bağlı 5 ve Tubulifera alttakımına bağlı 2 tür olmak üzere toplam 7 tür tespit edilmiştir. Bunlar Thripidae familyasından *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Şekil 1.a), *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895) (Şekil 1.b), *Thrips dubius* (Priesner, 1927) (Şekil 1.c), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) (Şekil 1.d) olmak üzere 4 tür; Phlaeothripidae familyasından *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803) (Şekil 1.e), *Haplothrips gowdeyi* (Franklin, 1908) (Şekil 1.f) olmak üzere 2 tür; Aeolothripidae familyasından *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) (Şekil 1.g) predatör olmak üzere 1 tür'dür.

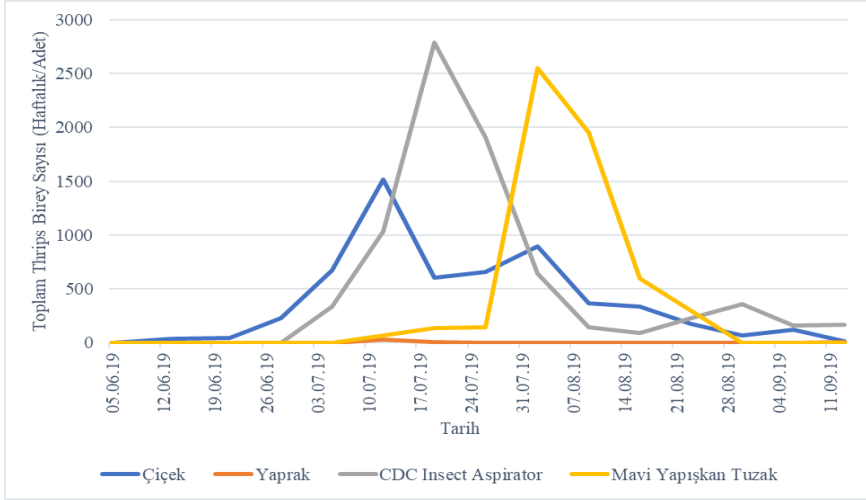


Şekil 1. a) *Frankliniella occidentalis* (♀) (Pergande, 1895) b) *Frankliniella intonsa* (♀) (Trybom, 1895) c) *Thrips dubius* (♀) (Priesner, 1927) d) *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) e) *Haplothrips aculeatus* (♀) (Fabricius, 1803) f) *Haplothrips gowdeyi* (♀) (Franklin, 1908) g) *Aeolothrips intermedius* (♀) (Bagnall, 1934)

Figure 1. a) *Frankliniella occidentalis* (♀) (Pergande, 1895) b) *Frankliniella intonsa* (♀) (Trybom, 1895) c) *Thrips dubius* (♀) (Priesner, 1927) d) *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) e) *Haplothrips aculeatus* (♀) (Fabricius, 1803) f) *Haplothrips gowdeyi* (♀) (Franklin, 1908) g) *Aeolothrips intermedius* (♀) (Bagnall, 1934)

3.1. Çiçek, Yaprak Örneklemelerin, CDC Böcek Aspiratörü ve Mavi Yapışkan Tuzaklardan Alınan Thrips Sayılarının Belirlenmesi

Baharatlık biber yetiştiriciliği yapılan alanda 5 Mayıs 2019 tarihinde arazi çalışmaları başlamış ve 13 Eylül 2019 tarihine kadar haftalık düzenli olarak arazi çı-kışları yapılmıştır. Araziden toplam 15 haftada alınan çiçek ve yaprak örneklerinde toplam 750 çiçek örneğinde toplam 5.756 adet thrips, toplam 750 adet yaprakta 47 adet thrips toplanmıştır. CDC böcek aspiratörü ile alınan örnekte 11 haftada 11 saatte toplam 7.860 adet thrips mavi yapışkan tuzaklarda 15 haftada toplam 24 tane mavi yapışkan tuzakta 5.755 adet thrips bireyleri elde edilmiştir. Baharatlık biberin 13 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmesiyle çalışma son bulmuştur (Şekil 2).

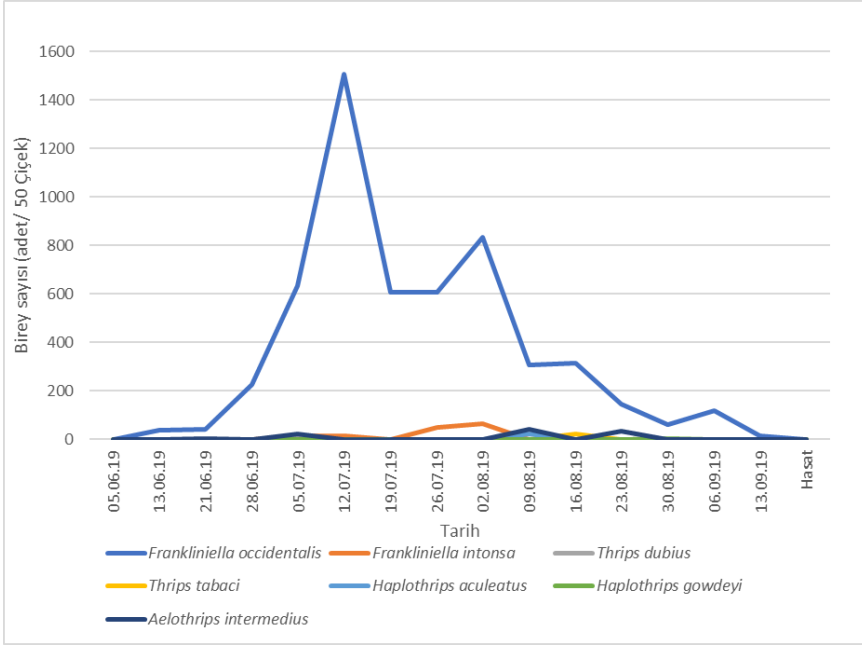


Şekil 2. Kahramanmaraş ili baharatlık biber üretim alanında 2019 yılında dört farklı örnekleme yöntemiyle saptanan türlerin toplam birey sayıları

Figure 2. Total number of individuals of the species detected by four different sampling methods in the spicy pepper production area of Kahramanmaraş province in 2019

3.2. Baharatlık Biber Çiçeklerinde Thrips Türleri ve Popülasyon Yoğunlukları

Türkoğlu ili Hacıbebek köyünde biberden alınan çiçek örneklerinde yapılan sayımlarda ilk thrips 5 Haziran 2019 tarihinde tespit edilirken, thrips popülasyon yoğunluğunun en yüksek 12 Temmuz 2019 tarihinde olduğu saptanmıştır (1.520 adet thrips/50 çiçek). Baharatlık biberlerin çiçeklerinde 7 thrips türü saptanmıştır. Bunlar *Frankliniella occidentalis* (5.455 adet), *Frankliniella intonsa* (143 adet), *Thrips dubius* (11 adet), *Thrips tabaci* (22 adet), *Haplothrips aculeatus* (21 adet), *Haplothrips gowdeyi* (5 adet), *Aeolothrips intermedius* (99 adet)'dir. En yoğun tür *F. occidentalis* olarak belirlenmiştir. Baharatlık biberin 13 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmesiyle çalışma sona erdirilmiştir (Şekil 3).

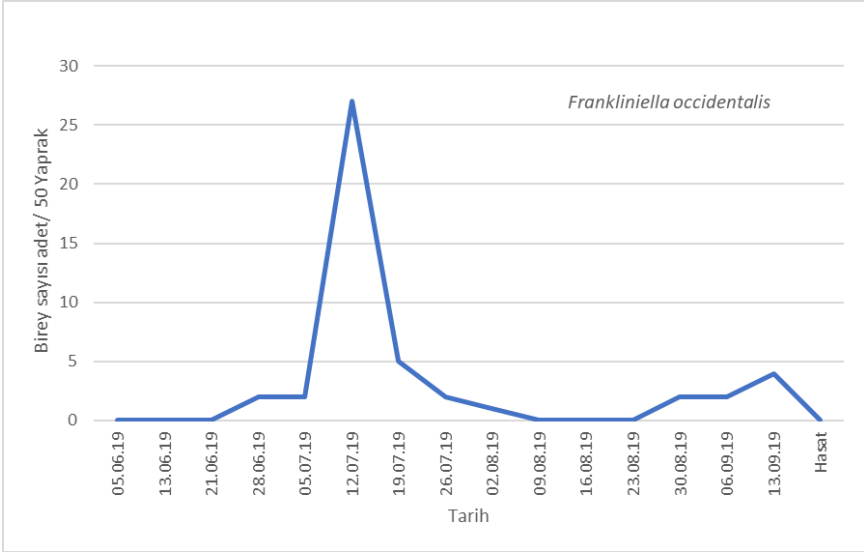


Şekil 3. Kahramanmaraş ili Hacibebek köyü baharatlık biber alanlarında örneklenen çiçeklerde tespit edilen thrips yoğunlukları

Figure 3. *Thrips* densities detected in the flowers sampled in the spice pepper fields of Hacibebek village, Kahramanmaraş province

3.3. Baharatlık Biber Yapraklarındaki Thrips Türü ve Popülasyon Yoğunluğu

Kahramanmaraş ili baharatlık biber yetiştirilen alanlarında örneklemelere 5 Mayıs 2019 tarihinde başlamış ve yapılan arazi kontrolleri ve yapraklarda tek tür olarak *Frankliniella occidentalis* 47 adet tespit edilmiştir. Bu türün ilk erginleri 28 Haziran 2019 tarihinde tespit edilmiş ve en yoğun thrips sayısı 12 Temmuz 2019 tarihinde (27 adet/50 adet yaprak) tespit edilmiştir. Meyve oluşumunun başlamasıyla trips sayısında azalmalar başlamıştır. Baharatlık biber 13 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmesiyle çalışma son bulmuştur (Şekil 4).

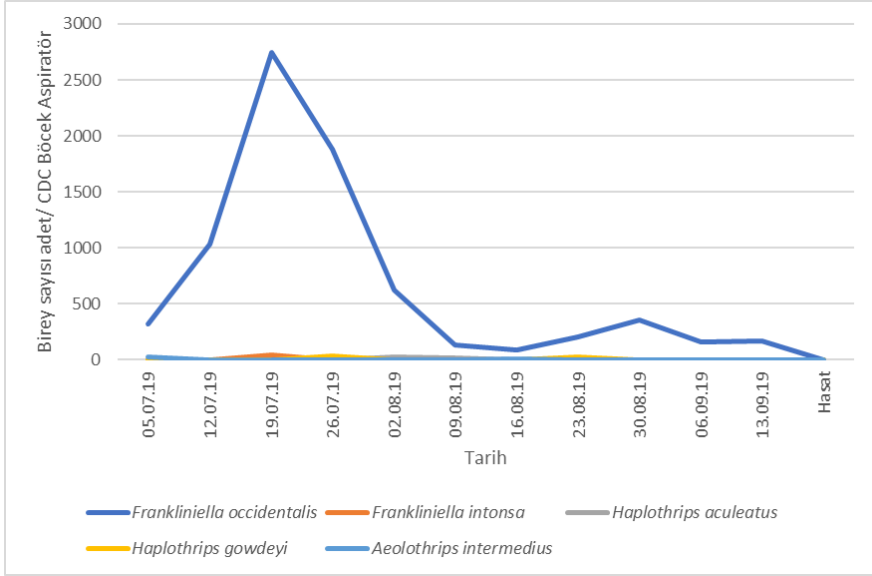


Şekil 4. Kahramanmaraş ili Hacibebek köyü baharatlık biber alanlarında 2019 yılında yapraklarda tespit edilen thrips türlerinin popülasyon yoğunlukları

Figure 4. Population densities of thrips species detected on leaves in spice pepper fields of Hacibebek village, Kahramanmaraş province in 2019

3.4. CDC Böcek Aspiratörüyle Toplanan Thrips Türleri ve Popülasyon Yoğunlukları

CDC böcek aspiratörü ile baharatlık biber çeşidinde 5 thrips türü tespit edilmiştir. CDC böcek aspiratörü ile *Frankliniella occidentalis* (7.695 adet), *Frankliniella intonsa* (43 adet), *Haplothrips aculeatus* (34 adet), *Haplothrips gowdeyi* (58 adet) ve *Aeolothrips intermedius* (30 adet) olarak tespit edilmiş olup, en yoğun thrips türü *F. occidentalis* olarak belirlenmiştir. İlk olarak thrips türü *F. occidentalis* 5 Temmuz 2019 tarihinde yakalanmıştır. Thrips popülasyon yoğunluğu en fazla *F. occidentalis* 19 Temmuz 2019 tarihinde (2.785 adet/60 dk) elde edilmiştir. Baharatlık biber 13 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmesiyle çalışma son bulmuştur (Şekil 5.).

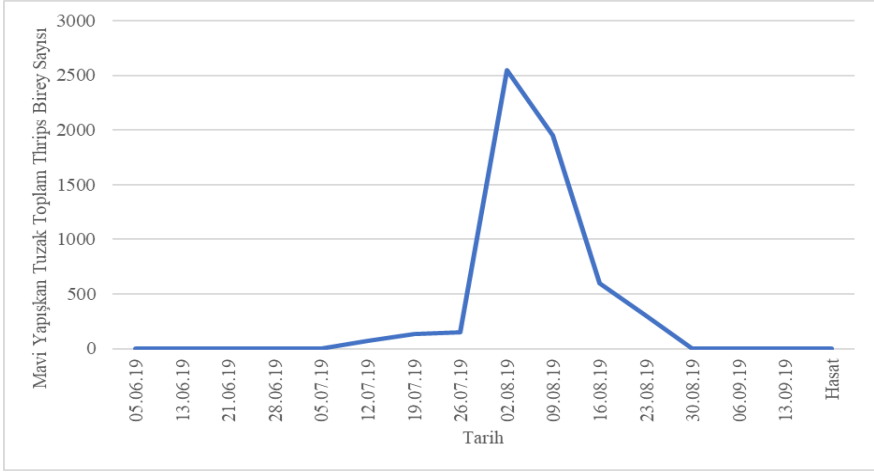


Şekil 5. Kahramanmaraş ili Hacibebe köyü baharatlık biber alanlarından 2019 yılında CDC böcek aspiratörüyle tespit edilen thrips türlerinin popülasyon yoğunlukları

Figure 5. Population densities of thrips species detected with CDC insect aspirator in 2019 in spicy pepper fields of Hacibebe village, Kahramanmaraş province

3.5. Mavi Yapışkan Tuzaklarda Thrips Türleri ve Popülasyon Yoğunlukları

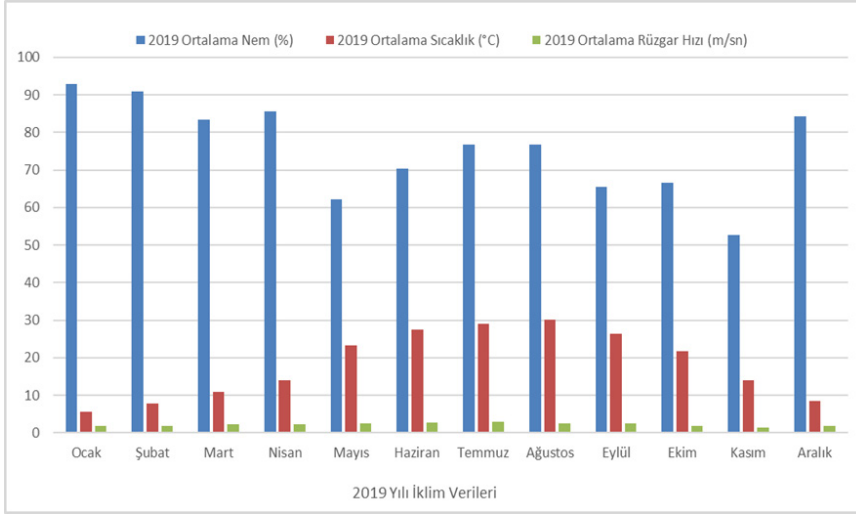
Kahramanmaraş ili baharatlık biber yetiştirilen alanda 29 Mayıs 2019 tarihinde ilk mavi yapışkan 3 adet tuzak asılmıştır. 15 haftada toplam 360 adet mavi yapışkan tuzak asılmıştır. Mavi yapışkan tuzaklarda ilk thrips 12 Temmuz 2019 tarihinde (70 adet/24 adet mavi yapışkan tuzak) yakalanmıştır. Tuzaklarda thrips popülasyon yoğunluğu en fazla 2 Ağustos 2019 tarihinde (2.550 adet/24 adet mavi yapışkan tuzak) elde edilmiştir. Baharatlık biber 13 Eylül 2019 tarihinde hasat edilmesiyle çalışma son bulmuştur. Thripsler, biber bitkisinin çiçek döneminde polen ve nektarın yoğun olması nedeni ile mavi yapışkan tuzakları tercih etmedikleri gözlemlenmiştir. Bitki çiçeklerinin, meyveye dönüşmeye başlaması ve thripslerin diğer çevresindeki bulunan çiçekli bitkilere göç etmesi ile birlikte 26 Temmuz 2019 tarihinde tuzaklarda thrips popülasyon artışı gözlemlenmemiştir. Oluşan biber meyvelerinin ikinci hasatı yapılırken aynı şekilde 2 Ağustos 2019 tarihinde thrips sayısı en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Kahramanmaraş ili Hacibebek köyü baharatlık biber alanına 2019 yılında mavi yapışkan tuzaklarda tespit edilen toplam thrips yoğunluğu

Figure 6. Total thrips density detected in blue sticky traps in the spicy pepper area of Hacibebek village, Kahramanmaraş province, in 2019

Biber çiçeklerinde ilk thrips 5 Haziran 2019'da görülürken, popülasyon yoğunluğu en yüksek 12 Temmuz 2019 tarihinde saptanmıştır (1.520 adet/50 çiçek). Bu tarihlerde ortalama nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla %70,4, 27,6 °C ve 2,7 m/sn olarak kaydedilmiştir. Yaprak örneklerinde ilk thrips 28 Haziran 2019'da tespit edilmiş ve popülasyon yoğunluğu 12 Temmuz 2019 tarihinde en yüksek (27 adet birey/50 yaprak) düzeye ulaşmıştır. Bu tarihte ortalama nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla %76,8, 29°C, 3 m/sn olarak kaydedilmiştir. CDC Backpack Böcek aspiratörü ile yapılan örneklemelerde ilk thrips 5 Temmuz 2019'da yakalanırken, popülasyon yoğunluğu 19 Temmuz 2019 tarihinde en yüksek (2.785 adet birey/60 dakika CDC) seviyeye ulaşmıştır. Bu tarihte ortalama nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla %76,8, 29°C, 3 m/sn olarak kaydedilmiştir. Mavi yapışkan tuzaklarda ilk thrips 12 Temmuz 2019 tarihinde yakalanırken, en yüksek thrips popülasyon yoğunluğu 2 Ağustos 2019 tarihinde (2.550 adet thrips/24 adet tuzak) saptanmıştır. Bu tarihte ortalama nem, sıcaklık ve rüzgâr hızı sırasıyla %76,8, 29°C, 3 m/sn olarak kaydedilmiştir. Yapılan örneklemelerde, en yüksek thrips popülasyon yoğunluğunun biberlerin çiçeklerinde gözlemlendiği en yoğun thrips türünün ise *F. occidentalis* olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Kahramanmaraş ili 2019 yılına ait mavi bar orantılı nem (%), kırmızı bar ortalama sıcaklık (°C) ve yeşil bar ortalama rüzgâr hızı (m/sn)

Figure 7. Kahramanmaraş province blue bar proportional humidity (%), red bar average temperature (°C) and green bar average wind speed (m/sec) for 2019

SONUÇ

Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesindeki baharatlık biber yetiştiriciliği yapılan arazilerde Terebrantia alttakımına bağlı 5 ve Tubulifera alttakımına bağlı 2 tür olmak üzere toplam 7 tür tespit edilmiştir. Bunlar Thripidae familyasından *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895), *Thrips dubius* (Priesner, 1927), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889) olmak üzere 4 tür; Phlaeothripidae familyasından *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803), *Haplothrips gowdeyi* (Franklin, 1908) olmak üzere 2 tür; Aeolothripidae familyasından *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934) predatör 1 tür tespit edilmiştir.

İzmir ilinde örtüaltı hıyar yetiştiriciliği alanlarında yapılan bir çalışma da seraların % 86.6'sının thripsle bulaşık olduğu saptanmış ve 12 thrips türü belirlenmiştir ve incelenen seralar içinde en çok rastlanan tür *F. occidentalis* (% 71.1), ikinci derecede yaygın olan tür ise *T. tabaci* (% 18.3) olduğu belirtmiştir (Kılıç ve Yoldaş, 2004). Başka bir çalışmada Antalya ili Kale ilçesinde 1999-2000 yıllarında, Merkez, Kumluca ve Manavgat ilçelerinde 2003-2004 yıllarında, yine Kumluca ilçesinde ise 2004-2005 yılları arasında örtüaltı biber yetiştiriciliğinde zararlı türleri ve popülasyon yoğunluklarını araştırılmıştır. Çalışma sonucunda örtüaltı biber yetiştiriciliğinde *Bemisia tabaci*, *F. occidentalis* Pergande, 1805, *Spodoptera littoralis* Bois-

duval, 1833, *Tetranychus cinnabarinus* Boisd, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) ana zararlılar olarak saptamıştır (Keçeci ve ark., 2007). Diğer bir çalışmada ise Tokat İli 2021-2022 yıllarında biber tarlasında mayıs ayı sonlarında yaprakların ortaya çıkmasıyla birlikte Thysanoptera takımına ait Thripidae, Aeolothripidae ve Phlaeothripidae familyalarına ait 7 tür tespit edilmiştir. Bu türler, Thripidae familyasından *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889), *Thrips meridionalis* (Priesner, 1926), *Chirothrips manicatus* (Haliday, 1836), *Aeolothrips intermedius* (Bagnall, 1934); Aeolothripidae familyasından *Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus, 1758) ve Phlaeothripidae familyasından *Haplothrips aculeatus* (Fabricius, 1803)'tur (Younus ve ark., 2023).

Yapılan bu çalışmada çiçek ve yaprak örneklemeleri, CDC böcek aspiratörü ve mavi yapışkan tuzaklarda tespit edilen en yoğun thrips türü *Frankliniella occidentalis* ve en az yoğunluğu olan avcı thrips ise *Aeolothrips intermedius* olmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): MMA(%40), AK(%40), İHÖ(%20)

Veri Toplanması (Data Acquisition): MMA(%40), AK(%40), İHÖ(%20)

Veri Analizi (Data Analysis): MMA (%40), AK(%40), İHÖ(%20)

Makalenin Yazımı (Writing Up): MMA(%40), AK(%40), İHÖ(%20)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): MMA(%40), AK(%40), İHÖ(%20)

Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "2018/7-6 YLS" kodlu proje ile desteklenmiştir. Thrips bireylerinin teşhislerini yapan Sayın Prof. Dr. Ekrem ATAKAN (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü)'a teşekkür ederiz. Bu çalışma Alper KOZANOĞLU'nun yüksek lisans tezinin bir kısmını kapsamaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2018. <http://www.tohumcu.org/UserFiles/teknik%20bilgi/biber.pdf> (Erişim Tarihi: 30.02.2024).
- Aytop, Y., Akbay, C., 2018. Baharatlık Kırmızı Biber (Maras Biberi) Üretiminin Ekonomik Analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4), 455-464.
- FAO, 2022. <http://www.Fao.Org/Faostat/En/#Data/QC> (Erişim Tarihi: 24.02.2024).
- Keçeci, M., Ceylan, S., Kahveci, L., Ülker, Y., Topakçı, N., 2007. Antalya İlinde örtüaltı biber yetiştiriciliğinde zararlı türler ve popülasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, (27-29 Ağustos, Isparta, Türkiye), s.216.
- Kılıç, T., Yoldaş, Z., 2004. İzmir İlinde Örtüaltı Hıyar Yetiştiriciliğinde Thrips Türlerinin (Thysanoptera) Belirlenmesi, Yayılış ve Bulunuş Oranı Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 28(2), 151-160.
- McLeod, M.J., Guttman, S.I., Eshbaugh, W.H., and Rayle, R.E. 1983. An Electrophoretic Study of The Evolution in *Capsicum* (Solanaceae). *Evolution*, 37, 562-574.
- Mound, L. A., Kibby, G., 1998. *Thysanoptera: An Identification Guide*. CABI Publishing, (2nd Edition), 70 pp, UK.
- Pickersgill, B. 1984. Migrations of Chili Peppers, *Capsicum* Spp., Gn The Americas, P. 105-123. In: D. Stone (Ed.). *Pre-Columbian Plant Migration. Papers of The Peabody Museum of Archeology and Ethnology. Vol. 76.* Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.
- TÜİK, 2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 10.03.2024).
- Yavuzer, M., Ay, R., 2020. Sera koşullarında biber üzerinde *Tetranychus urticae* Koch Mücadelesinde Avcı Akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot ve bifenazate'in kullanımı. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(1), 1-11.
- Younus, S. D., Yanar, D., Atakan, E., 2023. Tokat İli Biber Tarlalarında Bulunan Thrips (Insecta: Thysanoptera) Türleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (2), 89-95.



Türkiye'nin Badem Ticaretinde Küresel Rekabet Gücünün Analizi

Analysis of Türkiye's Global Competitiveness in Almond Trade

Gül BİNBOĞA¹, Nevin DEMİRBAŞ²

¹Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD, İzmir
· gulbinboa@gmail.com · ORCID > 0009-0006-2366-1858

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir
· nevin.demirbas@ege.edu.tr · ORCID > 0000-0002-0541-1437

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 06 Temmuz/July 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 10 Eylül/September 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 15-37

Atıf/Cite as: Binboğa, G., Demirbaş, N. "Türkiye'nin Badem Ticaretinde Küresel Rekabet Gücünün Analizi"
Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 15-37.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Gül BİNBOĞA

TÜRKİYE'NİN BADEM TİCARETİNDE KÜRESEL REKABET GÜCÜNÜN ANALİZİ

ÖZ

Badem, yüksek besin değerinin yanı sıra, tıp, kimya, kozmetik gibi birçok alanda kullanılan önemli bir tarım ürünüdür. Sağlıklı ürünlere ve bitki bazlı diyetlere yönelik tüketici eğilimine bağlı olarak bademe yönelik küresel talep artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin kabuklu ve iç badem ticaretinde önemli ihracatçı ülkeler karşısındaki rekabet gücünün analiz edilmesidir. Çalışmanın kapsamı, 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık dönemde dünya kabuklu ve iç badem ticaretine ait veriler oluşturmaktadır. Türkiye'nin uluslararası kabuklu ve iç badem ticaretinde rekabet gücünün belirlenmesinde "açıklanmış karşılaştırılmalı üstünlüğü" ölçmede yaygın olarak kullanılan Balassa ve Vollrath indekslerinin yanı sıra ithalat sızma oranı, dış rekabete açıklık, ihracat/ithalat oranı, net ihracat oranı ve uzmanlaşma katsayısından yararlanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, Türkiye'nin kabuklu badem ticaretinde rekabet gücü olmadığı iç badem ticaretinde ise oldukça zayıf ve kırılabilir bir rekabet gücünün olduğu belirlenmiştir. Dünya kabuklu ve iç badem ticaretinde önemli bir pazar hakimiyeti olan ABD, Türkiye'nin en güçlü rakibidir. Kabuklu badem ihracatında ABD dışında öne çıkan diğer ülkeler; Çin, Avustralya ve BAE iken, iç badem ihracatında; İspanya, Avustralya ve BAE öne çıkmaktadır. Ayrıca, badem üretim miktarı oldukça düşük olan BAE'nin ithalata bağlı olarak ihracat yaptığı belirlenmiştir. Badem dış ticaretinde ithalatçı konumda olan Türkiye, elverişli iklimiyle ve özellikle son yıllardaki tesis çalışmalarıyla badem üretimi ve ticaretinde önemli bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin badem ticaretinde sürdürülebilir bir rekabet gücüne ulaşabilmesi için üretim ve verimliliğin artırılmasına yönelik etkin yatırım, araştırma-geliştirme ve destekleme politikalarının uygulanması gerektiği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük, Badem, Rekabet Gücü, Türkiye.



ANALYSIS OF TÜRKİYE'S GLOBAL COMPETITIVENESS IN ALMOND TRADE

ABSTRACT

In addition to its high nutritional value, almonds are an important agricultural product used in many fields such as medicine, chemistry and cosmetics. Global demand for almonds is increasing due to the consumer trend towards healthy pro-

ducts and plant-based diets. The aim of this study is to analyze the competitiveness of Türkiye against important exporting countries in shelled and inner almond trade. The scope of the study consists of data on the world shelled and inner almond trade in the 20-year period between 2003-2022. In addition to the Balassa and Vollrath indices, which are widely used to measure the “revealed comparative advantage”, import leakage rate, openness to foreign competition, export/import ratio, net export ratio and specialization coefficient were used to determine Türkiye's competitiveness in international shelled and inner almond trade. As a result of the analysis, it has been determined that Türkiye does not have a competitive power in the shelled almond trade and has a very weak and fragile competitiveness in the inner almond trade. The U.S., which has a significant market dominance in the world shelled and inner almond trade, is Türkiye's strongest competitor. Other countries that stand out in shelled almond exports other than the USA, while China, Australia and UAE are in inner almond exports; Spain, Australia and the UAE stand out. In addition, it has been determined that the UAE, whose almond production is quite low, is re-exporting. Türkiye, which is an importer in almond foreign trade, has an important potential in almond production and trade with its favorable climate and especially with its facility works in recent years. It is considered that effective investment, research and development and support policies should be implemented to increase production and productivity in order to achieve a sustainable competitiveness in Türkiye's almond trade.

Keywords: Revealed Comparative Advantage, Almond, Competitiveness, Türkiye.



1. GİRİŞ

Kültüre alınmış en eski sert kabuklu meyve türlerinden biri olan badem (*Am-gygdalus communis* L.) gıda, tıp, kimya ve kozmetik olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahip katma değeri yüksek bir üründür (Martínez-Gómez et al., 2007; Yılmaz, 2020; Gouta et al., 2021; Çukur ve Çukur, 2023). Badem, E vitamini, manganez, magnezyum, bakır, fosfor, lif, riboflavin, tekli doymamış yağ asitleri ve protein açısından zengin bir besin kaynağıdır (Chen et al., 2006). Badem, insan sağlığına sunduğu faydalarla birlikte lezzetli bir ürün olması, farklı alanlarda kullanılması nedeniyle küresel talebi giderek artırmaktadır (Gouta et al., 2021). Dünyada başlıca badem üreticileri arasında Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avustralya, İspanya, Türkiye ve Fas gelmektedir. Küresel badem ticaretinde son beş yıllık dönemde öne çıkan ülkeler başta ABD olmak üzere Avustralya, İspanya, Çin ve Birleşik Arap Emirlikleri (BAE)'dir (FAO, 2024).

Türkiye, anavatanı Orta ve Batı Asya'nın dağlık bölgeleri olan bademin gen merkezlerinden biridir ve 63.266 hektar alanda üretimi yapılmaktadır (Karadeniz ve ark., 2019; FAO, 2024). Türkiye, elverişli iklimi ve köklü yetiştiricilik deneyimiyle badem üretimi ve ticaretinde önemli bir konuma gelebilecek potansiyele sahip olmakla birlikte dış ticarete ithalatçı konumdadır. Son yıllarda badem üretim kapasitesinin artırılmasına yönelik tesis çalışmaları yapılmakla birlikte, Türkiye'nin üretimi iç talebi karşılayamamaktadır (Yurtkulu, 2020; Uçan ve Kılıç, 2022). Türkiye'nin badem arz-talep dengesini sağlayıp küresel pazarda rekabet gücü elde edebilmesi için kaliteden ödün vermeden verimliliğin ve üretimin artırılması gerekmektedir.

Ülkelerin uluslararası piyasalardaki hakimiyeti ve gücü dış ticaret hacimleri ile yakından ilişkili (Erkan, 2012a) olduğundan Türkiye'nin kabuklu ve iç badem ticaretindeki uluslararası rekabet gücünün belirlenmesi rekabet politikalarına yön verme ve sürdürülebilir bir rekabet avantajı kazanma açısından önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin kabuklu ve iç badem ticaretinde önemli ihracatçı ülkeler karşısındaki rekabet gücünün analiz edilmesidir. Çalışmanın kapsamı, 2003-2022 yılları arasında dünya kabuklu ve iç badem ticaretinde uluslararası rekabet gücünün belirlenmesidir. Türkiye'nin uluslararası badem ticaretinde rekabet gücünün belirlenmesinde; Tarım Ekonomisi alanında daha önce kabuklu meyve grubundaki diğer ürünler için yapılan çalışmalarda da sıklıkla kullanılan Balassa indeksi ($BI=RCA$) (Ketenci ve Bayramoğlu, 2018; Aksoy ve Kaymak, 2021; Kadakoğlu ve ark., 2022; Yıldırım ve ark., 2024; Bozkıran Yılmaz ve Armağan, 2024) ve Vollrath İndeksleri ($VI1=Nispi$ Dış Ticaret Üstünlüğü (RTA), $VI2=lnRXA$, $VI3=lnRTA$) (Aksoy ve Kaymak, 2021; Bozkıran Yılmaz ve Armağan, 2024) kullanılmıştır. Bu indekslerle birlikte; İthalat Sızma Oranı, Dış Rekabete Açıklık, Net İhracat Oranı, İhracat/İthalat Oranı ve Uzmanlaşma Katsayısı göstergelerinden faydalanılmıştır. Ayrıca, badem üretim ve ticaretinin mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikî yöntemleri de kullanılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini badem üretimi ve ticareti ile ilgili FAO'dan elde edilen veriler oluşturmaktadır. Türkiye'nin rekabet gücünün belirlenmesinde mutlak ve göreceli rekabet avantajlarını açıklayan indekslerden yararlanılmıştır. Balassa (1965) tarafından geliştirilen "Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük" indeksi, bir ülkenin uluslararası rekabette zayıf ve güçlü sektör/ürünlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Hinlopen ve Van Marrewijk, 2001; Yıldırım et al., 2024). Oran biçiminde ifade edilen Balassa RCA indeksi Eşitlik 1'de verilmektedir (Deb ve Hauk Jr., 2017; Akyüz, 2019).

$$BI = RCA_{ij} = \left(\frac{X_{ij}}{X_{it}}\right) / \left(\frac{X_{wj}}{X_{wt}}\right) \quad (1)$$

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 $RCA > 1$ ise karşılaştırmalı üstünlük vardır (Utkulu ve Seymen, 2004). 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 (Şahinli, 2014; Çukur ve ark., 2017; Sarıçoban ve Kösekahyaoğlu, 2017; Akyüz, 2019; Aktas Cimen ve Ertekin, 2023).

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 tarafından rekabet gücünü ölçmek için geliştirilen üç indeks-ten birincisi olan Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü İndeksi (RTA), Nispi İhracat Avantajı İndeksi (RXA) ile Nispi İthalat Avantajı İndeksi (RMA) arasındaki farka eşittir. 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 ve Kösekahyaoğlu, 2017). İndeks formülü aşağıdaki gibidir (Eşitlik 2-3);

$$VII = RTA_{ij} = RXA_{ij} - RMA_{ij} \quad (2)$$

$$RTA_{ij} = \left[\frac{\frac{X_{ij}}{X_{it} - X_{ij}}}{\frac{X_{wj} - X_{ij}}{X_{wt} - X_{it}}} \right] - \left[\frac{\frac{M_{ij}}{M_{it} - M_{ij}}}{\frac{M_{wj} - M_{ij}}{M_{wt} - M_{it}}} \right] \quad (3)$$

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 (Akyüz, 2019).

Vollrath tarafından geliştirilen ikinci indeks nispi ihracat avantajının logaritmasıdır (Tosun ve Demirbaş, 2008). Hesaplanan indeks değeri pozitif olursa karşılaştırmalı üstünlük, negatif olursa karşılaştırmalı dezavantaj vardır (Erkekoğlu ve ark., 2014). Formülü ise aşağıda gösterilmiştir (Eşitlik 4; Akyüz, 2019):

$$VI2 = \ln RXA = \ln \left[\frac{\frac{X_{ij}}{X_{it} - X_{ij}}}{\frac{X_{wj} - X_{ij}}{X_{wt} - X_{it}}} \right] \quad (4)$$

Vollrath tarafından geliştirilen üçüncü indeks ise Açıklanmış Rekabet Gücüdür (Revealed Competitiveness-RC) ve indeks değerinin pozitif olmasının rekabet avantajının var olduğunu göstermektedir. Eşitlik 5'teki gibi hesaplanmaktadır (Tosun ve Demirbaş, 2008; Akyüz, 2019; Kantur ve Türkekul, 2023).

$$VI3=RC_{ij} = \ln (RXA_{ij}) - \ln (RMA_{ij}) \quad (5)$$

Bu indekslerin yanı sıra;

İthalat Sızma Oranı: Bu oran, iç talebin ithalat tarafından ne ölçüde karşılandığını göstermektedir (OECD, 2024). Bir sektörün ithalat miktarı, o sektöre yönelik toplam iç talep miktarına (yurtiçi üretim+ithalat-ihracat) bölünür ve 100 ile çarpılır. 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; ((ihracat/üretim)+(1-ihracat/üretim)x(ithalat/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; (ihracat- ithalat)/(ihracat+ithalat)x100 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 oranının hesaplanmasında kullanılmakta; (ihracat/ithalat)x100 şeklinde hesaplanmaktadır (Belicka ve Saleh, 2011). Oranın büyüklüğü, söz konusu sektörün uzmanlaşma derecesini göstermektedir.

Uzmanlaşma Katsayısı: Bir sektördeki üretimin, o sektördeki yurtiçi tüketime bölünmesi suretiyle hesaplanmaktadır. Oranın büyüklüğü sektörün uzmanlaşma düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir (DPT, 2007).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Dünyada Badem Üretimi ve Ticareti

Badem yüksek besin değeriyle besleyici bir gıda olmasının yanı sıra çeşitli kullanım alanlarıyla küresel talebi giderek artan katma değeri yüksek bir üründür. Dünya badem üretim alanlarının 2022 yılı itibarıyla dağılımında İspanya

(%32.3) ilk sırada iken; üretimde ABD (%51.2), verimde Avustralya (622.6 kg/da) ilk sırada yer almaktadır. Türkiye alan bazında 63.266 ha ile sekizinci sıradadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya badem üretim alanları, miktarları ve verimleri (2022)

Table 1. World almond production areas, quantities and yields (2022)

Ülkeler	Alan (ha)	Payı (%)	Üretim Miktarı (Ton)	Payı (%)	Verim (kg/daa)
İspanya	761.660	32,3	245.990	6.8	32.3
ABD	546.332	23.2	1.858.010	51.2	340.1
Fas	226.213	9.6	175.763	4.8	77.7
Tunus	194.785	8.3	70.000	1.9	35.9
İran	73.857	3.1	88.561	2.4	119.9
Suriye	70.881	3.0	31.617	0.9	44.6
Portekiz	63.880	2.7	46.220	1.3	72.4
Türkiye	63.266	2.7	190.000	5.2	300.3
Libya	61.882	2.6	37.250	1.0	60.2
Avustralya	57.872	2.5	360.328	9.9	622.6
Diğerleri	236.447	10.0	526.689	14.5	-
Dünya Toplamı	2.357.075	100.0	3.630.428	100.0	154.0

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kabuklu badem üretimi, 2003 yılında 1.77 milyon ton olup; %104.8 oranında artarak 2022 yılında 3.63 milyon tona ulaşmıştır. Dünya üretiminin yarısından fazlasını karşılayan ABD, üretimde ilk sırada yer almaktadır. 2022 yılı itibariyle ABD'yi, Avustralya, İspanya, Türkiye ve Fas izlemektedir (Çizelge 2). İç badem üretim miktarı ile ilgili veriler FAO tarafından yayınlanmadığından verilememiştir.

Çizelge 2. Dünya kabuklu badem üretim miktarı ve üretimde öne çıkan ülkeler (Ton, %)

Table 2. World in shelled almond production amount and prominent countries in production (Tons, %)

Yıl	Dünya	ABD	%	Avustralya	%	İspanya	%	Türkiye	%	Fas	%
2003	1.772.633	786.262	44.4	22.200	1.3	214.448	12.1	41.000	2.3	70.808	4.0
2004	1.610.185	785.985	48.8	25.300	1.6	86.622	5.4	37.000	2.3	60.200	3.7
2005	1.848.483	703.431	38.1	35.600	1.9	217.869	11.8	45.000	2.4	70.629	3.8
2006	2.084.658	846.131	40.6	35.000	1.7	312.702	15.0	43.285	2.1	83.000	4.0
2007	2.290.028	1.212.900	53.0	58.500	2.6	187.656	8.2	50.753	2.2	81.437	3.6
2008	2.475.261	1.410.000	57.0	57.400	2.3	180.103	7.3	52.774	2.1	86.902	3.5
2009	2.416.426	1.162.200	48.1	80.400	3.3	270.686	11.2	54.844	2.3	114.700	4.7
2010	2.575.821	1.413.800	54.9	86.100	3.3	222.518	8.6	55.398	2.2	87.104	3.4
2011	3.078.566	1.841.587	59.8	82.900	2.7	208.800	6.8	69.838	2.3	96.231	3.1
2012	2.913.105	1.655.000	56.8	109.200	3.7	211.700	7.3	80.261	2.8	99.067	3.4
2013	2.954.075	1.732.800	58.7	161.600	5.5	149.000	5.0	82.850	2.8	93.310	3.2
2014	2.741.710	1.545.500	56.4	152.470	5.6	195.704	7.1	73.230	2.7	101.026	3.7
2015	2.696.172	1.436.383	53.3	155.300	5.8	211.084	7.8	80.000	3.0	97.723	3.6
2016	2.860.346	1.617.816	56.6	174.660	6.1	199.167	7.0	85.000	3.0	112.681	3.9
2017	3.107.728	1.716.850	55.2	185.980	6.0	255.503	8.2	90.000	2.9	116.923	3.8
2018	3.317.592	1.721.380	51.9	173.000	5.2	339.030	10.2	100.000	3.0	117.270	3.5
2019	3.583.992	1.913.160	53.4	212.000	5.9	340.420	9.5	150.000	4.2	102.185	2.9
2020	4.173.322	2.345.070	56.2	258.000	6.2	416.950	10.0	159.187	3.8	134.436	3.2
2021	4.027.775	2.200.560	54.6	316.000	7.8	365.210	9.1	178.000	4.4	169.255	4.2
2022	3.630.428	1.858.010	51.2	360.328	9.9	245.990	6.8	190.000	5.2	175.763	4.8
2003=100	204.8	236.3	-	1623.1	--	114.7		463.4	-	248.2	-
Ortalama	2.807.915	1.495.241	53.3	137.097	4.9	241.558	8.6	85.921	3.1	103.533	3.7

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya kabuklu badem ihracatı, 2003 yılına göre 2022 yılında %640.2 oranında, iç badem %325.2 oranında artmıştır. 2022 yılında kabuklu badem dünya toplam ihracatının %74'ünü gerçekleştiren ABD, pazarın lideridir. ABD'yi Avustralya (%12.2) ve BAE (%3.4) takip etmektedir. Türkiye üretim miktarında dördüncü sırada olmasına rağmen ihracatta %0.2'lik payla 11. sıradadır. İç badem ihracatında %62.5'lik payla ilk sırada olan ABD'yi İspanya (%11.4), Avustralya (%6.1) ve BAE (%5.2) izlemektedir. Türkiye 2022 yılında %2.6'lık payla dünya iç badem ihracatında altıncı sıradadır (Çizelge 3). BAE, 2022 yılı itibariyle 34 hektar badem üretim alanıyla (dünyada 43. sırada), 1.001.59 ton üretimiyle (dünyada üretiminin %0.03'ü) oldukça düşük üretimi olmasına rağmen, ihracatta öne çıkmasında re-export yapmasından kaynakladığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 3. Dünya badem ihracatında öne çıkan ülkeler (Bin US \$, 2003-2022)**Table 3.** Leading countries in world almond exports (Thousand US\$, 2003-2022)

Yıl	Kabuklu Badem				İç Badem			
	2022 Sıra Dünya	1. ABD	2. Avustralya	3. BAE	Dünya	1. ABD	2. İspanya	3. Avustralya
2003	220.926	190.452	3.375	3.464	1.240.293	838.666	221.954	4.122
2004	253.914	216.530	7.162	71	1.586.955	1.100.196	232.339	6.643
2005	352.969	293.287	7.976	156	2.297.225	1.464.224	372.132	29.449
2006	299.005	240.514	16.256	171	2.272.440	1.539.210	341.034	24.618
2007	337.291	242.532	28.116	9.782	2.312.195	1.525.308	304.616	38.397
2008	442.914	335.466	29.128	17.652	2.214.101	1.478.124	275.304	39.902
2009	587.134	431.156	43.465	506	2.142.074	1.424.530	243.923	54.341
2010	678.574	528.902	27.147	349	2.628.845	1.807.378	309.510	87.217
2011	916.230	652.397	41.720	1.821	3.066.105	2.112.216	350.792	75.865
2012	1.148.794	834.701	59.566	679	3.564.454	2.492.700	365.690	96.190
2013	1.232.876	895.132	110.754	809	4.669.085	3.208.872	478.671	222.123
2014	1.166.774	883.493	101.629	29.048	5.500.472	3.554.181	626.365	290.320
2015	1.337.839	969.987	160.018	30.448	6.204.455	3.770.875	864.232	401.176
2016	1.377.864	1.048.857	97.792	26.319	5.206.028	3.238.472	647.130	243.326
2017	1.423.454	1.079.536	138.909	38.709	5.057.324	3.266.242	602.682	198.251
2018	1.397.015	993.216	199.311	30.714	5.316.014	3.375.669	679.400	209.363
2019	1.513.031	1.042.124	246.196	40.258	5.995.720	3.687.255	770.436	290.704
2020	1.374.856	1.086.432	108.708	34.677	5.449.341	3.427.350	674.030	263.405
2021	1.601.176	1.134.090	197.900	40.747	5.398.070	3.381.672	693.889	255.644
2022	1.635.255	1.209.625	198.890	55.882	5.274.316	3.297.669	600.482	321.628
2003=100	740.2	635.1	5.893.0	1.613.2	425.2	393.2	270.5	7.802.7
2022%	100.0	74.0	12.2	3.4	100.0	62.5	11.4	6.1

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya kabuklu badem ithalatı 2003 yılına göre %1.722,1 oranında, iç badem ithalatı %302.3 oranında artarak 2022 yılında toplam 6.705.354 bin US dolar (%75.2'si iç badem, %24.8'i kabuklu badem) olarak gerçekleşmiştir. Kabuklu badem ithalatında 2022 yılı itibarıyla %58.3'lük payla Hindistan ilk sırada iken; iç badem ithalatında %10.9'luk payla Almanya ilk sıradadır. Dünya badem üretim alanında ilk sırada olan İspanya, 2022 yılında kabuklu badem ithalatında beşinci, iç badem ithalatında ikinci sıradadır.

3.2. Türkiye'de Badem Üretimi ve Ticareti

Türkiye iklimine uyum sağlamış badem, kuraklığa ve soğuğa dayanıklı olmakla birlikte, sıcak ılıman iklim bitkisi olması sebebiyle yazları serin geçen Karadeniz

kıyılar ile Erzurum–Kars bölümü hariç, diğer alanlarda üretimi yapılan katma değeri yüksek bir tarımsal üründür (Durmuş ve Yiğit, 2003; TOB, 2020; Çukur ve Çukur, 2023). Badem, tat durumuna göre tatlı ve acı tohumlu olarak ikiye ayrılırken; kabuk sertliğine göre, el bademi, diş bademi, sert badem ve taş bademi olarak dörde ayrılmaktadır (Yavuz, 2011). 2003 yılında 3.475 meyve veren ağaç var iken; 2022 yılında %291.8 oranında artarak 13.616 adete yükselmiştir. Üretim miktarı da %363.4 artarak 190.000 tona çıkmıştır. 2003 yılında 0.6 kg olan kişi başına tüketim ise %351.7 oranında artarak 2.8 kg seviyesine çıkmıştır. Üretim, verim ve kişi başına tüketimde 2003 yılına göre, önemli artışlar sağlanmakla birlikte, artan nüfusa bağlı olarak %91.1 olan yeterlilik derecesi 2022 yılında %76.5'e gerilemiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Türkiye'de badem üretimi, verimi, tüketimi, yeterlilik derecesi ve fiyatı (2003-2022)

Table 4. Almond production, yield, consumption, qualification and price in Türkiye (2003-2022)

Yıl	Meyve Veren Ağaç Sayısı (Bin)	Meyve Vermeyen Ağaç Sayısı (Bin)	Üretim (Ton)	Zıncirleme İndeksi	Verim (kg/daa)	Tüketim (kg/kişi)	Yeterlilik der. (%)	Fiyat (TL/kg)
2003	3.475	520	41.000	-	235.97	0.6	91.1	..
2004	3.450	500	37.000	90.2	214.49	0.6	88.5	..
2005	3.400	543	45.000	121.6	264.71	..	93.8	..
2006	3.236	579	43.285	96.2	267.52	..	90.8	..
2007	3.517	1.014	50.753	117.3	288.62	0.7	93.5	..
2008	3.430	1.279	52.774	104.0	307.72	0.9	83.4	4.27
2009	3.408	1.875	54.844	103.9	321.85	0.9	81.1	4.14
2010	3.683	2.589	55.398	101.0	323.06	0.9	85.0	5.35
2011	4.221	3.101	69.838	126.1	340.61	1.1	82.0	5.67
2012	4.679	3.242	80.261	114.9	343.07	1.1	92.8	5.45
2013	5.256	3.602	82.850	103.2	325.45	1.1	91.3	5.37
2014	5.637	3.815	73.230	88.4	271.02	1.0	92.4	7.90
2015	5.864	4.295	80.000	109.2	269.62	1.1	90.5	7.32
2016	6.664	4.964	85.000	106.3	255.09	1.2	83.0	8.52
2017	6.810	5.099	90.000	105.9	255.67	1.4	75.7	9.60
2018	8.490	5.401	100.000	111.1	237.02	1.4	82.3	11.49
2019	9.522	6.333	150.000	150.0	318.55	2.2	78.7	14.58
2020	10.380	7.093	159.187	106.1	303.97	2.2	81.9	15.66
2021	12.471	6.773	178.000	111.8	308.32	2.5	82.2	18.05
2022	13.616	7.670	190.000	106.7	300.32	2.8	76.5	39.60
2003=100	391.8	1475.0	463.4	-	127.3	451.7	-	928.4

*2008=100 alınmıştır. .. Veri yok.

Kaynak: FAO, 2024 ve TÜİK, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'de badem üretiminde Adıyaman başta olmak üzere öne çıkan iller; Mersin, Antalya, Muğla, Şanlıurfa, Çanakkale, Manisa, Denizli, Karaman ve Isparta'dır. Bölgeler bazında, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgeleri ilk üç sıradadır. 2020 yılında ikinci sırada olan Güneydoğu Anadolu Bölgesine yapılan yeni bahçe tesisleriyle 2021 ve 2022 yıllarında ilk sıraya yükselmiştir (TOB, 2020).

Türkiye dış ticarete 2013 yılı iç badem ticareti hariç olmak üzere genel olarak ithalatçı konumdadır. 2022 yılı itibariyle toplam ihracat değeri; 142.112 bin US dolar, ithalatı ise 222.626 bin US dolardır (Çizelge 5). 2022 yılı itibariyle kabuklu ve iç badem ihracatında; Libya, Irak, Rusya, Gürcistan ve Cezayir ana pazarları oluşturmaktadır. Türkiye, badem ithalatının önemli bir kısmını ABD'den yapmaktadır. İthalat yaptığı diğer başlıca ülkeler; Avustralya, İran ve İspanya'dır.

Çizelge 5. Türkiye'nin badem dış ticareti (Bin US\$, 2003-2022)

Table 5. Türkiye's almond foreign trade (Thousand US\$, 2003-2022)

Yıl	Kabuklu Badem			İç Badem			ToplamBadem
	İhracat	İthalat	Ticaret Dengesi	İhracat	İthalat	Ticaret Dengesi	Dış Ticaret Dengesi
2003	22	706	-684	1.350	1.970	-620	-1.304
2004	16	976	-960	2.468	3.564	-1.096	-2.056
2005	22	3.633	-3.611	7.807	4.359	3.448	-163
2006	20	4.270	-4.250	4.396	7.924	-3.528	-7.778
2007	42	13.016	-12.974	13.538	7.113	6.425	-6.549
2008	59	27.739	-27.680	28.890	20.874	8.016	-19.664
2009	182	32.819	-32.637	38.633	24.134	14.499	-18.138
2010	81	39.008	-38.927	36.451	26.890	9.561	-29.366
2011	88	36.860	-36.772	47.574	32.004	15.570	-21.202
2012	79	50.670	-50.591	65.189	51.552	13.637	-36.954
2013	84	47.402	-47.318	91.566	40.587	50.979	3.661
2014	50	32.354	-32.304	70.710	41.872	28.838	-3.466
2015	151	18.374	-18.223	64.477	53.730	10.747	-7.476
2016	56	45.413	-45.357	66.392	61.658	4.734	-40.623
2017	83	59.440	-59.357	85.155	72.625	12.530	-46.827
2018	102	33.344	-33.242	76.794	83.643	-6.849	-40.091
2019	376	42.403	-42.027	98.022	118.565	-20.543	-62.570
2020	1.395	39.240	-37.845	104.373	133.272	-28.899	-66.744
2021	1.967	27.524	-25.557	110.834	111.232	-398	-25.955
2022	2.882	35.643	-32.761	139.230	186.983	-47.753	-80.514
2003=100	13.100.0	5.048.6	4.789.6	10.313.3	9.491.5	7.702.1	6.174.4

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Dünya badem ihracatında öne çıkan ülkelerin ortalama üretici fiyatlarında 5.037.9 US\$/ ton ile en yüksek fiyat Avustralya'dadır. Avustralya'yı ABD (4.962.6 US\$/ton), Türkiye (2.699.6 US\$/ton) ve İspanya (1.419.3 US\$/ton) izlemektedir. Türkiye'nin kabuklu badem üretiminde rakiplerine göre fiyat avantajı olmakla birlikte iç piyasanın talebini karşılayacak bir üretimin olmamasının ihracat miktarını düşürdüğü belirtilebilir.

3.3. Türkiye'nin Badem Ticaretinde Uluslararası Rekabet Gücünün Analizi

3.3.1. Kabuklu Badem Ticaretinde Uluslararası Rekabet Gücü

Türkiye'nin kabuklu badem ticaretinde rakiplerini belirlemek amacıyla ülkelerin 2018-2022 yılları arasındaki ihracat değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. Dünyada kabuklu badem ihracatında ABD (%72.67), Avustralya (%12.64), Çin (%3.98) ve BAE (%2.69) toplam dünya ihracatının %91.98 gerçekleştirmektedir. Türkiye'nin kabuklu badem ticaretindeki uluslararası rekabet gücünün belirlenmesinde en önemli rakip ülkelerin; ABD, Avustralya, Çin ve BAE olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Dünya kabuklu badem ihracatında Türkiye'nin rakibi olan ülkeler (%)

Table 6. Türkiye's competitors in the world in shelled almond exports (%)

S.No	Ülkeler	2018 %	2019 %	2020 %	2021 %	2022 %	2018-2022 Yılları Ortalama Değer (Bin US\$)	%	Kümülatif Toplam %
1	ABD	71.10	68.88	79.02	70.83	73.97	1.093.097	72.67	72.67
2	Avustralya	14.27	16.27	7.91	12.36	12.16	190.201	12.64	85.31
3	Çin	8.46	6.23	1.96	2.49	1.20	59.803	3.98	89.29
4	BAE	2.20	2.66	2.52	2.54	3.42	40.456	2.69	91.98
5	Portekiz	0.51	2.01	2.14	2.98	2.86	32.325	2.15	94.12
6	İspanya	0.84	1.25	2.24	3.71	1.93	30.489	2.03	96.15
7	Meksika	0.00	0.17	2.37	1.94	0.94	16.288	1.08	97.23
8	İtalya	0.24	0.15	0.11	1.36	1.59	10.972	0.73	97.96
9	Afganistan	0.78	0.63	0.50	0.46	0.44	8.379	0.56	98.52
10	Tayland	0.54	0.43	0.04	0.02	0.07	3.191	0.21	98.73
11	Özbekistan	0.05	0.06	0.21	0.15	0.04	1.501	0.10	98.83
12	Hindistan	0.16	0.05	0.04	0.12	0.10	1.405	0.09	98.93
13	Türkiye	0.01	0.02	0.10	0.12	0.18	1.344	0.09	99.02
	Diğer Ülkeler	8.60	1.18	0.83	0.92	1.12	14.814	0.98	100.00
	Dünya Toplamı	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1.504.267	100.00	

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin kabuklu badem ticaretindeki uluslararası rekabet gücünü belirlemek amacıyla Balassa ve Vollrath'a göre açıklanmış rekabet üstünlüğü indeksleri ile yöntem bölümünde açıklanan diğer göstergeler hesaplanmıştır. Balassa RCA (BI) ortalama indeks değerinde ABD, Avustralya ve BAE'nin karşılaştırmalı üstünlüğü olduğu, Çin ve Türkiye'nin olmadığı belirlenmiştir. ABD'nin ortalama 8.82 indeks değeriyle diğer ülkelere göre güçlü bir karşılaştırmalı üstünlüğü vardır. ABD'den sonra Avustralya Balassa RCA indeks ortalama değeri olan 6.05 ile güçlü bir karşılaştırmalı üstünlüğüne sahip bir diğer ülkedir. BAE'nin (1.04) zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğü bulunmaktadır. Çin, sadece 2010-2013 yılları arasında 1'den büyük bir RCA indeks değerine ulaşsa da, diğer yıllarda karşılaştırmalı üstünlük elde edememiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kabuklu badem ihracatında öne çıkan ülkelerin rekabet edebilirlik indeksleri (2003-2022)

Table 7. Competitiveness indexes of leading countries in shelled almond exports (2003-2022)

Yıl	ABD				Avustralya				Çin			
	*BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3
2003	8.92	58.41	4.07	10.31	1.63	1.58	0.49	3.26	0.12	-3.36	-2.16	-3.40
2004	9.53	58.98	4.08	10.35	2.97	3.03	1.11	7.99	0.12	-1.32	-2.20	-2.55
2005	9.55	51.58	3.94	11.12	2.21	2.19	0.80	3.98	0.22	-0.66	-1.57	-1.43
2006	9.29	43.39	3.77	8.76	5.28	5.49	1.71	5.04	0.26	-0.72	-1.42	-1.37
2007	8.54	27.85	3.33	10.37	8.15	8.80	2.18	8.29	0.41	-0.94	-0.94	-1.23
2008	9.33	35.33	3.56	11.12	5.63	5.87	1.79	4.14	0.44	-1.72	-0.89	-1.64
2009	8.61	29.66	3.39	9.15	5.96	6.34	1.85	5.94	0.99	-2.74	-0.01	-1.32
2010	9.21	38.22	3.64	10.76	2.85	2.89	1.07	4.40	1.27	-3.04	0.27	-1.20
2011	8.72	27.81	3.33	9.50	3.07	3.12	1.15	4.16	2.06	-1.74	0.86	-0.55
2012	8.65	28.99	3.37	7.51	3.63	3.76	1.33	5.58	1.65	-3.53	0.58	-1.09
2013	8.68	29.01	3.37	6.57	6.60	7.09	1.97	4.71	1.13	-2.58	0.14	-1.18
2014	8.82	33.08	3.50	5.50	6.50	6.99	1.95	5.26	0.58	-1.78	-0.60	-1.45
2015	7.92	26.10	3.26	5.83	10.26	11.53	2.45	10.61	0.59	-2.28	-0.60	-1.64
2016	8.35	31.76	3.46	6.48	5.97	6.34	1.85	6.73	0.80	-2.28	-0.26	-1.37
2017	8.61	32.47	3.48	6.71	7.46	8.16	2.10	6.81	0.61	-1.23	-0.55	-1.14
2018	8.25	26.08	3.26	7.40	10.83	12.45	2.52	5.92	0.66	-1.70	-0.47	-1.32
2019	7.86	23.04	3.14	6.62	11.20	13.05	2.58	4.51	0.47	-2.55	-0.84	-1.93
2020	9.71	42.53	3.75	7.93	5.44	5.78	1.76	5.00	0.13	-1.12	-2.16	-2.37
2021	8.94	28.15	3.34	5.84	7.92	8.89	2.19	7.21	0.16	-1.97	-1.95	-2.69
2022	8.82	31.06	3.44	7.17	7.44	8.33	2.12	7.26	0.08	-1.71	-2.65	-3.23
Ortalama	8.82	58.41	3.52	8.25	6.05	6.58	1.75	5.84	0.64	-1.95	-0.87	-1.71

Yıl	BAE				Türkiye			
	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3
2003	1.75	-1.77	0.57	-0.69	0.02	-0.69	-4.15	-3.80
2004	0.03	-3.08	-3.58	-4.72	0.01	-0.56	-4.71	-4.14
2005	0.04	-4.50	-3.24	-4.75	0.01	-1.55	-4.74	-5.18
2006	0.05	-5.55	-3.05	-4.77	0.01	-1.54	-4.68	-5.12
2007	2.56	-1.25	0.96	-0.39	0.02	-4.19	-4.14	-5.58
2008	3.04	-0.66	1.14	-0.19	0.02	-7.10	-4.13	-6.10
2009	0.06	-3.80	-2.81	-4.16	0.04	-7.78	-3.29	-5.34
2010	0.04	-10.04	-3.25	-5.56	0.02	-6.65	-4.15	-6.05
2011	0.14	-6.66	-1.96	-3.88	0.01	-3.97	-4.36	-5.74
2012	0.03	-2.80	-3.49	-4.53	0.01	-5.06	-4.80	-6.42
2013	0.03	-3.84	-3.42	-4.78	0.01	-3.43	-4.84	-6.08
2014	1.37	-1.21	0.32	-0.63	0.00	-2.51	-5.34	-6.26
2015	1.24	-0.46	0.22	-0.32	0.01	-1.28	-4.36	-4.62
2016	1.03	-0.54	0.03	-0.42	0.00	-3.46	-5.40	-6.65
2017	1.52	-0.80	0.43	-0.42	0.01	-4.13	-5.04	-6.46
2018	1.32	-0.47	0.29	-0.30	0.01	-2.39	-4.79	-5.66
2019	1.58	-0.43	0.47	-0.24	0.03	-2.48	-3.67	-4.59
2020	1.32	-0.36	0.28	-0.24	0.10	-2.23	-2.27	-3.11
2021	1.33	-0.25	0.29	-0.17	0.12	-1.36	-2.12	-2.52
2022	2.38	-0.15	0.89	-0.06	0.17	-1.34	-1.78	-2.19
Ortalama	1.04	-2.43	-0.95	-2.06	0.03	-3.18	-4.14	-5.08

*BI (RCA)>1, VI1 (RTA), VI2 (lnRXA) ve VI3 (lnRXA-lnRMA)>0 ise uluslararası rekabet üstünlüğü vardır.
Kaynak: FAO, 2024 ve ITC Trade Map, 2024 verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Vollrath İndekslerinden VI1 olarak kodlanan Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü İndeksi (RTA) ortalamalarına göre ABD ve Avustralya'nın indeks değerleri pozitif olduğundan nispi dış ticaret üstünlüğü bulunurken, negatif değerli olan Çin, BAE ve Türkiye'nin bulunmamaktadır. ABD ortalama indeks değeri 58.41 ile güçlü bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip iken; en yakın rakibi Avustralya'dır. VI2=lnRXA indeks değerlerine göre ABD'nin (3.52) nispi ihracat üstünlüğü yüksektir. Rekabet üstünlüğünde ilk sırada yer alan ABD'yi Avustralya (1.75) izle-

mektedir. İndeks değerleri negatif olan Çin, BAE ve Türkiye'nin ise nispi ihracat üstünlüğünün olmadığı belirlenmiştir. VI3= Açıklanmış Rekabet Gücü İndeks (RC) değerinin pozitif olması rekabet gücünün olduğu anlamını taşımaktadır. Buna göre, ABD ve Avustralya'nın indeks değerleri pozitif ve rekabet avantajı bulunurken, negatif değerleri olan Çin, BAE ve Türkiye'nin kabuklu badem ticaretinde rekabet gücü bulunmamaktadır.

Çizelge 8'de yer alan diğer rekabet göstergelerinden iç talebin ne kadarının ithalatla karşılandığı gösteren İthalat Sızma Oranı'nda ortalama 0.07 değeri ile en iyi durumda olan ülke Avustralya'dır. Bunu, ABD (0.15), Çin (0.52) ve Türkiye (9.37) izlerken, BAE 356.90 ile ithalat oranı açısından en zayıf durumda olan ülkedir. BAE'de, badem üretimi düşük olmasına rağmen "re-export" yapmasından dolayı ithalat sızma oranı oldukça yüksektir ve badem ticaretinde sürdürülebilir rekabet gücü olmadığı belirtilebilir. Dış rekabete açıklık açısından 0.09 ortalama değerle Türkiye, kabuklu badem ticaretinde en az dışa açık ülkedir. ABD (0.12) ve Avustralya'nın (0.13) kabuklu badem ticaretinde dışa açıklığı düşük düzeyde iken, Çin'in (0.52) daha yüksektir. Badem üretimi oldukça düşük olan ve ithalata bağlı ihracat yapan BAE (-25.65) dışa dönüklük derecesi oldukça yüksektir. Kabuklu badem ihracatı ithalattan yüksek olan Avustralya (98.91) ve ABD'nin (97.81) ortalama net ihracat oranları yüksektir. Net ihracat oranı en düşük olan Türkiye'nin (-97.17) ithalatı ihracattan fazladır yani dış ticaret dengesi açısından ithalatçı konumdadır. Çin (-32.84) ve BAE'nin (-41.49) ihracatları ithalatlarından fazladır. İhracat/ithalat oranında da Avustralya (1160.58) ve ABD'nin (1043.93) ihracatı ithalatının oldukça üstündedir. Türkiye (0.01), Çin (0.57) ve BAE'nin (0.54) ithalatları ihracattan yüksektir. Uzmanlaşma katsayısı ortalama değeri itibarıyla Avustralya (1.15) ve ABD'nin (1.13) kabuklu badem sektöründe uzmanlaşma düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye (0.91), Çin (0.81) ve BAE (0.42) ise katsayıları 1'in altındadır ve sektörde uzmanlaşmaları düşüktür. En düşük uzmanlaşma düzeyi, badem üretimi oldukça düşük olan BAE'ye aittir. Hesaplanan tüm oran ve katsayılar birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye'nin kabuklu badem dış ticaretinde net ithalatçı konumda olması nedeniyle daha önce hesaplanan indeks değerleri sonuçlarına paralel olarak bu oran ve katsayılar da rekabet gücünün olmadığını göstermektedir.

Çizelge 8. Kabuklu badem ihracatında öne çıkan ülkelerin rekabet güçlerine ilişkin diğer göstergeler

Table 8. Other indicators regarding the competitiveness of leading countries in shelled almond exports

Ülke	Göstergeler	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
ABD	İthalat Sızma Oranı	0.01	0.01	0.01	0.09	0.00	0.00	0.04	0.01	0.02	0.32	
	Dış Rekabete Açıklık	0.09	0.11	0.17	0.09	0.06	0.07	0.12	0.11	0.09	0.13	
	Net İhracat Oranı	99.80	99.83	99.91	98.33	99.98	99.92	99.40	99.91	99.53	95.54	
	İhracat/İthalat Oranı	995.16	1161.17	2105.38	118.88	8967.38	2433.50	332.52	2241.07	424.42	43.88	
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.10	1.12	1.20	1.10	1.06	1.07	1.13	1.12	1.10	1.14	
Avustralya	İthalat Sızma Oranı	0.15	0.00	0.05	0.08	0.00	0.14	0.03	0.06	0.16	0.03	
	Dış Rekabete Açıklık	0.05	0.08	0.04	0.10	0.10	0.16	0.19	0.07	0.13	0.13	
	Net İhracat Oranı	94.39	100.00	97.84	98.65	99.93	98.52	99.78	98.34	97.91	99.64	
	İhracat/İthalat Oranı	34.63	*	91.76	147.63	3061.00	134.50	898.65	119.71	94.76	556.38	
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.05	1.09	1.05	1.11	1.12	1.18	1.23	1.07	1.15	1.15	
Çin	İthalat Sızma Oranı	30.20	17.49	13.44	16.56	26.14	42.37	83.85	100.79	208.38	250.47	
	Dış Rekabete Açıklık	0.36	0.21	0.21	0.24	0.40	0.57	0.96	1.00	0.06	-0.90	
	Net İhracat Oranı	-65.70	-63.89	-24.95	-36.43	-23.06	-38.01	-18.84	-17.61	5.54	3.72	
	İhracat/İthalat Oranı	0.21	0.22	0.60	0.47	0.63	0.45	0.68	0.70	1.12	1.08	
	Uzmanlaşma Katsayısı	0.76	0.86	0.95	0.91	0.90	0.77	0.73	0.70	1.24	1.19	
BAE	İthalat Sızma Oranı	196.52	69.12	80.66	83.74	424.10	889.72	93.93	95.88	98.48	91.83	
	Dış Rekabete Açıklık	-0.26	0.71	0.82	0.86	-7.56	-50.11	0.97	0.97	1.00	0.94	
	Net İhracat Oranı	-7.09	-92.82	-95.13	-95.24	2.60	1.22	-89.49	-98.35	-90.84	-93.96	
	İhracat/İthalat Oranı	0.87	0.04	0.02	0.02	1.05	1.02	0.06	0.01	0.05	0.03	
	Uzmanlaşma Katsayısı	0.74	0.33	0.21	0.18	1.23	1.22	1.11	0.05	0.06	0.11	
Türkiye	İthalat Sızma Oranı	2.46	4.13	4.83	3.81	7.66	14.62	16.34	18.70	13.99	16.64	
	Dış Rekabete Açıklık	0.02	0.04	0.05	0.04	0.08	0.15	0.16	0.19	0.14	0.17	
	Net İhracat Oranı	-97.51	-98.88	-99.22	-99.19	-98.91	-99.40	-99.27	-99.62	-99.60	-99.65	
	İhracat/İthalat Oranı	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Uzmanlaşma Katsayısı	0.98	0.96	0.95	0.96	0.92	0.85	0.84	0.81	0.86	0.83	
Ülke	Göstergeler	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ortalama
ABD	İthalat Sızma Oranı	0.94	0.79	0.16	0.10	0.08	0.03	0.08	0.02	0.12	0.07	0.15
	Dış Rekabete Açıklık	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.13	0.13	0.17	0.12
	Net İhracat Oranı	85.14	87.78	97.87	98.73	98.93	99.52	98.80	99.67	98.34	99.30	97.81
	İhracat/İthalat Oranı	12.46	15.37	92.93	156.52	185.16	415.17	166.22	605.20	119.64	286.57	1043.93
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.11	1.11	1.15	1.15	1.15	1.13	1.13	1.14	1.14	1.20	1.13
Avustralya	İthalat Sızma Oranı	0.12	0.06	0.00	0.02	0.03	0.08	0.31	0.06	0.01	0.01	0.07
	Dış Rekabete Açıklık	0.13	0.12	0.16	0.14	0.16	0.23	0.23	0.12	0.16	0.14	0.13
	Net İhracat Oranı	98.39	99.05	99.98	99.70	99.65	99.49	97.92	99.18	99.85	99.88	98.91
	İhracat/İthalat Oranı	123.33	210.29	12814.36	659.17	578.18	392.11	95.10	242.36	1354.60	1603.07	1221.66
	Uzmanlaşma Katsayısı	1.15	1.14	1.18	1.16	1.19	1.30	1.29	1.14	1.19	1.16	1.15
Çin	İthalat Sızma Oranı	148.76	74.84	84.12	125.90	46.15	55.39	58.91	41.33	56.12	45.64	76.34
	Dış Rekabete Açıklık	0.70	0.92	0.97	0.92	0.67	0.74	0.71	0.47	0.62	0.48	0.52
	Net İhracat Oranı	-7.15	-15.18	-13.47	-5.36	-13.78	-27.05	-54.18	-74.60	-78.88	-87.88	-32.84
	İhracat/İthalat Oranı	0.87	0.74	0.76	0.90	0.76	0.57	0.30	0.15	0.12	0.06	0.57
	Uzmanlaşma Katsayısı	0.80	0.80	0.80	0.87	0.89	0.76	0.59	0.65	0.51	0.57	0.81
BAE	İthalat Sızma Oranı	94.46	223.43	411.55	522.95	412.19	316.16	286.56	1186.28	1039.31	521.19	356.90
	Dış Rekabete Açıklık	0.96	-7.03	-15.67	-43.83	-17.46	-15.79	-8.82	-199.55	-99.97	-54.09	-25.65
	Net İhracat Oranı	-96.08	-22.15	-5.35	-6.10	-6.07	-12.88	-12.70	-1.77	-0.61	-6.96	-41.49
	İhracat/İthalat Oranı	0.02	0.64	0.90	0.89	0.89	0.77	0.77	0.97	0.99	0.87	0.54
	Uzmanlaşma Katsayısı	0.07	0.19	0.58	0.40	0.53	0.28	0.35	0.59	0.87	0.32	0.42
Türkiye	İthalat Sızma Oranı	13.88	9.91	4.17	12.03	12.90	8.84	6.79	6.42	4.04	5.15	9.37
	Dış Rekabete Açıklık	0.14	0.10	0.04	0.12	0.13	0.09	0.07	0.07	0.04	0.06	0.09
	Net İhracat Oranı	-99.66	-99.71	-98.13	-99.48	-99.24	-98.86	-94.77	-93.27	-86.20	-82.78	-97.17
	İhracat/İthalat Oranı	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.07	0.09	0.01
	Uzmanlaşma Katsayısı	0.86	0.90	0.96	0.88	0.87	0.91	0.93	0.94	0.96	0.95	0.91

*2004 yılı ithalat verisi "0" olduğu için hesaplanamamıştır.

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

3.3.2. İç Badem Ticaretinde Uluslararası Rekabet Gücü

Türkiye'nin iç badem ticaretinde rakiplerini belirlemek amacıyla yine ülkelerin 2018-2022 yılları arasındaki ihracat değerlerinin aritmetik ortalaması alınmıştır. ABD (%62.59), İspanya (%12.46), Avustralya (%4.89) ve BAE'nin (%4.06) toplam dünya iç badem ihracatının %83.99'unu gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Türkiye'nin iç badem ticaretinde önemli rakipleri; ABD, İspanya, Avustralya ve BAE'dir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Türkiye'nin iç badem ihracatında rakibi olan ülkeler (%)

Table 9. Countries that are Türkiye's competitors in inner almond exports (%)

S. No	Ülkeler	2018 %	2019 %	2020 %	2021 %	2022 %	2018-2022 Yılları Ortalama Değer (Bin \$)	%	Kümülatif Toplam %
1	ABD	63.50	61.50	62.89	62.65	62.52	3.433.923	62.59	62.59
2	İspanya	12.78	12.85	12.37	12.85	11.39	683.647	12.46	75.05
3	Avustralya	3.94	4.85	4.83	4.74	6.10	268.149	4.89	79.93
4	BAE	3.34	3.91	3.68	4.19	5.19	222.515	4.06	83.99
5	Hollanda	2.32	2.57	2.95	2.83	2.67	146.317	2.67	86.66
6	Almanya	2.52	2.43	2.70	2.46	2.05	133.532	2.43	89.09
7	İtalya	2.09	2.07	2.44	2.01	1.58	112.042	2.04	91.13
8	Türkiye	1.44	1.63	1.92	2.05	2.64	105.851	1.93	93.06
9	Çin	2.00	1.69	0.66	0.25	0.29	54.564	0.99	94.06
10	Şili	1.08	1.22	0.79	0.85	0.89	53.320	0.97	95.03
	Diğer ülkeler	4.98	5.27	4.78	5.11	4.68	272.832	4.97	100.00
	Dünya Toplamı	100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	5.486.692	100.00	

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Türkiye'nin uluslararası iç badem ticaretindeki rekabet gücünü belirlemek için ihracatta öne çıkan ABD, İspanya, Avustralya, BAE ve Türkiye için Balassa ve Volrath'a göre açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük indeksleri ile yöntem bölümünde açıklanan diğer göstergeler hesaplanmıştır. ABD, İspanya, Avustralya, BAE ve Türkiye'nin Balassa RCA (BI) ortalama indeks değerleri 1'ün üstündedir ve karşılaştırmalı üstünlükleri vardır. RCA'ya göre ABD (7.63) karşılaştırmalı üstünlüğü en güçlü olan ülkedir ve yakın rakibi İspanya'dır (7.20). Kabuklu badem ticaretinde ikinci sırada yer alan Avustralya (2.53), iç badem rekabetinde üçüncü sıradadır ve orta düzeyde bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Türkiye (1.50) ve BAE'nin (1.35) ise zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğü vardır. Türkiye'nin RCA indeks değeri dalgalanma göstermekle birlikte; 2022'de en yüksek değeri olan 2.57'e ulaşmıştır. İspanya (8.41'den 6.60'a düşmüştür) dışında diğer ülkelerin 2003 yılına göre indeks değerlerinde genel olarak yükselme vardır.

Vollrath İndekslerinden VII olarak kodlanan Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü İndeksi (RTA) ortalamalarına göre ABD (20.40), İspanya (2.34), Avustralya (2.29) ve Türkiye'nin (0.51) indeks değerleri pozitif olduğundan, nispi dış ticaret üstünlükleri bulunurken; BAE'nin (-2.74) bulunmamaktadır. ABD 20.40 ortalama indeks değeriyle rakiplerine göre güçlü bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. Türkiye'nin indeks değeri 2006, 2019, 2020 ve 2022 yıllarında negatif olup; ortalama 0.51 indeks değeriyle nispi dış ticaret üstünlüğünde zayıf bir konumdadır.

VI2=lnRXA indeksi ortalama değerlerine göre ise ABD'nin (3.01) nispi ihracat üstünlüğü yüksektir. ABD'yi İspanya (2.09), Avustralya (0.76) ve Türkiye (0.18) izlemektedir. İndeks değeri negatif olan BAE'nin nispi ihracat üstünlüğü bulunmamaktadır. Türkiye'nin indeks değeri, 2003-2007 yılları arasında negatif iken; 2018-2022 yılları arasında pozitive dönmüş olmakla birlikte zayıf bir üstünlük söz konusudur.

VI3=Açıklanmış Rekabet Gücü (RC) ortalama indeks değerlerine göre; BAE (-2.00) dışında ABD (6.05), İspanya (0.34), Avustralya (2.00) ve Türkiye'nin (0.46) açıklanmış rekabet gücü bulunmakla birlikte, pazarda en güçlü olan ABD'dir. Bu indekste Türkiye ortalama 0.46 değeri ile İspanya'ya (0.34) göre biraz daha güçlü konumda olmakla birlikte, 2021'de 0.10 olan indeks değeri, 2022 yılında -0.02'ye düşerek rekabet gücünü kaybetmiştir. Bu sonuçlara göre, Türkiye'nin kabuklu badem ticaretinde rekabet gücü bulunmaz iken, iç badem ticaretinde oldukça zayıf ve kırılğan bir şekilde var olduğu belirtilebilir (Çizelge 10).

Çizelge 10. İç badem ihracatında öne çıkan ülkelerin rekabet edebilirlik indeksleri (2003-2022)

Table 10. Competitiveness indexes of leading countries in inner almond exports (2003-2022)

Yıl	ABD				İspanya				Avustralya			
	*BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3
2003	6.99	19.52	2.97	6.98	8.41	4.67	2.31	0.63	0.35	-0.34	-1.04	-0.67
2004	7.75	23.03	3.14	7.32	7.39	1.80	2.14	0.24	0.44	0.09	-0.82	0.23
2005	7.33	18.46	2.92	7.08	8.70	5.05	2.32	0.68	1.25	0.81	0.23	1.04
2006	7.82	22.14	3.10	6.26	8.40	4.40	2.27	0.60	1.05	0.61	0.05	0.87
2007	7.84	21.07	3.05	6.07	7.17	3.08	2.09	0.48	1.62	1.30	0.49	1.57
2008	8.22	22.70	3.12	6.22	7.13	2.81	2.08	0.43	1.54	1.31	0.44	1.87
2009	7.80	21.30	3.06	6.99	6.32	1.44	1.95	0.23	2.04	1.94	0.73	2.76
2010	8.12	23.80	3.17	7.05	7.18	3.32	2.08	0.54	2.36	2.27	0.88	2.89
2011	8.43	24.88	3.22	6.22	6.94	2.30	2.04	0.35	1.67	1.52	0.52	2.33
2012	8.33	25.35	3.24	6.02	6.49	1.81	1.96	0.29	1.89	1.60	0.65	1.81

2013	8.22	24.06	3.18	6.01	6.17	1.07	1.91	0.17	3.50	3.30	1.29	2.41
2014	7.52	19.37	2.97	5.19	6.72	1.13	2.01	0.16	3.94	3.82	1.41	2.65
2015	6.64	15.31	2.74	5.00	8.26	2.16	2.25	0.26	5.55	5.64	1.77	3.21
2016	6.82	16.36	2.80	5.24	6.98	-0.21	2.06	-0.03	3.93	3.75	1.41	2.52
2017	7.33	18.83	2.94	5.39	6.72	0.93	2.02	0.13	3.00	2.70	1.13	2.10
2018	7.37	18.36	2.92	5.01	7.14	1.80	2.09	0.25	2.99	2.64	1.12	1.96
2019	7.02	16.57	2.81	4.99	7.15	2.75	2.09	0.42	3.34	3.16	1.24	2.44
2020	7.73	19.13	2.95	5.93	6.94	1.73	2.05	0.25	3.32	3.16	1.24	2.48
2021	7.91	19.48	2.97	5.92	7.27	3.06	2.11	0.47	3.03	2.88	1.14	2.48
2022	7.46	18.22	2.90	6.14	6.60	1.67	1.99	0.26	3.73	3.74	1.36	3.10
Ortalama	7.63	20.40	3.01	6.05	7.20	2.34	2.09	0.34	2.53	2.29	0.76	2.00

Yıl	BAE				Türkiye			
	BI	VI1	VI2	VI3	BI	VI1	VI2	VI3
2003	1.75	-1.21	0.56	-0.52	0.17	0.00	-1.76	-0.01
2004	0.03	-5.14	-3.55	-5.19	0.22	0.02	-1.50	0.12
2005	1.20	1.04	0.18	1.98	0.48	0.31	-0.74	1.03
2006	0.03	-5.21	-3.41	-5.06	0.27	-0.01	-1.31	-0.04
2007	1.59	-1.44	0.47	-0.64	0.75	0.49	-0.28	1.05
2008	1.50	-1.52	0.41	-0.70	1.58	0.81	0.46	0.72
2009	0.05	-5.59	-2.96	-4.69	2.19	1.17	0.79	0.76
2010	0.05	-7.31	-3.09	-5.08	1.84	0.95	0.62	0.72
2011	0.03	-6.63	-3.44	-5.34	2.09	1.25	0.74	0.90
2012	0.03	-5.34	-3.56	-5.24	2.21	1.02	0.80	0.61
2013	0.02	-5.23	-4.00	-5.65	2.29	1.63	0.84	1.21
2014	2.35	-1.55	0.88	-0.50	1.46	0.83	0.38	0.84
2015	2.47	-0.54	0.93	-0.19	1.19	0.48	0.17	0.52
2016	1.99	-0.43	0.71	-0.19	1.42	0.44	0.36	0.37
2017	1.77	-1.63	0.58	-0.65	1.88	0.69	0.64	0.45
2018	2.01	-1.31	0.72	-0.49	1.66	0.16	0.51	0.10
2019	2.32	-1.62	0.87	-0.52	1.70	-0.25	0.54	-0.14
2020	1.92	-1.39	0.67	-0.54	1.98	-0.04	0.69	-0.02
2021	2.18	-1.78	0.81	-0.58	2.02	0.20	0.71	0.10
2022	3.61	-1.07	1.32	-0.25	2.56	-0.05	0.96	-0.02
Ortalama	1.35	-2.74	-0.74	-2.00	1.50	0.51	0.18	0.46

*BI (RCA)>1, VI (RTA), VI2 (lnRXA) ve VI3 (lnRXA-lnRMA)>0 ise uluslararası rekabet üstünlüğü vardır.
Kaynak: FAO, 2024 ve ITC Trade Map, 2024 verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Dünya iç badem ticaretinde rekabet edilebilirliği ölçmede yararlanılan diğer göstergelerden, İthalat Sızma Oranı, Dış Rekabete Açıklık ve Uzmanlaşma Katsayısı'nın hesaplamasında gerekli olan üretim miktarı verileri FAO'da verilmediğinden dolayı hesaplanamamıştır. Verileri elde edilebilen Net İhracat Oranı ve İhracat/İthalat Oranı hesaplanarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Net ihracat oranı en düşük olan ithalata dayalı ihracat yapan BAE (-38.79) olup; bunu Türkiye (-14.93) ve İspanya (-4.40) takip etmektedir. Net ihracat oranı açısından en iyi durumda olan ABD'yi (98.14) Avustralya (69.19) izlemektedir. İhracat/ithalat oranında ABD (180.77) ilk sıradadır ve iç badem ihracatı ithalatının oldukça üstündedir. ABD'yi (13.26) Avustralya takip etmektedir. İhracatı ithalatından düşük olan ülkeler İspanya (0.92), BAE (0.91) ve Türkiye'dir (0.80). Türkiye'nin ihracat/ithalat oranı yıllara göre dalgalanma göstermektedir. Türkiye'nin iç badem dış ticaretinde net ithalatçı konumda olması ve diğer hesaplanan indeks değerlerinin de zayıf ve kırılmalı bir rekabet gücüne işaret etmesi nedeniyle Net İhracat Oranı ve İhracat/İthalat Oranı sonuçları da rekabet gücü açısından olumsuzdur. Pazarın lideri olan ABD'nin rekabet gücü diğer ülkelere göre yüksektir (Çizelge 11).

Çizelge 11. İç badem ihracatında öne çıkan ülkelerin rekabet güçlerine ilişkin diğer göstergeler

Table 11. Other indicators regarding the competitiveness of leading countries in inner almond exports

Ülke	Göstergeler	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ABD	Net İhracat Oranı	99.40	99.11	99.13	98.88	98.96	99.18	99.67	99.59	98.64	97.69
	İhracat/İthalat Oranı	329.61	223.74	229.11	178.07	190.89	243.17	605.07	491.40	145.90	85.64
İspanya	Net İhracat Oranı	1.13	-20.28	1.12	-3.75	-8.59	-11.37	-12.32	1.31	-2.65	-3.50
	İhracat/İthalat Oranı	1.02	0.66	1.02	0.93	0.84	0.80	0.78	1.03	0.95	0.93
Avustralya	Net İhracat Oranı	-48.89	-9.30	39.29	37.40	64.97	71.20	88.23	87.38	86.72	79.61
	İhracat/İthalat Oranı	0.34	0.83	2.29	2.19	4.71	5.94	16.00	14.85	14.06	8.81
BAE	Net İhracat Oranı	-24.98	-96.25	80.34	-97.92	-20.86	-23.29	-97.28	-97.55	-97.74	-97.58
	İhracat/İthalat Oranı	0.60	0.02	9.17	0.01	0.65	0.62	0.01	0.01	0.01	0.01
Türkiye	Net İhracat Oranı	-51.60	-51.84	-14.16	-42.07	16.40	-13.42	6.38	6.84	8.92	-1.26
	İhracat/İthalat Oranı	0.32	0.32	0.75	0.41	1.39	0.76	1.14	1.15	1.20	0.98

Ülke	Göstergeler	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ort.
ABD	Net İhracat Oranı	98.25	95.96	95.40	97.29	97.34	96.34	96.25	98.38	98.50	98.90	98.14
	İhracat/İthalat Oranı	113.02	48.54	42.52	72.90	74.13	53.68	52.37	122.80	131.99	180.79	180.77
İspanya	Net İhracat Oranı	2.96	-6.70	0.24	-14.40	-8.37	-3.96	6.81	-2.33	1.66	-5.07	-4.40
	İhracat/İthalat Oranı	1.06	0.87	1.00	0.75	0.85	0.92	1.15	0.95	1.03	0.90	0.92
Avustralya	Net İhracat Oranı	85.55	90.11	91.85	89.35	83.99	80.13	87.77	91.05	92.43	95.02	69.19
	İhracat/İthalat Oranı	12.84	19.23	23.53	17.78	11.50	9.07	15.36	21.35	25.41	39.16	13.26
BAE	Net İhracat Oranı	-96.00	-7.51	-4.09	-8.96	-22.96	-9.40	-15.86	-10.69	-15.61	-11.56	-38.79
	İhracat/İthalat Oranı	0.02	0.86	0.92	0.84	0.63	0.83	0.73	0.81	0.73	0.79	0.91
Türkiye	Net İhracat Oranı	21.54	6.03	-10.76	-19.24	-14.41	-25.07	-32.97	-35.56	-24.81	-27.61	-14.93
	İhracat/İthalat Oranı	1.55	1.13	0.81	0.68	0.75	0.60	0.50	0.48	0.60	0.57	0.80

Kaynak: FAO, 2024 verilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Badem, katma değeri yüksek bir gıda kaynağı olmasının yanı sıra geniş kullanım alanlarıyla küresel talebi artan bir üründür. Bu kapsamda, uluslararası badem ticaretinde sürdürülebilir bir rekabet gücü elde etmek stratejik önemdedir. Türkiye, bademe yönelik gelişen pazar taleplerini karşılayarak uluslararası rekabet gücü elde etme potansiyeline sahip olmakla birlikte, yapılan analizlere göre genel olarak rekabet gücünün yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Türkiye'nin badem iç talebini karşılayamaması ve dış ticarete net ithalatçı konumda olması nedeniyle kabuklu badem ticaretinde rekabet gücü bulunmamaktadır. İç badem ticaretinde ise oldukça zayıf ve kırılğan bir rekabet gücü olduğu belirtilebilir.

Dünya kabuklu ve iç badem ticaretinde öne çıkan ülkelerle yapılan karşılaştırmalarda rekabet gücü en yüksek ülke, üretim ve ihracatta ilk sırada yer alan ABD'dir. Küresel kabuklu badem ticaretinde Türkiye'nin en güçlü rakipleri pazarın lideri olan ABD ile Avustralya'dır. Uluslararası iç badem ticareti analizinde hesaplanan Balassa ve Vollrath ortalama indeks değerlerine göre; ABD, İspanya, Avustralya ve Türkiye karşılaştırmalı üstünlüğe sahip iken, BAE'nin sadece Balassa

RCA indeksinde zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahiptir. İç badem ticaretinde Türkiye'nin zayıf bir karşılaştırmalı üstünlüğü olup; en güçlü rakibi ABD'dir. Rekabet gücünü değerlendirmede kullanılan diğer göstergeler açısından da; ABD ve Avustralya diğer ülkelere göre daha iyi durumdadır. Elde edilen bu sonuçları yapılan diğer bazı çalışmalar da destekler niteliktedir (Erkan, 2012b; Şahinli, 2014; Gibba, 2017; Pehlivanoglu ve ark., 2023).

Yapılan değerlendirmeler ışığında; artan küresel badem talebi karşısında Türkiye'nin arz-talep dengesini sağlayarak uluslararası badem ticaretinde rekabet gücünün oluşturulması için ülkenin genel ekonomik sorunlarıyla birlikte tarım sektöründeki yapısal sorunların da aşılması önerilmektedir. Türkiye'nin birim alandan elde edilen veriminin diğer üretici ülkelere göre düşük ve fiyatlarının yüksek olması ve rekabet üstünlüğü açısından karşılaştırılan ülkelerdeki üretim maliyetlerinin düşük olması önemli dezavantajlar arasındadır. Üretim miktarının artırılmasının yanı sıra kaliteli ürün üretiminin ve verimliliğin yükseltmesinin gerekliliği de belirtilebilir. Bu doğrultuda, Türkiye'nin sürdürülebilir rekabet gücü elde etmesi için devlet tarafından badem üretimine verilen desteklerin etkinliklerinin artırılarak devam ettirilmesi kilit önemdedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): GB(%40), ND(%60)

Veri Toplanması (Data Acquisition): GB(% 80), ND(%20)

Veri Analizi (Data Analysis): GB(%60), ND(%40)

Makalenin Yazımı (Writing Up): GB(%50), ND(%50)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): GB(%50), ND(%50)

KAYNAKLAR

- Aksoy, A., Kaymak, H. Ç., 2021. Ceviz sektörü rekabet gücü analizi; yedi lider ülke örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(2): 139-147. doi: 10.17097/ataunizfd.773270
- Aktas Cimen, Z., Ertekin, C., 2023. Export competitiveness of Türkiye's agricultural machinery and equipment sector. International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 7(3): 703-717. doi: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. doi:10.24011/ba-rofd.525879
- Balassa, B., 1965. Trade liberalisation and "revealed" comparative advantage. The Manchester School, 33(2): 99-123. doi 0.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x
- Belicka, S., Saleh, A.S., 2011. Comperative advantage analysis in selected trade deficit categories in Australia: 1990-2006. Academy of Taiwan Business Management Review, 7(2): 113-141.
- Bozkıran Yılmaz, S., Armağan, G., 2024. Türkiye'nin kestanede rekabet gücünün incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1): 117-121. doi: 10.25308/aduziraat.1471359
- Chen, C.Y., Lapsley, K., Blumberg, J., 2006. Perspective. a nutrition and health perspective on almonds. J. Sci. Food Agric., 86, 2245-2250. doi:10.1002/jsfa.2659
- 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.
- Çukur, T., Çukur, F., 2023. Analysis of the relationship between almond production and almond price with the koyck model. Gaziosmanpaşa Üni. Ziraat Fak. Der., 40(3): 125-129. doi:10.55507/gopzfd.1326924
- Deb, K., Hauk Jr., W.R., 2017. RCA indices, multinational production and the ricardian trade model. Int Econ Econ Policy, 14,1-25. doi:10.1007/s10368-015-0317-z
- Demir, İ., 2001. Türkiye beyaz eşya sanayininin rekabet gücü ve geleceği. DPT Uzmanlık Tezi. Available from URL: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Turkiye-Beyaz-Esya-Sanayinin-Rekabet-Gucu-ve-Gelecegi_Ibrahim-Demir.pdf (Erişim tarihi: 09 Mayıs 2024).
- DPT, 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013): Gıda sanayii özel ihtisas komisyonu raporu. Available at <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Dokuzuncu-Kalkinma-Plani-Gida-Sanayii-OIK.pdf> (Erişim tarihi: 15 Mart 2024).
- Durmuş, E., Yiğit, A., 2003. Türkiye'nin meyve üretim yöreleri. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13(2): 23-54.
- Erkan, B., 2012a. Ülkelerin karşılaştırmalı ihracat performanslarının açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük katsayısıyla belirlenmesi: Türkiye-Suriye örneği. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 8(15): 195-218.
- Erkan, B., 2012b. Türkiye'nin geleneksel ihracat ürünlerinde uzmanlaşma düzeyi. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 4(1):75-83.
- Erkekoğlu, H., Kılıçarslan, Z., Gökner, H., 2014. Kayseri ilinin mobilya sektörü rekabet gücü açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük endeksi. Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 44, 1-22. doi:10.18070/euiibfd.91468
- FAO, 2024. FAOSTAT. Available at <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim tarihi: 24 Nisan 2024).
- Gibba, A., 2017. Analysis of export competitiveness: The case of global nuts. Albanian Journal of Agricultural Sciences, 16(2): 39-47.
- Gouta, H., Laaribi, I., Ksia, E., Juan, T., Estopañan, G., Martínez-Gómez, P., 2021. Physical properties, biochemical and antioxidant contents of new promising tunisian almond genotypes: Traits stability, quality aspects and post-harvest attributes. Journal of Food Composition and Analysis, 98, 103840.
- Hinloopen, J., Van Marrewijk, C., 2001. On the empirical distribution of the Balassa index. Weltwirtschaftliches Archiv, 137, 1-35. doi:10.1007/BF02707598
- ITC Trade Map, 2024. Trade statistics for international business development. Available at <https://www.trademap.org/Index.aspx> (Erişim tarihi: 24 Nisan 2024).
- Kadakoğlu, B., Bayav, A., Karlı, B., 2022. Türkiye'de ceviz üretim projeksiyonu ve rekabet gücü analizi. Meyve Bilimi, 9(1): 8-15. doi: 10.51532/meyve.1125552
- Kalkınma Bakanlığı, 2018. Otomotiv sanayii çalışma grubu raporu. Available at <https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2020/04/OtomotivSanayiiCalismaGrubuRaporu.pdf> (Erişim tarihi: 09 Mayıs 2024).
- Kantur, Ç., Türkel, B., 2023. Comparative advantage of yarn and weaving industries: Evidence for Türkiye and top exporters. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 31(1):15-24. doi:10.2478/ftee-2023-0003
- Karadeniz, T., Çatmadım, G., Şahinder Öylek, H., 2019. Türkiye'de yerli ve yabancı badem çeşitleri ile yapılan adaptasyon çalışmaları üzerine araştırmalar. UAZİMDER Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 2019(Özel Sayı): 45-51.

- Ketenci, C. K., Bayramoğlu, Z., 2018. Türkiye'de ceviz üretiminin rekabet analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(3): 339-347. doi: 10.30910/turkjans.448387
- Martínez-Gómez, P., Sánchez-Pérez, R., Dicenta, F., Howad, W., Arús, P., Gradziel, T.M., 2007. Almond. In: Kole, C. (Eds). *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants: Fruits and Nuts*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 229-242. doi:10.1007/978-3-540-34533-6_11
- OECD, 2024. Import penetration. Available at https://stats.oecd.org/oecdstat_metadata/ShowMetadata.aspx?Dataset=CSP6&Coords=%5BSUB%5D.%5BIMPENET%5D&Lang=en#:~:text=Import%20penetration%20ratios%20are%20defined,is%20satisfied%20by%20imports%20M (Erişim tarihi: 09 Mayıs 2024).
- Pehlivanoğlu, F., Erarlan, C., Yardımcı, M.E., Köken, M., 2023. Food crisis and competitive analysis of selected agricultural. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3): 953-975. doi:10.18074/ckuiibfd.1303143
- 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. h doi:10.16992/ASOS.12439
- Şahinli, M.A., 2014. Revealed comparative advantage and competitiveness: Turkey agriculture sector. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(3): 210-217. doi:10.29133/yyutbd.236276
- TOB (Tarım ve Orman Bakanlığı), 2020. Badem bahçe tesisi projesi fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. Available at https://arastirma.tarimorman.gov.tr/sertkabuklumeyveler/Belgeler/BADEM_BAHCE_TESISI_FIZIBILITE_RAPORU.pdf (Erişim tarihi: 01 Mayıs 2024).
- Tosun, D., Demirbaş, N., 2008. Türkiye turuncgil sektörünün uluslar arası rekabet gücünün analizi. Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 225-231, 8-11 Ekim 2008, Antalya.
- TÜİK, 2024. Tarım istatistikleri. Available at <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim tarihi: 25 Nisan 2024).
- Uçan, N.M., Kılıç, N., 2022. Süleymanpaşa ilçesi (Tekirdağ) badem ağaçlarında bulunan akar türleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3): 1292-1305. doi:10.21597/jist.1115941
- Utkulu, U., Seymen, D., 2004. Revealed comparative advantage and competitiveness: evidence for Turkey vis-à-vis the EU/15. *European Trade Study Group 6th Annual Conference*, 1-26, September 2004, Nothingam.
- Vollrath, T. L., 1991. A Theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127, 265-280 doi:10.1007/BF02707986
- Yavuz, G.G., 2011. Badem. *TEPGE Bakış*, Temmuz 2011, 6, 1-8.
- Yıldırım, Ç., Bozoğlu, M., Girja, G., 2024. Türkiye's competitive power in the world hazelnut market. *Applied Fruit Science*, 66, 921-928. doi:10.1007/s10341-024-01053-4.
- Yılmaz, A., 2020. Ülkemizdeki badem sektörünün sorunları ve çözüm önerileri. *Antep Fıstığı Araştırma Dergisi*, 8, 41-43.
- Yurtkulu, V., 2020. Badem bahçe tesisi projesi fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi. Available from URL: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/YATIRIMCI%20REHBERI/BADEM%20BAHCE%20TESISI%20FIZIBILITE%20RAPORU.pdf> (Erişim tarihi: 25 Nisan 2024).



Çimlenme ve Çıkış Dönemlerindeki Yüksek Sıcaklıklara Toleranslı Mercimek Çeşitlerinin Stres İndeksleri ve Rank Analizi ile Seçimi

Selection of Lentil Cultivars Tolerant to High Temperatures During Germination and Emergence Stages Based on Tolerance Indices and Rank Analysis

Ali ÖZTÜRK¹, Aleyna DURLU², Hasan KARTAY³

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum
· aozturk@atauni.edu.tr · ORCID > 0000-0001-7673-114X

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum
· aleynadumlu24@gmail.com · ORCID > 0000-0002-0976-2330

³Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum
· hasan.k@atauni.edu.tr · ORCID > 0000-0002-0603-8478

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 27 Eylül/September 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 19 Kasım/November 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 39-52

Atıf/Cite as: Öztürk, A., Durlu, A., Kartay, H. "Çimlenme ve Çıkış Dönemlerindeki Yüksek Sıcaklıklara Toleranslı Mercimek Çeşitlerinin Stres İndeksleri ve Rank Analizi ile Seçimi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 39-52.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ali ÖZTÜRK

ÇİMLENME VE ÇIKIŞ DÖNEMLERİNDEKİ YÜKSEK SICAKLIKLARA TOLERANSLI MERCİMEK ÇEŞİTLERİNİN STRES İNDEKSLERİ VE RANK ANALİZİ İLE SEÇİMİ

ÖZ

Erken gelişme dönemlerindeki yüksek sıcaklıklar mercimeğin fide tesisi ve tane verimini sınırladığından, yüksek ve istikrarlı verimler için sıcağa toleranslı genotiplerin seçimi esastır. Bu çalışmada, çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi ölçütleri esas alınarak, 16 mercimek çeşidi yedi farklı stres indeksi [stres hassasiyet indeksi (SHİ), stres tolerans indeksi (STİ), nispi sıcaklık indeksi (NSİ), sıcağa dayanıklılık indeksi (SDİ), geometrik ortalama verimlilik (GOV), tolerans indeksi (Tİ), yüksek sıcaklık tolerans indeksi (YSTİ)] ve rank analiz yöntemi ile yüksek sıcaklığa tolerans bakımından değerlendirilmiştir. Stres koşullarında en yüksek çimlenme güç indeksleri Çağıl, Gümrah, Fırat 87 ve Meyveci 2001; en yüksek çıkış güç indeksleri ise Gümrah, Emre 20, Meyveci 2001 ve Bozok çeşitlerinde belirlenmiştir. Çeşitlerin sıcaklık stresine tolerans sıraları stres indekslerine göre farklılık göstermiştir. Ölçüt değerleri ile olumlu ve önemli ilişkileri nedeniyle, sıcağa toleranslı genotiplerin seçimi için en uygun stres indekslerinin STİ ve GOV olduğu sonucuna varılmıştır. Stres indekslerinin kombinasyonu (rank analizi), Gümrah ve Meyveci 2001 çeşitlerinin yüksek sıcaklıklara en toleranslı; Kayı 91, Tigris, Ankara Yeşili ve Ceren çeşitleri ise en duyarlı olduğunu göstermiştir. Gümrah ve Meyveci 2001 çeşitleri, yüksek sıcaklığa toleransı geliştirmek ve sürdürülebilir üretim için potansiyel genetik kaynaklar olarak tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çıkış Güç İndeksi, Çimlenme Güç İndeksi, Lens Culinaris Medik, Stres Tolerans İndeksi.



SELECTION OF LENTIL CULTIVARS TOLERANT TO HIGH TEMPERATURES DURING GERMINATION AND EMERGENCE STAGES BASED ON TOLERANCE INDICES AND RANK ANALYSIS

ABSTRACT

Since high temperatures at the early growth stages limit seedling establishment and grain yield of lentil, selection of heat-tolerant genotypes is essential for high and stable grain yields. The heat tolerance of 16 lentil cultivars were determined by seven stress indices [(stress susceptibility index (SSI), stress tolerance index (STI), relative heat index (RHI), heat resistance index (HRI), geometric mean productivity (GMP), tolerance index (TI), high temperature tolerance index (HTTI)]

and ranking method based on germination vigor index and emergence vigor index criteria. Under stress conditions, the highest germination vigor indices were obtained from cv. Çağıl, Gümrah, Fırat 87 and Meyveci 2001; the highest emergence vigor indices were obtained from cv. Gümrah, Emre 20, Meyveci 2001 and Bozok. The tolerance rankings of the varieties to heat stress varied according to the stress indices. STI and GMP were found to be positive significant association with the criterion values and identified as the most suitable stress indices for the selection of genotypes with heat tolerant. Based on combination of the stress indices (ranking method), cv. Gümrah and Meyveci 2001 were selected as the most heat tolerant, while cv. Kayı 91, Tigris, Ankara Yeşili and Ceren as the most heat sensitive. Gümrah and Meyveci 2001 cultivars can be used as potential genetic resources to improve high temperature tolerance and for sustainable production.

Keywords: Emergence Vigor Index, Germination Vigor Index, Lens Culinaris Medik, Stress Tolerance Index.



1. GİRİŞ

Mercimek, zengin protein kaynağı olarak insan beslenmesindeki yeri yanında, kuru tarım alanlarında ekim nöbeti ve nadas alanlarını değerlendirme potansiyeli nedeniyle önemli bir yemeklik baklagildir. Bir serin iklim bitkisi olan mercimek kışlık ekilebilir, erken gelişme dönemlerinde düşük sıcaklıklara ihtiyaç duyar ve yüksek sıcaklıklara duyarlıdır (Sita ve ark., 2017; Venugopalan ve ark., 2021). Küresel iklim değişikliği sürecinde 21. yüzyılda dünya yüzey sıcaklığının 2-6 °C artacağı ve artan sıcaklıkların bitki gelişmesi ve verimleri olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir (Basu ve ark., 2022). Serin iklim bitkileri için 25 °C eşik değer olup, yüksek sıcaklıklar solunum ve transpirasyonun artmasına, su kaybına, stomaların kapanmasına, metabolik etkinliğin azalmasına, az sayıda ve küçük organlar oluşmasına, gelişmenin hızlanmasına, vejetasyon süresinin kısılmasına ve asimilasyonun azalmasına neden olur (Maestri ve ark., 2002; Driedonks ve ark., 2016; Sita ve ark., 2017). Tohum çimlenmesi ve fide çıkışı, mercimeğin hayat devresindeki önemli gelişme dönemleridir ve geniş sıcaklık aralığında çimlenebilme ve çıkış kabiliyeti, erken ve tam fide tesisi için kritik önem taşır (Makkavi ve ark., 2008; Das ve Islam, 2018; Rich ve ark., 2022). Yüksek sıcaklık stresi solunum hızını artırarak tohumdaki besin rezervlerini azaltır, enzim aktivitesini, rezervlerin embriyoya taşınmasını ve embriyo canlılığını sınırlar, metabolik bozulmalara neden olarak çimlenme ve sürme gücünü azaltır, fide gelişmesini zayıflatır ve toprak kaynaklı hastalıklara duyarlılığı artırır (Singh ve Dhaliwal, 1972; Lafond ve Fowler, 1989; Hasan ve ark., 2004; Wahid ve ark., 2007; Watt ve Bloomberg, 2012).

Mercimeğin vejetatif ve generatif gelişmesi üzerine yüksek sıcaklıkların etkisine ilişkin araştırmalar sınırlıdır (Sita ve ark., 2017). Yüksek sıcaklık stresine tepkinin fizyolojik ve genetik esaslarının açıklığa kavuşturulmasına yönelik çalışmalarla birlikte, genotiplerin yüksek sıcaklığa toleranslarını değerlendirmek için stres indekslerine de ihtiyaç vardır (Porch, 2006). Bu indeksler, genellikle tane verimi esaslı olmakla birlikte, bir verim unsuru veya verimle ilgili bir özellik esas alınarak da hesaplanabilir (Rosielle ve Hamblin, 1981; Ozkan ve ark., 1998). Nitekim yüksek sıcaklığa toleranslı genotiplerin seçiminde buğdayda 1000 tane ağırlığı ve kanopi sıcaklığı (Paliwal ve ark., 2012), mercimekte fide ağırlığı (Chakraborty ve Pradhan, 2011) ve çimlenme hızı (Bankar ve ark., 2023) esas alınmıştır. Buğdayda çiçeklenme ve tane dolum dönemlerindeki yüksek sıcaklık stresine toleransı farklı indeksler ile inceleyen Puri ve ark. (2015) ve Poudel ve ark. (2021), ortalama verimlilik, geometrik ortalama verimlilik ve stres tolerans indeksini hem kontrol hem de stres koşullarında yüksek verimli genotiplerin seçimi için uygun indeksler olarak tanımlamışlardır. Lamba ve ark. (2023), buğdayda yüksek sıcaklık stresine toleranslı genotiplerin seçimi için stres tolerans indeksi, ortalama verimlilik, geometrik ortalama, harmonik ortalama ve ortalama nispi performans indekslerini önermişlerdir. Porch (2006), stres tolerans indeksi ve geometrik ortalama indekslerini sıcağa toleranslı fasulye genotiplerinin seçimi için etkili indeksler olarak tanımlamıştır. Hamza ve ark. (2023), sıcağa toleranslı nohut genotiplerinin seçimi için geometrik ortalama verimlilik, verim indeksi, stres hassasiyet indeksi, stres tolerans indeksi ve nispi sıcaklık indeksinin; Sunil ve ark. (2023) ise ortalama verimlilik, geometrik ortalama verimlilik, harmonik ortalama, sıcağa dayanıklılık indeksi ve modifiye sıcaklık tolerans indeksinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. El haddad ve ark. (2020), 162 mercimek genotipinde çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklığa toleranslı genotipleri tane verimi esaslı sıcaklık tolerans indeksi ile belirlemişlerdir. Aktar Uz Zaman ve ark. (2022), mercimekte yüksek sıcaklığa toleransı 12 farklı stres indeksi ile araştırmışlar, geometrik ortalama verimlilik, ortalama verimlilik, sıcaklık dayanıklılık indeksi, stres tolerans indeksi, verim indeksi, verim stabilite indeksi, abiyotik tolerans indeksi ve modifiye stres tolerans indeksini en gerçekçi indeksler olarak belirlemişlerdir. Delahunty ve ark. (2023), mercimekte yüksek sıcaklığa toleransı verim stabilite indeksi, stres tolerans indeksi ve yüksek sıcaklık tolerans indeksi ile değerlendirmişler, toleranslı genotiplerin seçimi için yüksek sıcaklık tolerans indeksini önermişlerdir. Aberkane ve ark. (2021), ideal indeksin stresin süresi, şiddeti ve bitki gelişme dönemine göre değiştiğine, farklı indekslerin kombinasyonu ile kurağa ve sıcağa toleransta seleksiyon etkinliğinin artacağına dikkat çekmişlerdir.

Yüksek sıcaklıkların verim üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmanın en akılcı yollarından biri de tohum çimlenmesi ve fide çıkış dönemlerindeki yüksek sıcaklıklara toleranslı yeni çeşitler geliştirmektir (Delahunty, 2021; Basu ve ark., 2022). Genetik özelliklerin adaptasyonda önemli role sahip olduğu bilinmesine karşın, yüksek sıcaklığa tolerans bakımından mercimekteki genetik potansiyel ortaya tam

olarak konulamamıştır (Delahunty ve ark., 2015). Çimlenme güç indeksi, tohumluğun çimlenme sürecindeki aktivite ve performansını belirleyen özellikler toplamının (Gupta, 1993), çıkış güç indeksi ise çıkış yüzdesi ve erken fide gelişme durumunun (Kumar ve ark., 2018) göstergesi olup, bu ölçütler genotiplerin farklı çevre koşullarındaki performanslarını tahmin için güvenle kullanılabilir. Bu çalışmada, mercimek çeşitlerinin çimlenme ve çıkış dönemlerindeki yüksek sıcaklıklara toleransları çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi ölçütleri esas alınarak yedi farklı stres indeksi ile incelenmiştir. Seleksiyon etkinliğini artırmak için çeşitlerin her bir stres indeksine ait rank değerlerinden rank toplamı değerleri hesaplanmış (indekslerin kombinasyonu = ortalama skor indeksi) ve yüksek sıcaklığa toleranslı çeşitlerin belirlenmesine çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, tane tipleri ve 1000 tane ağırlıkları belirtilen 16 mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşidi [Altıntoprak (kırmızı, 30.9 g), Çağıl (kırmızı, 31.3 g), Çiftçi (kırmızı, 40.5 g), Emre 20 (kırmızı, 34.7 g), Fırat 87 (kırmızı, 37.4 g), Kafkas (kırmızı, 33.6 g), Seyran 96 (kırmızı, 31.2 g), Tigris (kırmızı, 26.2 g), Ankara Yeşili (pul, 62.7 g), Bozok (pul, 77.0 g), Karagül (pul, 76.2 g), Kayı 91 (pul, 50.4 g), Meyveci 2001 (pul, 74.9 g), Sultan 1 (pul, 65.6 g), Ceren (yeşil, 35.9 g) ve Gümrak (yeşil, 51.9 g)] kullanılmış, yüksek sıcaklıkların [20, 25, 30, 35, 40, 45 (\pm 1) °C] tohum çimlenmesi ve fide çıkışı özelliklerine etkisi kontrollü koşullarda ve iki ayrı deneme halinde incelenmiştir. Denemeler, tam şansa bağlı deneme planında faktöriyel düzenlemeye göre üç tekrarlı yürütülmüştür. Birinci denemede, her çeşide ait 40 tohum Petri kaplarında ve üç tekrarlı olarak, yukarıda belirtilen sabit sıcaklıklara ayarlı çimlendirme kabinine konmuştur. Karanlık ortamda 10 gün bekletilen tohumlardan, kökçük uzunluğu en az 2 mm olanlar çimlenmiş kabul edilmiş, onuncu gün sonundaki sayımlardan çimlenme %'si hesaplanmıştır. Tesadüfi seçilen 10 fidede kök ve sürgün uzunluğu milimetrik cetvel ile ölçülmüştür. Araştırmanın 40 ve 45 °C sıcaklık uygulamalarında hiçbir çeşitte çimlenme olmamış, 35 °C'de dört çeşitte çimlenme olmamış, geri kalan 12 çeşitte çimlenme oranı % 2.5 - 43.3 arasında değişmiştir. İkinci denemede, her çeşide ait 25 tohum üç tekrarlı olarak içleri ticari torf ile doldurulmuş plastik kasalara (30 x 50 x 10 cm) 5 cm aralıklı ve 3 cm derinlikte ekilmiş, kasalar yukarıda belirtilen sabit sıcaklıklara ayarlı kabinlere konmuş ve 16 saat aydınlık / 8 saat karanlık koşullarda 14 gün bekletilmiştir. Toprak yüzünde ilk yaprakları görünen fideler çıkış yapmış kabul edilmiş, 14. gün sonundaki sayımlardan çıkış %'si hesaplanmıştır. Şansa bağlı seçilen 10 fidenin toprak yüzeyinden sürgün ucuna kadarki kısmı ölçülerek fide boyu belirlenmiştir. Bu çalışmada 35, 40 ve 45 °C sıcaklık uygulamalarında hiçbir çeşitte çıkış olmamıştır. Araştırmada kullanılan çeşitlere ait bilgiler, deneme planı ve izlenen yöntemlere ilişkin ayrıntılar daha önce yayımlanan makalede sunulmuştur (Öztürk ve ark., 2024).

Çeşitlerin çimlenme ve çıkış dönemlerindeki yüksek sıcaklık stresine toleransları, kontrol (20 °C) ve stres (30 °C) koşullarındaki çimlenme güç indeksi (Tanveer ve ark., 2010) ve çıkış güç indeksi (Gupta, 1993) ölçütleri esas alınarak değerlendirilmiş, Çizelge 1’de sıralanan yedi stres indeksi için her çeşide ait stres tolerans değeri hesaplanmıştır. İdeal seleksiyon indeksi stresin şiddeti, süresi ve meydana geldiği bitki gelişme dönemine göre değişebildiğinden, farklı stres indekslerinin kombinasyonu ile seleksiyon etkinliği artar (Aberkane ve ark., 2021). Bu amaçla, çeşitlerin her bir stres indeksine göre rank değerinden ortalama rank (R), ortalama rankın standart sapması (SDR) ve bu iki değer toplamından rank toplamı (RS) hesaplanmıştır. RS değeri en düşük olan çeşit yüksek sıcaklık stresine en toleranslı, RS değeri en yüksek olan çeşit yüksek sıcaklık stresine en duyarlı olacak şekilde sıralanmıştır (Kang, 1988).

$$\begin{aligned} \text{Çimlenme güç indeksi} &= (\text{Kök uzunluğu} + \text{Sürgün uzunluğu}) \times \text{Çimlenme yüzdesi} \\ \text{Çıkış güç indeksi} &= \text{Fide boyu} \times \text{Çıkış yüzdesi} \end{aligned}$$

Çizelge 1. Mercimek çeşitlerinin yüksek sıcaklık stresine toleransını değerlendirmek için kullanılan indeksler

Table 1. Indices used to evaluate the tolerance of lentil cultivars to high temperature stress

İndeksler	Formül	İstenen Değer	Literatür
Stres hassasiyet indeksi	$[1 - (T_s / T_k)] / [1 - (T_{so} / T_{ko})]$	Düşük	Fischer ve Maurer (1978)
Stres tolerans indeksi	$(T_s \times T_k) / (T_{ko})^2$	Yüksek	Fernandez (1992)
Nispi sıcaklık indeksi	$(T_s / T_k) / (T_{so} / T_{ko})$	Yüksek	Aktar Uz Zaman ve ark. (2022)
Sıcağa dayanıklılık indeksi	$[T_s \times (T_s / T_k)] / T_{so}$	Yüksek	Lan (1998)
Geometrik ortalama verimlilik	$\sqrt{T_s \times T_k}$	Yüksek	Fernandez (1992)
Tolerans indeksi	$[(T_s / T_k) \times 100] - 100$	Yüksek	Chakraborty ve Pradhan (2011)
Yüksek sıcaklık tolerans indeksi	$\sqrt{(T_s / T_k)} \times T_s$	Yüksek	Delahunty ve ark. (2023)

T_k ve T_s : Sırasıyla kontrol (20 °C) ve stres (30 °C) koşullarında her çeşit için ölçüt değeridir.

T_{ko} ve T_{so} : Sırasıyla kontrol (20 °C) ve stres (30 °C) koşullarında çeşitlerin ortalaması olarak ölçüt değeridir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan mercimek çeşitlerinin kontrol ve yüksek sıcaklık stresi koşullarındaki çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksleri ile bu ölçütlerde stres koşullarında kontrole göre meydana gelen % azalma oranları Çizelge 2’de verilmiştir. Çeşitlerin çimlenme güç indeksleri kontrol koşullarında 1295.5 ile 1873.5, stres koşullarında ise 411.3 ile 1120.9 arasında değişmiştir. En yüksek çimlenme güç indeksi kontrol koşullarında sırasıyla Kayı 91, Meyveci 2001, Sultan 1 ve Tigris; stres

koşullarında ise Çağıl, Gümrah, Fırat 87 ve Meyveci 2001 çeşitlerinde belirlenmiştir. Kontrol koşulları ile karşılaştırıldığında çimlenme güç indeksindeki azalma oranı en düşük Çağıl, Fırat 87, Gümrah ve Bozok; en yüksek ise Ceren, Ankara Yeşili, Kayı 91 ve Emre 20 çeşitlerinde olmuştur (Çizelge 2). Çıkış güç indeksi çeşitlere göre kontrol koşullarında 883.3 ile 1643.6, stres koşullarında ise 62.4 ile 1217.7 arasında olmuştur. En yüksek çıkış güç indeksine kontrol koşullarında sırasıyla Meyveci 2001, Karagül, Gümrah ve Fırat 87; stres koşullarında ise Gümrah, Emre 20, Meyveci 2001 ve Bozok çeşitleri sahip olmuştur. Kontrole göre çıkış güç indeksindeki azalma oranı en düşük Gümrah, Emre 20, Meyveci 2001 ve Sultan 1; en yüksek ise Kayı, Tigris, Kafkas ve Seyran 96 çeşitlerinde bulunmuştur (Çizelge 2). Yüksek sıcaklık stresi çeşitlerin ortalaması olarak çimlenme güç indeksini % 53.3, çıkış güç indeksini ise % 69.3 azaltmıştır. Çimlenme ve çıkış bitki hayat devresinin en hassas dönemlerinden olup, elverişsiz çevre koşulları tohum çimlenmesi ve fide çıkışını olumsuz etkiler (Bankar ve ark., 2023). Bu araştırma sonuçları, stresin fide çıkışı üzerindeki olumsuz etkilerinin tohum çimlenmesine göre daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2. Mercimek çeşitlerinin kontrol ve yüksek sıcaklık stresi koşullarındaki çimlenme güç indeksleri ve çıkış güç indeksleri

Table 2. Germination vigor index and emergence vigor index of lentil cultivars under control and high temperature stress conditions

Çeşitler	Çimlenme Güç İndeksi			Çıkış Güç İndeksi		
	Kontrol	Stres	% azalma	Kontrol	Stres	% azalma
Altıntoprak	1295.9	685.5	47.1	1197.6	361.3	69.8
Çağıl	1657.3	1120.9	32.4	1461.3	376.1	74.3
Çiftçi	1711.7	763.0	55.4	1432.8	266.4	81.4
Emre 20	1529.3	639.1	58.2	1294.4	895.3	30.8
Fırat 87	1569.6	1008.4	35.8	1518.9	455.5	70.0
Kafkas	1718.0	785.2	54.3	1222.4	99.9	91.8
Seyran 96	1452.3	720.9	50.4	1042.9	167.6	83.9
Tigris	1777.0	746.4	58.0	883.3	65.6	92.6
Ankara Yeşili	1624.6	450.6	72.3	1445.6	266.9	81.5
Bozok	1422.5	787.3	44.7	1339.6	488.4	63.5
Karagül	1691.6	719.3	57.5	1557.1	433.9	72.1
Kayı 91	1873.5	652.7	65.2	1289.7	62.4	95.2
Meyveci 2001	1819.0	921.6	49.3	1643.6	770.0	53.2
Sultan 1	1791.3	766.2	57.2	1227.7	481.5	60.8
Ceren	1719.7	411.3	76.1	1068.8	352.3	67.0
Gümrah	1741.0	1074.8	38.3	1545.6	1212.7	21.5
Ortalama	1649.6	765.8	53.3	1323.2	422.2	69.3
Minimum	1295.9	411.3	32.4	883.3	62.4	21.5
Maksimum	1873.5	1120.9	76.1	1643.6	1212.7	95.2
Standart sapma	158.3	195.0	12.1	210.6	312.3	20.7

Mercimek çeşitlerinin yüksek sıcaklık stresine toleransları çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi ölçütleri esas alınarak yedi farklı stres indeksi ile hesaplanmış ve çeşitlerin her stres indeksine göre tolerans sırası belirlenmiştir (Çizelge 3, 4). Çimlenme güç indeksi esas alındığında, stres hassasiyet indeksi (SHİ), nispi sıcaklık indeksi (NSİ) ve tolerans indeksi (Tİ) hesaplamalarına göre araştırmada kullanılan çeşitlerin tolerans sıraları aynı olmuştur. SHİ, NSİ ve Tİ sonuçlarına göre Çağıl, Fırat 87, Gümrah ve Bozok çeşitleri strese en toleranslı; Ceren, Ankara Yeşili, Kayı 91 ve Emre 20 çeşitleri ise strese en hassas olarak tanımlanabilir. Stres tolerans indeksi (STİ) ve geometrik ortalama verimlilik (GOV) indekslerine göre de çeşitlerin tolerans sıraları aynı olmuştur. STİ ve GOV indekslerine göre Gümrah, Çağıl, Meyveci 2001 ve Fırat 87 çeşitleri sıcaklık stresine en toleranslı; Ceren, Ankara Yeşili, Altıntoprak ve Emre 20 çeşitleri ise sıcaklık stresine en duyarlıdır. Bu sonuçlar, çeşitlerin sıcaklık stresine tolerans yönünden sıralanmasında bu iki indeksin eşdeğer olduğunu göstermiş, benzer sonuç Farshadfar ve ark. (2018) tarafından da bildirilmiştir. Sıcağa dayanıklılık indeksi (SDİ) ve yüksek sıcaklık tolerans indeksi (YSTİ) hesaplamalarına göre en toleranslı (Çağıl, Gümrah, Fırat 87, Meyveci 2001) ve en duyarlı (Ceren, Ankara Yeşili, Kayı 91, Emre 20) çeşitler aynı sırada olmakla birlikte, bu iki indekse göre diğer çeşitlerin tolerans sıraları farklılık göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Mercimek çeşitlerinin çimlenme güç indeksi ölçütüne göre stres indeksleri ve rank (R) değerleri

Table 3. Stress indices and rank (R) values of lentil cultivars according to germination vigor index criterion

Çeşitler	SHİ	R	STİ	R	NSİ	R	SDİ	R	GOV	R	Tİ	R	YSTİ	R
Altıntoprak	0.88	5	0.33	14	1.14	5	0.47	6	942.5	14	-47.1	5	498.6	10
Çağıl	0.60	1	0.68	2	1.46	1	0.99	1	1363.0	2	-32.4	1	921.8	1
Çiftçi	1.03	9	0.48	8	0.96	9	0.44	9	1142.8	8	-55.4	9	509.4	7
Emre 20	1.09	13	0.36	13	0.90	13	0.35	13	988.6	13	-58.2	13	413.1	13
Fırat 87	0.67	2	0.58	4	1.38	2	0.85	3	1258.1	4	-35.8	2	808.3	3
Kafkas	1.01	8	0.50	6	0.98	8	0.47	7	1161.5	6	-54.3	8	530.8	6
Seyran 96	0.94	7	0.38	12	1.07	7	0.47	8	1023.2	12	-50.4	7	507.9	8
Tigris	1.08	12	0.49	7	0.90	12	0.41	11	1151.7	7	-58.0	12	483.7	11
Ankara Yeşili	1.35	15	0.27	15	0.60	15	0.16	15	855.6	15	-72.3	15	237.3	15
Bozok	0.83	4	0.41	11	1.19	4	0.57	5	1058.3	11	-44.7	4	585.7	5
Karagül	1.07	11	0.45	10	0.92	11	0.40	12	1103.1	10	-57.5	11	469.0	12
Kayı 91	1.22	14	0.45	9	0.75	14	0.30	14	1105.8	9	-65.2	14	385.3	14
Meyveci 2001	0.92	6	0.62	3	1.09	6	0.61	4	1294.8	3	-49.3	6	656.0	4
Sultan 1	1.07	10	0.50	5	0.92	10	0.43	10	1171.5	5	-57.2	10	501.1	9
Ceren	1.42	16	0.26	16	0.52	16	0.13	16	841.0	16	-76.1	16	201.1	16
Gümrah	0.71	3	0.69	1	1.33	3	0.87	2	1367.9	1	-38.3	3	844.5	2

SHİ: Stres hassasiyet indeksi; STİ: Stres tolerans indeksi; NSİ: Nispi sıcaklık indeksi; SDİ: Sıcağa dayanıklılık indeksi; GOV: Geometrik ortalama verimlilik; Tİ: Tolerans indeksi; YSTİ: Yüksek sıcaklık tolerans indeksi

Çizelge 4. Mercimek çeşitlerinin çıkış güç indeksi ölçütüne göre stres indeksleri ve rank (R) değerleri

Table 4. Stress indices and rank (R) values of lentil varieties according to emergence vigor index criterion

Çeşitler	SHİ	R	STİ	R	NSİ	R	SDİ	R	GOV	R	Tİ	R	YSTİ	R
Altıntoprak	1.03	7	0.25	9	0.95	7	0.26	9	657.8	9	-69.8	7	198.4	9
Çağıl	1.09	10	0.31	8	0.81	10	0.23	10	741.3	8	-74.3	10	190.8	10
Çiftçi	1.20	11	0.22	11	0.58	11	0.12	11	617.8	11	-81.4	11	114.9	11
Emre 20	0.45	2	0.66	3	2.17	2	1.47	2	1076.5	3	-30.8	2	744.6	2
Fırat 87	1.03	8	0.40	4	0.94	8	0.32	6	831.8	4	-70.0	8	249.4	6
Kafkas	1.35	14	0.07	14	0.26	14	0.02	14	349.5	14	-91.8	14	28.6	14
Seyran 96	1.23	13	0.10	13	0.50	13	0.06	13	418.1	13	-83.9	13	67.2	13
Tigris	1.36	15	0.03	16	0.23	15	0.01	15	240.7	16	-92.6	15	17.9	15
Ankara Yeşili	1.20	12	0.22	10	0.58	12	0.12	12	621.2	10	-81.5	12	114.7	12
Bozok	0.93	5	0.37	6	1.14	5	0.42	5	808.9	6	-63.5	5	294.9	5
Karagül	1.06	9	0.39	5	0.87	9	0.29	7	822.0	5	-72.1	9	229.0	7
Kayı 91	1.40	16	0.05	15	0.15	16	0.01	16	283.7	15	-95.2	16	13.7	16
Meyveci 2001	0.78	3	0.72	2	1.47	3	0.85	3	1125.0	2	-53.2	3	527.0	3
Sultan 1	0.89	4	0.34	7	1.23	4	0.45	4	768.9	7	-60.8	4	301.5	4
Ceren	0.98	6	0.22	12	1.03	6	0.28	8	613.6	12	-67.0	6	202.3	8
Gümrah	0.32	1	1.07	1	2.46	1	2.25	1	1369.1	1	-21.5	1	1074.2	1

SHİ: Stres hassasiyet indeksi; STİ: Stres tolerans indeksi; NSİ: Nispi sıcaklık indeksi; SDİ: Sıcağa dayanıklılık indeksi, GOV: Geometrik ortalama verimlilik; Tİ: Tolerans indeksi; YSTİ: Yüksek sıcaklık tolerans indeksi

Çıkış güç indeksi esas alındığında, Gümrah çeşidi yedi stres indeksine göre de en toleranslı çeşit olarak dikkat çekmiştir (Çizelge 4). Buna karşılık Kayı 91, Tigris, Kafkas ve Seyran 96 çeşitleri yedi stres indeksine göre de en duyarlı olarak tespit edilmiştir. Sıcağa tolerans bakımından ikinci, üçüncü ve dördüncü sıradaki çeşitler SHİ, NSİ, SDİ, Tİ ve YSTİ indekslerine göre sırasıyla Emre 20, Meyveci 2001, Sultan 1; STİ ve GOV indekslerine göre ise Meyveci 2001, Emre 20 ve Fırat 87 olmuştur. Stres koşullarına toleranslı genotiplerin seçimi için SHİ (Aktar Uz Zaman ve ark., 2022; Hamza ve ark., 2023; Lamba ve ark., 2023), STİ (El haddad ve ark., 2020; Poudel ve ark., 2021; Sunil ve ark., 2023), NSİ (Aktar Uz Zaman ve ark., 2022; Hamza ve ark., 2023; Sunil ve ark., 2023), SDİ (Sunil ve ark., 2023), Tİ (Chakroborty ve Pradhan, 2011), YSTİ (Delahunty ve ark., 2023) ve GOV (Aktar Uz Zaman ve ark., 2022; Lamba ve ark., 2023; Longmei ve ark., 2023) indeksleri farklı bitki türleri ile yürütülen araştırmalarda yaygın olarak kullanılmış ve gerçekçi indeksler olarak önerilmiştir.

Stres indeksi hesaplamalarında, ölçütte hem stres hem de kontrol koşullarındaki performans, stres koşullarındaki performans, stres koşullarında kontrole göre meydana gelen azalma oranı veya stabilite öncelikli olabilmekte, bu nedenle, geno-

tiplerin stres faktörlerine tolerans sıraları indekslere göre farklılık gösterebilmektedir. Optimum seleksiyon indeksinin stres ve kontrol koşullarında diğer genotiplere göre aynı üstünlüğü gösteren genotiplerin seçimine imkan sağlaması (Fernandez, 1992), stres ve kontrol koşullarındaki verimle önemli ilişkili olması gerektiği savunulmuştur (Mitra, 2001). Longmei ve ark. (2023), indeks değeri ile ölçüt değeri arasındaki ilişkilerden ideal indeksin belirlenebileceğini bildirmiştir. Bazı araştırmacılar, stres koşullarında verim azalması daha düşük ve verimi daha yüksek olan genotiplerin seçimine imkan veren indeksi ideal olarak tanımlamıştır (Li ve ark., 2018). Bu çalışmada yedi stres indeksi ile stres koşullarındaki çimlenme güç indeksi, çıkış güç indeksi ve bu ölçütlerde stres koşullarında % azalma değeri arasında çok önemli ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu sonuçlardan, kullanılan indekslerin hesabında stres koşullarındaki ölçüt performansı ve stabilitenin öncelikli olduğu anlaşılabilir. Kontrol koşullarında, yedi stres indeksi ile çimlenme güç indeksi arasındaki ilişkiler önemli olmamış, STİ ve GOV ile çıkış güç indeksi arasındaki ilişkilerin olumlu ve önemli olduğu tespit edilmiştir. Stres indeksi ile ölçüt değeri arasındaki ilişki yönünün kontrol ve stres koşullarında farklılık göstermesi, o indeks esaslı seleksiyonun, ölçüt performansında indekse göre kontrol veya stres koşullarında azalmaya neden olabilir (Lamba ve ark., 2023). Tam fide tesisinin verimin önemli belirleyicisi olduğu dikkate alındığında, korelasyon analizi sonuçlarına göre, kontrol ve stres koşullarındaki ölçüt değerleri ile olumlu ve önemli ilişkileri nedeniyle STİ ve GOV indekslerinin diğer indekslere göre daha uygun olduğu söylenebilir. STİ ve GOV indekslerine göre, çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi bakımından çeşitlerinin yüksek sıcaklığa tolerans sıraları aynı olduğundan, benzer çalışmalarda araştırmacılar bu iki indeksten birini tercih edebilir.

Çizelge 5. Stres indeksleri ile ölçüt değeri, ölçüt değerinde kontrole göre azalma oranı ve rank toplamı (RS) arasındaki korelasyon katsayıları ($n=16$)

Table 5. Correlation coefficients of stress indices with criterion value, rate of decrease in criterion value compared to control and rank sum (RS) ($n=16$)

İndeksler	Çimlenme Güç İndeksi				Çıkış Güç İndeksi			
	Kontrol	Stres	% azalma	RS	Kontrol	Stres	% azalma	RS
SHİ	0.30	-0.92***	1.00***	0.89***	-0.41	-0.98***	1.00***	0.95***
STİ	0.40	0.95***	-0.75***	-0.89***	0.63**	0.99***	-0.94***	-0.93***
NSİ	-0.30	0.92***	-1.00***	-0.89***	0.41	0.98***	-1.00***	-0.95***
SDİ	-0.08	0.97***	-0.96***	-0.96***	0.39	0.96***	-0.94***	-0.84***
GOV	0.40	0.94***	-0.75***	-0.86***	0.69**	0.97***	-0.93***	-0.96***
Tİ	-0.30	0.92***	-1.00***	-0.89***	0.41	0.98***	-1.00***	-0.95***
YSTİ	-0.03	0.99***	-0.96***	-0.96***	0.45	0.99***	-0.97***	-0.90***

SHİ: Stres hassasiyet indeksi; STİ: Stres tolerans indeksi; NSİ: Nispi sıcaklık indeksi; SDİ: Sığaça dayanıklılık indeksi, GOV: Geometrik ortalama verimlilik; Tİ: Tolerans indeksi; YSTİ: Yüksek sıcaklık tolerans indeksi

** ve *** ile işaretli korelasyon katsayıları sırasıyla 0.01 ve 0.001 ihtimal düzeyinde önemlidir

İdeal indeks, stresin şiddeti, süresi ve meydana geldiği bitki gelişme dönemine bağlı olarak çevre özgü olabildiğinden, farklı indekslerin kombinasyonu ile seleksiyon etkinliğinin artırılması önerilmiş (Aberkane ve ark., 2019), stres koşullarına en toleranslı genotipleri belirleyebilmek için rank analiz yöntemini kullanılmıştır (Porch, 2006; Aktar Uz Zaman ve ark., 2022). Bu amaçla, araştırmada yer alan 16 mercimek çeşidinin çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi ölçütleri için yedi stres indeksine göre rank ortalaması (R), ortalama rankın standart sapması (SDR) ve rank toplamı (RS) değerleri hesaplanmış (Çizelge 6), RS değeri skalalarına göre çeşitler gruplandırılmıştır. Çeşitlerin RS değerleri çimlenme güç indeksi için 1.77-16.0, çıkış güç indeksi için 1.00-16.20 arasında değişmiştir. Çimlenme güç indeksi esas alındığında, RS değeri 1.77-5.32 arasında değişen üç çeşit (Çağıl, Gümrah, Fırat 87) toleranslı, RS değeri 5.33-8.89 arası olan iki çeşit (Meyveci 2001, Kafkas) orta toleranslı, RS değeri 8.90-12.45 arası olan beş çeşit (Çiftçi, Bozok, Sultan 1, Seyran 96, Karagül) orta duyarlı, RS değeri 12.46-16.00 arasında değişen altı çeşit (Tigris, Altıntoprak, Emre 20, Ankara Yeşili, Kayı 91, Ceren) ise duyarlı grupta yer almıştır. Çıkış güç indeksi ölçütü alındığında, RS değeri 1.00-4.80 arasındaki üç çeşit (Gümrah, Emre 20, Meyveci 2001) toleranslı, RS değeri 4.81-8.61 arasında değişen üç çeşit (Bozok, Sultan 1, Fırat 87) orta toleranslı, RS değeri 8.62-12.42 arası olan altı çeşit (Karagül, Altıntoprak, Çağıl, Ceren, Çiftçi, Ankara Yeşili) orta duyarlı, RS değeri 12.43-16.20 arası bulunan dört çeşit (Seyran 96, Kafkas, Tigris, Kayı 91) ise duyarlı grubu oluşturmuştur. RS değerlerine göre, çeşitlerin çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi esaslı tolerans sıraları farklı olmuştur. Bununla birlikte, iki ölçüt bakımından da toleranslı grupta yer alan Gümrah çeşidi çimlenme-çıkış dönemindeki yüksek sıcaklıklara en toleranslı olarak tanımlanmış, bunu Meyveci 2001 çeşidi izlemiştir. Buna karşılık Kayı 91, Tigris, Ankara Yeşili ve Ceren çeşitlerinin yüksek sıcaklık stresine en duyarlı oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 6. Çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi ölçütleri için yedi stres indeksine göre rank ortalaması (R), ortalama rankın standart sapması (SDR) ve rank toplamı (RS) değerleri

Table 6. Mean rank (R), standard deviation of mean rank (SDR) and rank sum (RS) values for germination vigor index and emergence vigor index according to seven stress indices

Çeşitler	Çimlenme Güç İndeksi			Çıkış Güç İndeksi		
	R	SDR	RS	R	SDR	RS
Altıntoprak	8.43	4.20	12.63	8.14	1.07	9.21
Çağıl	1.29	0.49	1.77	9.43	0.98	10.40
Çiftçi	8.43	0.79	9.22	11.00	0.00	11.00
Emre 20	13.00	0.00	13.00	2.29	0.49	2.77
Fırat 87	2.86	0.90	3.76	6.29	1.80	8.09

Kafkas	7.00	1.00	8.00	14.00	0.00	14.00
Seyran 96	8.71	2.29	11.00	13.00	0.00	13.00
Tigris	10.29	2.29	12.57	15.29	0.49	15.77
Ankara Yeşili	15.00	0.00	15.00	11.43	0.98	12.40
Bozok	6.29	3.25	9.54	5.29	0.49	5.77
Karagül	11.00	0.82	11.82	7.29	1.80	9.09
Kayı 91	12.57	2.44	15.01	15.71	0.49	16.20
Meyveci 2001	4.57	1.40	5.97	2.71	0.49	3.20
Sultan 1	8.43	2.37	10.80	4.86	1.46	6.32
Ceren	16.00	0.00	16.00	8.29	2.69	10.98
Gümrah	2.14	0.90	3.04	1.00	0.00	1.00

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle, erken gelişme dönemlerindeki yüksek sıcaklıkların mercimek üretimini sınırlayan önemli faktörler olduğu söylenebilir. Bu çalışmada, yüksek sıcaklık stresi koşullarında en yüksek çimlenme güç indeksleri Çağır, Gümrah, Fırat 87 ve Meyveci 2001; en yüksek çıkış güç indeksleri ise Gümrah, Emre 20, Meyveci 2001 ve Bozok çeşitlerinde belirlenmiştir. Çimlenme güç indeksi ve çıkış güç indeksi ölçütleri esas alınarak yedi farklı stres indeksi ile çeşitlerin strese toleransları hesaplanmış, stres indekslerine göre çeşitlerin tolerans sıraları farklılık göstermiştir. STİ ve GOV indeksleri, ölçüt değerleri ile olumlu ve önemli ilişkileri nedeniyle daha ideal bulunmuş ve yüksek sıcaklığa toleranslı genotiplerin belirlenmesi amacıyla güvenle kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Seleksiyon etkinliğini artırmak için rank analiz yöntemiyle yedi stres indeksinin kombinasyonu sağlanmış, RS değerlerine göre Gümrah ve Meyveci 2001 çeşitleri yüksek sıcaklığa toleranslı; Kayı 91, Tigris, Ankara Yeşili ve Ceren çeşitleri ise duyarlı olarak belirlenmiştir. Gümrah ve Meyveci 2001 çeşitleri, mercimek ıslah programlarında yüksek sıcaklığa toleransı geliştirmek ve iklim değişikliği sürecinde sürdürülebilir üretimi sağlamak için potansiyel genetik kaynaklar olarak kullanılabilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): AÖ(%100)

Veri Toplanması (Data Acquisition): AÖ(%10), AD(%70), HK(%20)

Veri Analizi (Data Analysis): AÖ(%50), AD(%25), HK(%25)

Makalenin Yazımı (Writing Up): AÖ(%75), AD(%10), HK(%15)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): AÖ(%75), AD(%10), HK(%15)

KAYNAKLAR

- Aberkane, H., Belkadi, B., Kehel, Z., Filali-Maltouf, A., Tahir, I.S.A., Meheesi, S., Amri, A., 2021. Assessment of drought and heat tolerance of durum wheat lines derived from interspecific crosses using physiological parameters and stress indices. *Agronomy*, 11(695): 1-20. doi: 10.3390/agronomy11040695.
- Aktar Uz Zaman, M., Haque, M.A., Sarker, A., Alam, M.A., Rohman, M.M., Ali, M.O., Alkhateeb, M.A., Gaber, A., Hos-sain, A., 2022. Selection of lentil (*Lens Culinaris* Medik) genotypes suitable for high-temperature conditions based on stress tolerance indices and principal component analysis. *Life*, 12(11): 1-32. doi: 10.3390/life12111719.
- Bankar, P.B., More, N.S., Bharud, R.W., Wagh, R.S., Gare, S.S., 2023. Effect of elevated temperature on seed germination and seedling growth indices of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 12(2): 3651-3660.
- Basu, P.S., Chaturvedi, S.K., Gaur, P.M., Mondal, B., Meena, S.K., Das, K., Kumar, V., Tewari, K., Sharma, K., 2022. Physiological mechanisms of tolerance to drought and heat in major pulses for improving yield under stress environments. *Advances in Plant Defense Mechanisms*. In: Kimatu, J.N. (Eds). IntechOpen. pp. 1-41.
- Chakraborty, U., Pradhan, D., 2011. High temperature-induced oxidative stress in *Lens culinaris*, role of antioxidants and amelioration of stress by chemical pre-treatments. *Journal of Plant Interactions*, 6(1): 43-52. doi: 10.1080/17429145.2010.513484.
- Das, S.K., Rafiqul Islam, A.T.M., 2018. Effects of salinity on germination and seedling growth of lentil (*Lens culinaris* Medik) varieties in Bangladesh. *Barishal University Journal*, 5(1-2): 141-151.
- Delahunty, A.J., 2021. Increasing lentil (*Lens culinaris*) adaptation to acute high temperature for arable cropping. PhD Thesis. The University of Melbourne, Faculty of Veterinary and Agricultural Sciences, p. 206, Melbourne.
- Delahunty, A., Nuttall, J., Nicolas, M., Brand, J., 2015. Genotypic heat tolerance in lentil. *Proceedings of the 17th ASA Conference*, 20-24 September, Hobart, Australia.
- Delahunty, A.J., Brand, J.D., Nuttall, J.G., 2023. Field screening of lentil (*Lens culinaris*) for high-temperature tolerance. *Agronomy* 2023, 13(7): 1-21. doi: 10.3390/agronomy13071753.
- Driedonks, N., Rieu, I., Vriezen, W.H., 2016. Breeding for plant heat tolerance at vegetative and reproductive stages. *Plant Reprod*, 29: 67-79. doi: 10.1007/s00497-016-0275-9.
- El haddad, N., Rajendran, K., Smouni, A., Es-Safi, N.E., Benbrahim, N., Mentag, R., Nayyar, H., Maalouf, F., Kumar, S., 2020. Screening the FIGS set of lentil (*Lens culinaris* Medikus) germplasm for tolerance to terminal heat and combined drought-heat stress. *Agronomy*, 10(20): 1-27. doi: 10.3390/agronomy10071036.
- Farshadfar, E., Poursiahbidi, M.M., Safavi, S.M., 2018. Assessment of drought tolerance in land races of bread wheat based on resistance/tolerance indices. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 6(4): 233-245.
- Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*, 257-270, 13-16 August, Taiwan.
- Fischer, R. A., Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(5): 897-912. doi: 10.1071/AR9780897.
- Gupta, P.C., 1993. Seed vigour testing. "Alınıştır: *Handbook of Seed Testing*. (ed) Agrawal, P.K., New Delhi, 242-249.

- Hamza, F.E.A., Idris, A.E., Elagib, T.Y., Eltayeb, A.H., Adam, A.H.M., 2023. Evaluation of selection indices for heat tolerance and their correlation with yield in some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes of Sudan. *Journal of Agronomy Research*, 5(1): 1-15. doi: 10.14302/issn.2639-3166.jar-22-4403.
- Hasan, M.A., Ahmed, J.U., Hossain, T., Hossain, M.M., Ullah, M.A., 2004. Germination characters and seed reserve mobilization during germination of different wheat genotypes under variable temperature regimes. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 32 (3-4): 97-107.
- Kang, M.S., 1988. A rank-sum method for selecting high yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communications*, 16(1-2): 113-115.
- Kumar, V., Poonia, R.C., Chaudhary, K., 2018. Assessment of the seed vigour potential in different varieties of wheat. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(7): 354-361. doi: 10.20546/ijcmas.2018.707.043.
- Lafond, G.P., Fowler, B.D., 1989. Soil temperature and water content, seeding depth, and simulated rainfall effects on winter wheat emergence. *Agronomy Journal*, 81(4): 609-614. doi: 10.2134/agron-j1989.00021962008100040012x.
- Lamba, K., Kumar, M., Singh, V., Chaudhary, L., Sharma, R., Yashveer, S., Dalal, S., 2023. Heat stress tolerance indices for identification of the heat tolerant wheat genotypes. *Scientific Reports*, 13(1): 1-13. doi: 10.1038/s41598-023-37634-8.
- Lan, J., 1998. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 7: 85-87.
- Longmei, N., Gill, G.K., Kumar, R., Zaidi, P.H., 2023. Selection indices for identifying heat tolerant of maize (*Zea mays*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 93(1): 46-50. doi: 10.56093/ijas.v93i1.108617.
- Maestri, E., Klueva, N., Perrotta, C., Gulli, M., Nguyen, H.T., Marmiroli, N., 2002. Molecular genetics of heat tolerance and heat shock proteins in cereals. *Plant molecular biology*, 48: 667-681.
- Makkawi, M., El Balla, M., Bishaw, Z., van Gestel, A.J.G., 2008. Correlation and path coefficient analyses of laboratory tests as predictors of field emergence in lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Journal of New Seeds*, 9 (4): 284-302. doi: 10.1080/15228860802308594.
- Mitra, J., 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Science*, 80(6): 758-763.
- Ozkan, H., Yagbasanlar, T., Genc, I., 1998. Tolerance and stability studies on durum wheat under drought and heat stress conditions. *Cereal Research Communication*, 26(4): 405-412.
- Öztürk, A., Dumlu, A., Kartay, H., 2024. Mercimek çeşitlerinin yüksek sıcaklıklara tepkileri: tohum çimlenmesi ve fide çıkışı. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(2): 442-453. doi: 10.30910/turkjans.1437147.
- Paliwal, R., Roder, M.S., Kumar, U., Srivastava, J.P., Joshi, A.K., 2012. QTL mapping of terminal heat tolerance in hexaploid wheat (*T. aestivum* L.). *Theoretical Applied Genetics*, 125: 561-575. doi: 10.1007/s00122-012-1853-3.
- Porch, T.G., 2006. Application of stress indices for heat tolerance screening of common bean. *J. Agronomy and Crop Science*, 192(5): 390-394. doi: 10.1111/j.1439-037X.2006.00229.x.
- Poudel, P.B., Poudel, M.R., Puri, R.R., 2021. Evaluation of heat stress tolerance in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using stress tolerance indices in western region of Nepal. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5: 1-6. doi: 10.1016/j.jafr.2021.100179.
- Puri, R.R., Gautam, N.R., Joshi, A.K., 2015. Exploring stress tolerance indices to identify terminal heat tolerance in spring wheat in Nepal. *Journal of Wheat Research*, 7(1): 13-17.
- Li, Q., Wang, Z., Li, D., Wei, J., Qiao, W., Meng, X., Sun, S., Li, H., Zhao, M., Chen, X., Zhao, F., 2018. Evaluation of a new method for quantification of heat tolerance in different wheat cultivars. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(4): 786-795. doi: 10.1016/s2095-3119(17)61716-7.
- Rich, S.M., Berger, J., Lawes, R., Fletcher, A., 2022. Chickpea and lentil show little genetic variation in emergence ability and rate from deep sowing, but small-sized seed produces less vigorous seedlings. *Crop and Pasture Science*, 73 (9): 1042-1055. doi: 10.1071/CP21673.
- Rosielle, A.A., Hamblin, J., 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21(6): 943-946. doi: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x.
- Singh, N.T., Dhaliwal, G.S., 1972. Effect of soil temperature on seedling emergence in different crops. *Plant and Soil*, 37: 441-444.
- Sita, K., Sehgal, A., HanumanthaRao, B., Nair, R.M., Vara Prasad, P.V., Kumar, S., Gaur, P.M., Farooq, M., Siddique, K.H.M., Varshney, R.K., Nayyar, H., 2017. Food legumes and rising temperatures: Effects, adaptive functional mechanisms specific to reproductive growth stage and strategies to improve heat tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1-30. doi: 10.3389/fpls.2017.01658.

- Sunil, R., Chhabra, A.K., Yadav, R.K., Kumar, S., 2023. Assessment of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under normal and late sown environments using stress indices. *Agricultural Science Digest*, 43(6): 807-811. doi: 10.18805/ag.D-5317.
- Tanveer, A., Rehman, A., Javaid, M.M., Abbas, R.N., Sibtain, M., Ahmad, A., Ibin Zamir, M.S., Chaudhary, K.M., Aziz, A., 2010. Allelopathic potential of *Euphorbia helioscopia* L. against wheat (*Triticum aestivum* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medic.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(1): 75-81. doi: 10.3906/tar-0903-53.
- Venugopalan, V.K., Nath, R., Sengupta, K., Nalia, A., Banerjee, S., Chandran, M.A.S., Ibrahimova, U., Dessoky, E.S., Attia, A.O., Hassan, M.M., Hossain, A., 2021. The response of lentil (*Lens culinaris* Medik.) to soil moisture and heat stress under different dates of sowing and foliar application of micronutrients. *Frontiers in Plant Science*, 12: 1-16. doi: 10.3389/fpls.2021.679469.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3):199-223. doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.05.011.
- Watt, M.S., Bloomberg, M., 2012. Key features of the seed germination response to high temperatures. *New Phytologist*, 196(2): 332-336.



Ultrasonik Ses Dalgalarının Çilek Fidelerinin Bazı Vejetatif Büyüme ve Kurak Koşullarda Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Effect of Ultrasonic Sound Waves on some
Vegetative Growth and Biochemical Characteristics of
Strawberry Seedlings in Drought Conditions

Neslişah AYKOÇ¹, Selcan ÖZYALIN², Gülden BALCI³

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat
· nesliaykoc@gmail.com · ORCID > 0009-0003-5761-3668

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat
· slcntsc@gmail.com · ORCID > 0000-0003-4831-8600

³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat
· gulden.balci@bozok.edu.tr · ORCID > 0000-0002-8681-0383

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 21 Ekim/October 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 17 Aralık/December 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 53-72

Atıf/Cite as: Aykoç, N., Özyalin, S., Balci, G. "Ultrasonik Ses Dalgalarının Çilek Fidelerinin Bazı Vejetatif Büyüme ve Kurak Koşullarda Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 53-72.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Gülden BALCI

ULTRASONİK SES DALGALARININ ÇİLEK FİDELERİNİN BAZI VEJETATİF BÜYÜME VE KURAK KOŞULLARDA BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZ

Bu çalışmada, iki aşamalı olarak kurgulanmıştır. Birinci aşamada ses dalgalarının çilek fidelerinin vejetatif ve biyokimyasal özelliklerini belirleme ikinci aşamada ise kuraklık stresine karşı etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede 3 bitki grubu incelemeye alınmıştır. Birinci grupta hiçbir işlem yapılmayıp saksılara dikimi yapılan kontrol bitkileri, ikinci grupta kökleri 30 dakika boyunca 37 kHz ses dalgasına maruz bırakılan ve saksılara dikilen (KSU), son grupta ise deneme boyunca 30 dakika boyunca 37 kHz'lik ses dalgalarına maruz bırakılan su ile sulanan (SUS) bitkiler yer almıştır. Ses dalgalarının etkilerini belirlemek için çilek fidelerinde bazı fiziksel ve biyokimyasal ölçümler yapılmıştır. Çalışmada, ultrasonik ses dalgası uygulamaları içerisinde SUS uygulamasının, hem vejetatif büyüme üzerine hem de biyokimyasal parametreler üzerine etkisi en önemli bulunmuştur. Sırasıyla kontrol bitkilerinde ve SUS bitkilerinde; kök uzunluğu 13.18 ve 20.18 cm bitki-1; yaprak alanı 58.35 ve 199.53 cm² bitki-1; yaprak taze ağırlığı 2.83 ve 8.00 g bitki-1, yaprak kuru ağırlığı 0.79 ve 1.71 g bitki-1; toplam fenolik 3.88 ve 5.18 mg g-1; malondialdehit 4.40 ve 7.43 nmol g-1; prolin 0.16 ve 0.20 µmol g-1; toplam klorofil 273.77 ve 319.73 mg g-1; karotenoid 10.28 ve 10.98 mg g-1 olarak belirlenmiştir. Biyokimyasal parametrelerin interaksyonları incelendiğinde ise Kurak x SUS ve Kurak x KSU uygulamaları önemli bulunmuştur. Sonuç olarak, ses dalgası uygulamaları çilek fidelerinin vejetatif gelişmesine önemli katkı sağlamış ve özellikle kurak koşullarda biyokimyasal yapısında önemli artışlar sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki Gelişimi, Bitkisel Özellikler, Fragaria Ananassa, Ultrases, Su Stresi.



EFFECT OF ULTRASONIC SOUND WAVES ON SOME VEGETATIVE GROWTH AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF STRAWBERRY SEEDLINGS IN DROUGHT CONDITIONS

ABSTRACT

This study aimed to determine the effects of sound waves on the vegetative and biochemical properties of strawberry seedlings. Three plant groups were examined in the experiment. The first group included control plants that were planted in pots without any treatment, the second group included plants whose roots were

exposed to 37 kHz sound waves for 30 minutes and planted in pots (RSW), and the last group included plants that were watered with water that was exposed to 37 kHz sound waves for 30 minutes throughout the experiment (IW). Some physical and biochemical measurements were made on strawberry seedlings to determine the effects of sound waves. In the study, SUS application on both vegetative growth and biochemical parameters was found to be the most important among ultrasonic sound wave applications. In control plants and IW plants respectively; root length 13.18, 20.18 cm plant⁻¹; leaf area 58.35, 199.53 cm² plant⁻¹; leaf fresh weight 2.83, 8.00 g plant⁻¹, leaf dry weight 0.79, 1.71 g plant⁻¹; total phenolic 3.88, 5.18 mg g⁻¹; malondialdehyde 4.40, 7.43 nmol g⁻¹; proline 0.16, 0.20 µmol g⁻¹; total chlorophyll 273.77, 319.73 mg g⁻¹; carotenoids were determined as 10.28 and 10.98 mg g⁻¹. When the interactions on biochemical parameters were examined, Drought x IW and Drought x RSW applications were found to be the most important. As a result, sound wave applications made a significant contribution to the vegetative development of strawberry seedlings and provided significant increases in their biochemical structure, especially in drought conditions.

Keywords: Plant Growth, Vegetative Characteristics, *Fragaria Ananassa*, Ultrasound, Water Stress.



1. GİRİŞ

Üzümsü meyveler içerisinde önemli bir yer tutan çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.), *Rosales* takımı, *Rosaceae* familyası, *Fragaria* cinsi içerisinde yer almaktadır. Çilek, zengin bir tür çeşitliliğine sahiptir ve geniş ekolojik sınırlar içerisinde yetiştiriciliği yapılabilen bir türdür. Çilek meyvesinin, birçok meyve türünün bulunmadığı aylarda pazarda bulunabilmesi, tadı ve aroması, insan sağlığına katkısı ile artan bir talebi de beraberinde getirmektedir ve pazarda yüksek fiyatlarla alıcı bulabilmektedir (Çakaryıldırım, 2004; Yılmaz, 2009). Çilek aynı zamanda insan sağlığı açısından önemli olan antosiyanin, karotenoid, flavonol ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler ve yüksek C vitamini içermektedir (Yılmaz, 2009; Alexandre ve ark., 2012; Sinha ve ark., 2012; Albaş ve ark., 2022). Taze tüketiminin yanı sıra meyve suyu yapımında, derin dondurma ve konserve yapımında yoğun olarak kullanılmaları nedeniyle çilek üretimi her yıl artmaktadır.

2022 FAO verilerine göre dünyada toplam 398.123 hektar (ha) alanda 9.579.069 ton çilek üretimi yapılmıştır (FAO, 2024). Üretimde ilk sırayı Çin alırken (3.364.007 ton), Çin'i sırasıyla Amerika Birleşik Devleti (1.261.890 ton), Türkiye (728.112 ton), Mısır (637.842 ton) ve Meksika (568.271 ton) takip etmiştir Farklı iklim ve toprak yapısı ile çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyeli bulunan Tür-

kiye, dünya çilek üretiminde önemli bir paya (%7.6) sahiptir. 2023 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de toplam 219.835 dekar (da) alanda 676.818 ton çilek üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2024). Üretimde ilk sırayı, toplam çilek üretiminin %24.8’lik kısmını karşılayan Mersin (167.607 ton) alırken, bunu Aydın (106.272 ton), Çanakkale (82.504 ton), Konya (66.908 ton) ve Bursa (45.849 ton) izlemiştir.

Ses, maddesel ortamlarda (katı, sıvı, gaz) boyuna dalgalar halinde yayılan bir enerji türü olarak tanımlanmaktadır. Ses dalgaları, katı, sıvı ve gaz gibi ortamlarda moleküllerin titreşmesi sonucu yayılır. Ses enerjisi ise, bir ses kaynağından yayılan ve ortamda titreşimler oluşturan bir enerji türüdür. Bu enerji moleküllerin hareketinden kaynaklanmaktadır ve bir ortamdan diğerine geçerken enerji taşımaktadır. Ses enerjisi, frekans ve sesin yüksekliği (şiddeti) gibi özelliklere bağlı olarak farklı yoğunluklarda olabilmektedir. İnsan kulağı, 20 hertz (Hz) ile 20 kilohertz (kHz) frekans aralığında kalan sesleri duyma yeteneğine sahiptir. Bu sınırın üzerinde kalan seslere “ultrases”, bu sınırın altında kalan seslere de “infrases” denilmektedir (Peker, 1989; Mason ve ark., 2005; Dikilitaş ve ark., 2016; Dikilitaş ve ark., 2018). Ses dalgası ile ilgili farklı alanlarda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar frekans, ses şiddeti ve süre gibi özellikler kullanılarak çok çeşitlidir. Yapılan çalışmalarda frekans ve ses şiddetinin organizmalar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri incelenmiştir. Bitkisel üretimde, ses dalgalarının bitki gelişimine (Ananthakrishnan ve ark., 2007), meyve muhafazası ve kalitesine (Ozkurt ve Altuntas, 2018; Görgüç ve ark., 2019) etkileri konularında çalışmalar yapılmıştır.

Ultrasonik ses dalgalarının uygulanması sırasında, en belirgin etki, sıvı içinde hava kabarcıklarının oluşmasına neden olan mekanik etkidir (Raviyan ve ark., 2005). Yüksek enerjili ses dalgaları bir sıvıdan geçerken baloncuklar veya kavitasyon (sıvı gıdalarda kabarcıklar) meydana getirir. Bu süreçte üründe çok az bir sıcaklık artışı olur, bu yüzden sıcaklığa bağlı olumsuz etkiler büyük ölçüde azaltılır (Mason ve Lorimer, 1988). Ultrasonik ses dalgaları bu yolla bitki ya da meyve yüzeyindeki zararlı mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında da kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, klor dioksit (ClO_2) (0, 5, 10, 20, 40 ppm) çözeltisi ile kombine edilen ultrases (170 kHz) uygulamasının, elma ve marul üzerindeki antimikrobiyal etkinliği araştırılmıştır. Elma ve marulun dezenfeksiyonu için yapılan çalışmada, farklı sürelerde ClO_2 uygulaması yapılan ortamın sıcaklığı 20.1 °C iken, 170 kHz ultrasonik ses dalgası uygulanan ortam sıcaklığının elmalarda sırasıyla 3, 6 ve 10 dakika boyunca 40.1, 44.9 ve 50.3 °C’ye çıktığı bildirilmiştir. Benzer sonuçlar maruldan da elde edilmiştir. Araştırmacılar, ultrases uygulamasının sıcaklığı artırarak bazı mikroorganizmaların ölmesini sağlayabileceğini ve bu yolla dezenfeksiyona katkıda bulunabileceğini belirtmişlerdir (Huang ve ark., 2006).

Ultrasonik ses dalgaları, gıda sanayinde oksidasyonu hızlandırma, enzim aktivitesini inhibe etme, emülsiyon, ekstraksiyon, kristalizasyon, filtrasyon, gaz gi-

derme işlemleri için kullanılmaktadır. Ayrıca gıdaların muhafaza ve raf ömürlerini uzatma ile tüketicilerin daha doğal ve daha taze gıda taleplerini karşılamak amacıyla da kullanılmaktadır (Ulusoy ve Karakaya, 2011). Chen ve Zhu (2011), klor dioksit (20, 40 ve 60 mg l⁻¹ ClO₂; 5, 10 ve 15 dakika süreyle) ve ultrasonik ses dalgası (40 kHz frekans; 80, 100 ve 120 W güç; 5, 10 ve 15 dakika süreyle) uygulamalarının erik meyvesinin (*Prunus salicina* L.) hasat sonrası depolama kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmanın sonucuna göre, 10 dakika boyunca eş zamanlı ClO₂ (40 mg l⁻¹) ve ultrasonik (100 W) işlemlerinin kombinasyonu uygulamasının erik meyvesinin başlangıç mikroflorasını azaltmada ve duyu niteliklerini korumada etkili olduğu ve meyve raf ömrünü de uygulama yapılmayan kontrol bitkilerine göre 25 gün arttırdığı bildirilmiştir.

Ultrases uygulamalarının, tohumların çimlenme oranına ve kalitesine olumlu etkiler yaptığı bilinmektedir. Bu kapsamda birçok farklı tohum üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Goussous ve ark., 2010; Aladjadjiyan, 2011; Machikowa ve ark. 2013; Demirsoy ve ark., 2020). Takahashi ve ark. (1991), çimlenen çeltik ve hıyar tohumlarına 2 saat boyunca 50 Hz frekansta bir titreşim uygulamış ve hipokotil uzunluğuna olumlu etkiler yaptığını ifade etmişlerdir. Benzer bulgular Arabidopsis bitkisi üzerinde de elde edilmiştir (Johnson ve ark., 1998).

Ses dalgalarının farklı bitkilere uygulanması ile bu bitkilerin aromatik bileşenlerinde artış sağladığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Örneğin, *Actinidia chinensis* (Yang ve ark., 2004), krizantem (Shao ve ark., 2008) ve *Dendrobium candidum* (Li ve ark., 2008), bitkilerine uygulanan ses dalgasının hormon ve enzim seviyelerini arttırdığı bildirilmiştir. *A. chinensis* bitkisine uygulanan 1 kHz frekansında 100 desibel (dB) şiddetindeki ses dalgası ile ATP (Adenozin trifosfat) sentezinde ve hücre dayanıklılığında artış sağlanmıştır. Aynı etki süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) enzim seviyelerinde de gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmada, yaprak, kök ve gövdede artan enzim seviyeleri, malondi-aldehit seviyesindeki azalmayla ilişkili bulunmuştur. Fakat, ses dalgası değerlerinin 1 kHz ve 100 dB seviyesini geçtiği durumda yukarıda bahsedilen değerlerde düşüş yaşandığı ifade edilmiştir (Yang ve ark., 2003). SOD ve CAT enzimleri, süperoksit (O₂⁻) radikal iyonlarının O₂ (oksijen) ve H₂O₂ (hidrojen peroksit) moleküllerine dönüştürülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, bu enzimlerin seviyesindeki artış, stres metabolitlerinin azaltılmasında önemli bir kaynak olarak işlev görmektedir (Dikilitaş ve ark., 2016).

Ses dalgaları, dokularda hormon düzeylerinin değişimine de etki etmektedir. Bochu ve ark. (2001), yapmış oldukları çalışmalarında, krizantem bitkilerine 1.4 kHz frekansında 95 dB gücündeki ses dalgasını 10 gün süre ile uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, ses dalgasının indol asetik asit (IAA) seviyesinde artışa, absisik asit (ABA) seviyesinde ise azalmaya neden olduğu ifade edilmiştir. Bu du-

rumun, doku oluşumunu hızlandırdığı gibi farklı doku oluşumuna da yol açtığı bildirilmiştir. Yiyao ve ark. (2002), belirli ses dalgalarının krizantem bitkisinin gelişimine olumlu katkıda bulunduğunu, ancak ses dalgasının enerji seviyesi arttığında bu etkinin tersine döndüğünü belirtmişlerdir. Örneğin, düşük frekanslı ses dalgalarının bitki ve tohumlar üzerinde olumlu etkiler yarattığı bilinirken, yüksek frekanslı ses dalgalarının olumsuz etkiler yaratabileceği de tespit edilmiştir. Hatta, yüksek titreşimli ses dalgaları düşük ses seviyelerinde bile hassas bitkiler üzerinde ölümcül etkilere neden olabilmektedir (Chivukula ve Ramaswamy, 2014). Bu durumlarda, sesin şiddeti kadar frekansı ve bitkinin duyarlılığı da dikkate alınması gereken konulardır.

Çilekte yapılan bir çalışmada, ultrases uygulamasının meyve çürümesi ve çilek meyvesinin fizyolojik kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Hasat edilen çilekler 10 dakika boyunca 20 °C'de 0, 25, 28, 40 ve 59 kHz ultrases ile muamele edilmiş ve ardından 8 gün boyunca 5 °C'de depolanmıştır. Çalışmanın sonunda, 40 kHz ultrases uygulamasının çürüme oranını ve mikroorganizma sayısını önemli ölçüde azalttığı ifade edilmiştir. Ultrases uygulamasının ayrıca meyve sertliğinin azalmasını engellediği ve toplam çözünür kuru madde, toplam titre edilebilir asitlik ve C vitamini seviyelerini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir (Cao ve ark., 2010). Benzer şekilde Alexandre ve ark. (2012), ultrases dalgası (35 kHz) ile muamele edilen çilek meyvelerinin 6 günlük oda sıcaklığında depolamasından sonra antosiyanin seviyesinin kimyasal çözelti ile yıkanan meyvelerden daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada çilek meyveleri, su içerisinde 20 dakika boyunca ultrasonik ses dalgasına maruz bırakılmış ve depolama sırasında kalite kayıpları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ultrasonik ses dalgası ile muamele edilen meyve örneklerinde çürümeler ve kalite kayıpları kontrol grubuna göre daha az olduğu belirlenmiştir (Zhanga ve ark., 2018). Türkiye'de yapılan bir çalışmada, hasat edilen çilekler, ultrases (550 W/35 kHz) ve peroksiasetik asit (40 ppm) ile 5 dakika boyunca yıkanmış, ardından yıkama yapılmayan kontrol grubu çilekler de dahil olmak üzere steril ambalajlara yerleştirilerek 14 gün boyunca +4 °C'de depolanmıştır. Depolama boyunca çileklerde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite özellikleri incelenmiştir. Ultrasonik yıkamanın, kavitasyon etkisiyle çileklerde mikrobiyal yükün azaltılması ve biyoaktif özelliklerin korunmasında diğer yöntemlere göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Görgüç ve ark., 2019).

Küresel iklim değişikliğinin etkileri, bitkiler üzerinde birçok olumsuz durumu beraberinde getirmektedir. Doğadaki birçok biyotik ve abiyotik çevresel faktör, bitkilerde strese yol açmaktadır. Bu stres, bitkilerde önemli fizyolojik ve metabolik değişikliklere neden olur. Bu değişiklikler, bitkilerin büyüme ve gelişimini olumsuz etkiler; ürünün kalitesinde ve miktarında azalmaya, hatta bitkinin veya bitki organlarının ölümüne sebep olabilir. Abiyotik stresler arasında, kuraklık stresi bitki büyümesi ve gelişimini en çok etkileyen faktörlerden biridir. Kuraklık

stresi, bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun toprakta azalması ve atmosferik koşulların transpirasyon ve evaporasyonu artırması sonucu ortaya çıkar. Bu durum uzun süre devam ederse, önce bitkilerde solgunluk, ardından bitki ölümü gerçekleşir (Kacar ve ark., 2013).

Yapılan literatür taramasında, ultrasonik ses dalgalarının çilek bitkisinde büyüme ve stres koşullarında dayanımları üzerine bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmada, ultrasonik ses dalgalarının çilek fidelerinin vejetatif büyüme ve kurak koşullarda biyokimyasal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Denemede Monterey nötr gün çilek çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşit erkenci olup meyve kalitesi oldukça iyidir (Balci ve ark., 2017).

Ses kaynağı olarak ELMA S 80 H Elmasonic model ultrasonik su banyosu kullanılmıştır (Şekil 1). 7.3 litre kapasiteli ultrasonik ses banyosu, 37 kHz frekansında, 150 W gücündedir. Ultrasonik ses banyosu uygulamaları oda koşullarında yapılmıştır.



Şekil 1. Denemede kullanılan ultrasonik su banyosu

Figure 1. Ultrasonic water bath used in the experiment

2.2. Yöntem

Deneme 14.10.2021 tarihinde Yozgat Bozok Üniversitesi'ne ait cam serada kurulmuştur. Fide dikimleri, 1:1 oranında torf:perlit doldurulan 2 litrelik saksılara yapılmıştır. Ultrasonik ses dalgası uygulaması yapılan ve yapılmayan çilek bitkilerinin genel görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Ultrasonik ses dalgası uygulaması yapılan (KSU ve SUS) (b, c) ve yapılmayan (kontrol) (a) çileklerin genel görüntüsü

Figure 2. General view of strawberries with (RSW and IW) (b, c) and without (control)(a) ultrasonic sound wave application

Deneme 3 uygulama şeklinde yürütülmüştür.

- Kontrol:** Bu gruptaki bitkiler 30 dakika suda bekletilip ve kök budamaları yapılarak saksılara dikilmiştir. Bu grup deneme boyunca çeşme suyu ile sulanmıştır.
- Kök bölgesine ultrasonik ses dalgası uygulaması (KSU):** İkinci gruptaki fideleler, kökleri içi su dolu ultrasonik su banyosuna yerleştirilerek 30 dakika boyunca ses dalgalarına maruz bırakılmış ve saksılara dikilmiştir. Bu gruptaki bitkiler deneme boyunca çeşme suyu ile sulanmıştır.
- Deneme boyunca ultrasonik ses dalgasına maruz bırakılan su ile sulama (SUS):** Üçüncü gruptaki bitkiler ise 30 dakika suda (çeşme suyunda) bekletilip saksılara dikilmiştir. Can suyu da dâhil olmak üzere deneme boyunca ultrasonik ses dalgası uygulanmış (30 dakika) su ile sulanmıştır. Ses dalgası uygulaması sulamadan hemen önce yapılmıştır. Denemede bitkilerin sıvı gübre (18+18+18+İZ; N+P+K+İZ) ile bir kez gübrelenmiştir.

Kontrollü koşullarda yürütülen deneme 2 aşamada değerlendirilmiştir. Birinci aşamada ses dalgalarının çilek fidelerinin vejetatif büyümesi üzerine etkileri incelenmiş, yaklaşık bir ay yürütülen birinci aşamada sadece fiziksel ölçümler yapılmıştır. Uygulamalar tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma yöntemine göre belirlenmiştir. Birinci aşamasındaki denemenin deseni Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın birinci aşamasındaki ultrases uygulamasının deneme deseni

Table 1. Trial design of ultrasound application in the first phase of the study

Uygulama Application	1. Tekerrür 1. Replication	2. Tekerrür 2. Replication	3. Tekerrür 3. Replication
Kontrol Control	15 Bitki 15 Plants	15 Bitki 15 Plants	15 Bitki 15 Plants
KSU RSW	15 Bitki 15 Plants	15 Bitki 15 Plants	15 Bitki 15 Plants
SUS IW	15 Bitki 15 Plants	15 Bitki 15 Plants	15 Bitki 15 Plants

Denemenin ikinci aşamasında ise ses dalgalarının kuraklığa maruz bırakılan çilek fidelerinin bazı biyokimyasal içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bunun için bir önceki aşamada yetiştirilen çilek fideleri kullanılmış olup her uygulama ve tekerrürdeki bitkiler ikiye ayrılmıştır. Normal yetiştirme şartlarındaki bitkilere uygulamalar bir önceki aşamadaki gibi devam edilmiş, kurak koşullardaki bitkiler ise serbest kuraklığa bırakılmıştır. Kuraklık stresine maruz bırakılan fidelerde yaprak solgunluğu görüldüğünde (yaklaşık bir hafta sonra) deneme sonlandırılmış ve yaprak örnekleri alınmıştır. Analizler tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma yöntemine göre belirlenmiştir. İkinci aşamasındaki denemenin deseni Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Araştırmanın ikinci aşamasındaki ultrases ile kuraklık uygulamasının deneme deseni

Table 2. Trial design of drought application with ultrasound in the second phase of the study

Yetiştirme Koşulu <i>Cultivation Condition</i>	Uygulama <i>Application</i>	1. Tekerrür <i>1. Replication</i>	2. Tekerrür <i>2. Replication</i>	3. Tekerrür <i>3. Replication</i>
	Kontrol	6 Bitki	6 Bitki	6 Bitki
	<i>Control</i>	6 Plants	6 Plants	6 Plants
NormalŞart <i>Normal Condition</i>	KSU	6 Bitki	6 Bitki	6 Bitki
	<i>RSW</i>	6 Plants	6 Plants	6 Plants
	SUS	6 Bitki	6 Bitki	6 Bitki
	<i>IW</i>	6 Plants	6 Plants	6 Plants
	Kontrol	6 Bitki	6 Bitki	6 Bitki
	<i>Control</i>	6 Plants	6 Plants	6 Plants
Kuraklık <i>Drought</i>	KSU	6 Bitki	6 Bitki	6 Bitki
	<i>RSW</i>	6 Plants	6 Plants	6 Plants
	SUS	6 Bitki	6 Bitki	6 Bitki
	<i>IW</i>	6 Plants	6 Plants	6 Plants

2.2.1. Fiziksel Ölçümler

Fide yaş ağırlığı: Her uygulamadan sökülen 3 bitkinin kökleri çeşme suyu ile yıkanarak kök, gövde ve yapraklarına ayrılmıştır. Daha sonra bu bitki parçaları 0.01 gram (g)'a duyarlı terazide tartılmıştır (Balcı ve ark., 2017).

Fide kuru ağırlığı: Yaş ağırlıkları alınan fide parçaları 70 °C'ye ayarlanan etüvde 5 gün boyunca kurutulmuş ve kurutulan parçalar 0.01 g'a duyarlı terazide tartılmıştır (Balcı ve ark., 2017).

Gövde çapı: Dijital kumpas ile çilek fidelerinin gövde çapları ölçülmüştür.

Kök uzunluğu: Bitkinin kök boğazından itibaren cetvel yardımı ile ölçülmüştür.

Yaprak alanı: Denemede yaprak alanları ADC BioScientific Area Meter AM 300 model yaprak alan ölçer ile ölçülmüştür (Balcı ve ark., 2017).

2.2.2. Biyokimyasal Analizler

Biyokimyasal analizler için deneme boyunca iki kez yaprak örneği alınmıştır. İlk yaprak örneği dikimden yaklaşık 2 ay sonra (normal şartlarda) alınırken ikinci yaprak örneği deneme serbest kuraklığa bırakıldıktan 1 hafta sonra alınmıştır. Alınan yaprak örneklerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Klorofil miktarı: Dışı folyo ile kaplanan falcon tüplerinin içerisinde 0.25 g yaprak örneği tartılmıştır. Her tüpe 8 ml aseton konulup örnekler homojenizatörde parçalanmıştır. Örnekler parçalandıktan sonra Watmann 42 filtre kâğıdı ile süzülmüştür. Süzüntüler 645 ve 663 nm dalga boyunda spektrometrede okunmuştur. Veriler, Gunes ve ark. (2007)'nin çalışmasında belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

Karotenoid içeriğinin belirlenmesi: Dışı folyo ile kaplanan falcon tüplerinin içerisinde 0.25 g yaprak örneği tartılmıştır. Her tüpe 8 ml aseton konulup örnekler parçalanmıştır. Parçalama işleminden sonra Watmann 42 filtre kâğıdı ile süzülmüştür. Süzüntüler 480, 663 ve 645 nm'de spektrometrede okunmuştur. Karotenoid miktarları aşağıda verilen formüllere göre mg g^{-1} olarak hesaplanmıştır (Formül 1).

$$\text{Karotenoid (mg g}^{-1}\text{)} = A_{480} + (0.114 \times A_{663} - 0.638 \times A_{645})$$

Prolin analizi: Örneklerde prolin miktarının belirlenmesi Bates ve ark. (1973)'nin metoduna göre yapılmıştır. Buna göre 0.5 gram örnek tartılmış ve üzerine %3'lük sülfosalisilik asit eklenerek homojenizatörde parçalanmıştır.

Daha sonra 4000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Üstteki sıvı fazdan 2 ml alıp başka bir cam tüpe aktarılmıştır. İçinde örnek sıvı olan cam tüplerin üzerine 2 ml asit ninhidrin ve glasiyel asidik asit eklenmiştir. Tüpler 100 °C'de 1 saat su banyosunda bekletildikten sonra tüpler, buz içerisinde soğutulmuştur. Daha sonra tüplere 4 ml toulen ilave edilerek 15 saniye vortekslenmiştir. Üstte kalan sıvı faz spektrofotometre kuvetlerine aktarılarak 520 nm'de okuma yapılmıştır.

Malondialdehit (MDA) içeriği: Cam tüplerin içerisinde 0.2 g örnek tartılmıştır. Tartılan örneklerin üzerine 0.25 ml %0.1 trichloroacetic acid (TCA) eklenerek vortekslenmiştir. 4000 rpm'de 5 dakika santrifüjledikten sonra üst fazdan 1 ml alınarak başka cam tüplere aktarılmıştır. Üzerine 4 ml %0.5 2-thiobarbituric acid (TBA) içeren %20'lik TCA ekledikten sonra 95 °C'de yarım saat su banyosunda bekletilmiştir. Sonrasında spektrofotometrede 400, 532 ve 600 nm'de absorbans okumaları yapılmıştır. MDA içeriği Zhang ve ark. (2005)'nin çalışmasında belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

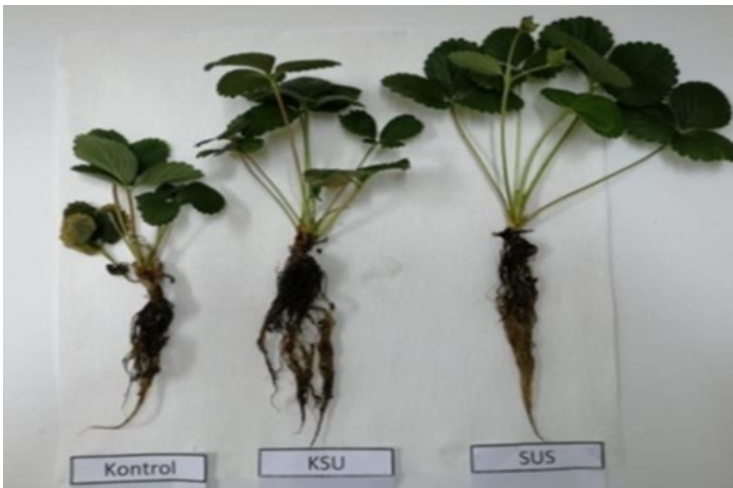
Toplam fenolik madde analizi: Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak Singleton ve Rossi (1965)'nin metoduna göre yapılan analizde, falcon tüplerin

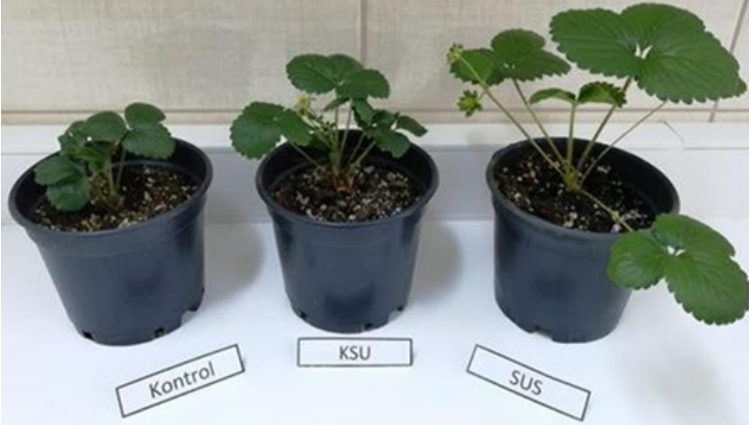
içerisinde 2 g tartılan örneklerin üzerine 5 ml %95'lik ethanol eklenerek homojenizatörde parçalanmıştır. Daha sonra yarım saat 45 °C su banyosunda bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan örnekler 4000 rpm'de 5 dakika santrifüjlenmiştir. Üstte kalan berrak sıvıyı başka bir falcon tüpe aktarılıp örneklerin içerisindeki ethanolün uçurulması için hazırlanmıştır. Sıvısı uçurulan tüplere 1 ml metanol eklenerek örnekler çözülmüştür. Cam tüplere aktarılan örneklerin üzerine folin, doymuş sodyum karbonat (NaCO_3) ve saf su ilave edildikten sonra oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Spektrofotometre okumaları 765 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik bileşik miktarları, standart gallik asit çözeltisinden hazırlanan körveden yararlanılarak, gallik asit eşdeğeri (GAE) şeklinde mg g^{-1} cinsinden verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Ultrasonik Ses Dalgalarının Vejetatif Büyüme Üzerine Etkileri

Ultrasonik ses dalgası uygulamalarının vejetatif büyüme üzerine etkileri Şekil 3'te verilmiştir. Sonuçların, istatistiksel değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir. Veriler karşılaştırıldığında ultrasonik ses dalgalarının gövde çapı üzerine istatistiksel olarak etki etmediği belirlenmiştir (Şekil 4). Kök uzunluğu üzerine ultrasonik ses dalgalarının etkisine bakıldığında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). En uzun kökler SUS uygulamasından elde edilirken en kısa kökler kontrol grubunda belirlenmiştir (sırasıyla 20.18 ± 0.79 - 13.18 ± 1.28 cm). Yaprak alanı incelendiğinde ise kök uzunluğunda olduğu gibi önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). Denemede yaprak alanları 199.53 ± 19.43 - 58.35 ± 8.78 cm^2 bitki⁻¹ aralığında (sırasıyla SUS ve Kontrol) belirlenmiştir.



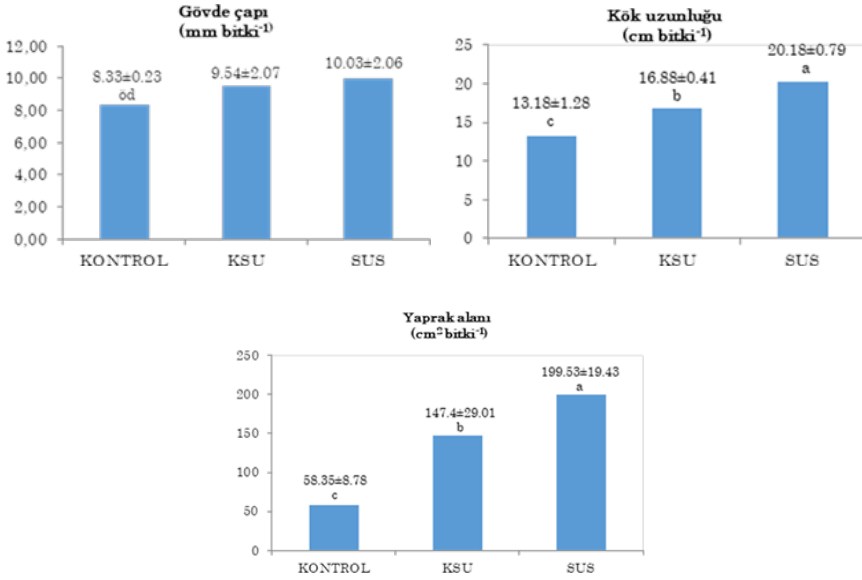


Şekil 3. Ultrasonik ses dalgası uygulaması yapılan (KSU ve SUS) ve yapılmayan (kontrol) bitkiler arasındaki vejetatif büyüme farkı

Figure 3. *Difference in vegetative growth between plants treated with ultrasonic sound waves (RSW and IW) and those not treated (control)*

Yapılan bir çalışmada *Actinidia chinese* bitkisinin fidelerine uygulanan ses dalgalarının kök uzunluğunu, kök aktivitesi gibi değerler üzerine olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Yang ve ark., 2004). Qi ve ark. (2010), seralarda çilek bitkisi üzerine yürüttükleri çalışmada ses dalgası uygulanan bitkilerin yaprak alanlarının kontrol grubuna oranla daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

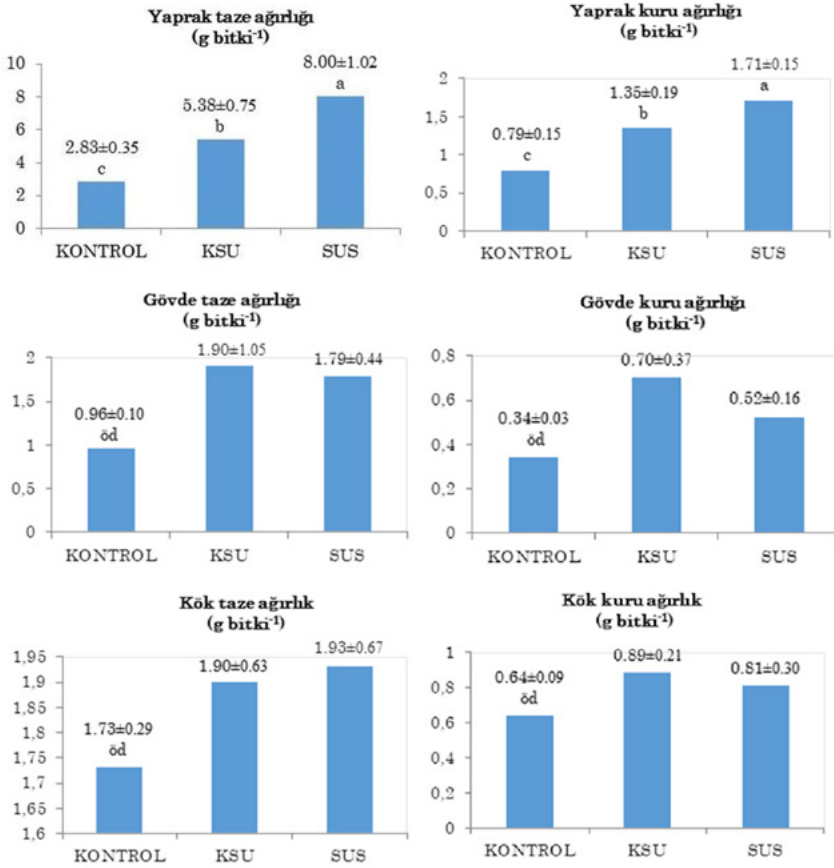
Elde edilen veriler incelendiğinde ses dalgası uygulamalarının taze gövde ve kök ağırlıkları ile kuru gövde ve kök ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark belirlenmezken taze ve kuru yaprak ağırlıkları üzerine etkisi önemli olmuştur (Şekil 5). En yüksek yaş ve kuru yaprak ağırlıkları SUS uygulamasında elde edilmiştir (sırasıyla 8.00 ± 1.02 - 1.71 ± 0.15 g).



Şekil 4. Ultrasonik ses dalgası uygulamasının çilek fidelerinin bazı vejetatif büyüme parametreleri üzerine etkisi

Figure 4. Effects of ultrasonic sound wave treatment on some vegetative growth parameters of strawberry seedlings

Çalışmada, ses dalgalarının yaprak ağırlıkları üzerine önemli bir etki sağlarken gövde ve kök ağırlıkları üzerine bir etkisi olmamıştır. Oi ve ark. (2010), çileklere uygulanan ultrasonik ses dalgalarının daha kuvvetli büyüme sağladığını rapor etmişlerdir. Ozkurt ve Altuntas (2018), yaptıkları çalışmada çilek bitkisinde gövde ve kök ağırlıkları (taze ve kuru) üzerine ses dalgası uygulamalarının olumlu sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Ananthkrishnan ve ark., (2007), yaptıkları çalışmada elektron mikroskobunda ultrasonik ses dalgası uygulanan kökleri incelemişlerdir. Kök epidermis hücrelerinin ses dalgaları tarafından tahrip edildiğini tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda ses dalgalarının su ve mineral maddelerinin bitki içerisine akışını hızlandırabileceğini ve bitkilerde büyümeyi teşvik edebileceğini ileri sürmüşlerdir.



öd: önemli değil

Şekil 5. Ultrasonik ses dalgası uygulamasının çiçek fidelerinin taze ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi

Figure 5. Effects of ultrasonic sound wave treatments on the fresh and dry weights of strawberry seedlings

3.2. Ultrasonik Ses Dalgalarının Kurak Koşullarda Bazı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri

İncelenen tüm biyokimyasal parametreler üzerine yetiştirme koşullarının çok önemli etki yaptığı belirlenmiştir. Sonuçların, istatistiksel değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir. Ses dalgası uygulaması MDA ve klorofil içerikleri üzerine çok önemli, toplam fenolik, prolin ve

karotenoid içerikleri üzerine önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme koşulları ve ses dalgası uygulaması interaksyonuna bakıldığında ise karotenoid içerikleri üzerine etkisi olmadığı, klorofil a ve klorofil b üzerine çok önemli, diğer parametreler üzerine önemli etkisi olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Kuraklık stresi ile birlikte toplam fenolik içeriğinin arttığı, en yüksek toplam fenolik içeriği ise SUS uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Yetiştirme koşulları ve ses dalgası uygulaması interaksyonu incelendiğinde ise en yüksek sonuç K x KSU uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Çevresel stresin bitkilerde fenolik madde birikimini arttırdığı bilinmektedir (Cook ve ark., 2004; Karuppasamy, 2009; Ozkurt ve Altuntas, 2018).

Çilekte MDA içeriğinin kuraklık stresi ile yükseldiği görülmüştür. Ses dalgası uygulamaları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında MDA içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde en düşük MDA içeriği Normal Şart (NŞ) x Kontrol uygulamasında en yüksek K x SUS ve K x KSU uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 3). Ses dalgalarının hücre zarının yapısını değiştirebildiği ve deforme ettiği bilinmektedir (Wang ve ark., 1998; Ananthkrishnan ve ark., 2007; Rokhina ve ark., 2009). Chen ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada, ultrasonik ses dalgalarının MDA içeriğini artırdığını ifade etmişlerdir.

Çilek fidelerinin prolin miktarını, kuraklık stresi ($0.25 \pm 0.03 \mu\text{mol g}^{-1}$) ve SUS ($0.20 \pm 0.08 \mu\text{mol g}^{-1}$) uygulamaları arttırmıştır. İnteraksiyon incelendiğinde kurak koşullarda uygulanan ses dalgalarının prolin miktarını yükselttiği görülmektedir (Çizelge 3). Serbest prolin stres altındaki bitkilerde önemli ölçüde artar. Şişme basıncından korunmak amacıyla bitki su potansiyelini düşürmek için prolin miktarını artırır (Zare ve ark., 2014). Ses dalgasının oluşturduğu stresin prolin molekülü sayesinde antioksidant olduğu bilinen melatonin miktarını artırarak dayanıklılık sağladığı yönde görüşler mevcuttur (Tyagi ve ark., 2023). Yakupoğlu (2023), yaptığı çalışmada, ses dalgasının biber fidelerinin prolin ve içsel melatonin miktarını arttırdığını bildirmiştir.

Çalışmada kuraklık stresi ($332.94 \pm 16.15 \text{ mg g}^{-1}$) ve SUS ($319.73 \pm 29.36 \text{ mg g}^{-1}$) uygulamasının çilekte toplam klorofil içeriğini arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Yapılan çalışmalarda ses dalgası uygulamasıyla çilek yapraklarında klorofil miktarının arttığı görülmüştür (Qi ve ark. 2010; Meng ve ark., 2012).

Karotenoid içerikleri klorofil içeriklerinde olduğu gibi kurak ($11.01 \pm 0.51 \text{ mg g}^{-1}$) ve SUS ($10.98 \pm 0.65 \text{ mg g}^{-1}$) uygulamaları ile yükseldiği görülmüştür (Çizelge 3). Yapılan bazı çalışmalar ses dalgalarının hücre zarını etkilemesiyle strese karşı koruyan antioksidan sistemi indüklediğini ve koruyucu olduğu bilinen karotenoidlerin miktarını arttırdığını bildirmişlerdir (Chen ve ark. 2008; Wei ve ark. 2012).

Çizelge 3. Ultrasonik ses dalgalarının kurak koşullarda bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi

Table 3. Effect of ultrasonic sound waves on some biochemical parameters in arid conditions

Uygulama Application		Toplam Fenolik Total Phenolic (GAE) (mg g ⁻¹)	MDA MDA (nmol g ⁻¹)	Prolin Proline (μmol g ⁻¹)
Yetiştirme Koşulu (YK)	Normal Şart (NŞ) Normal Condition (NC)	4.09±0.74b	3.27±1.31b	0.11±0.04b
Cultivation Condition (CC)	Kuraklık (K) Drought (D)	4.99±1.20a	8.84±1.97a	0.25±0.03a
Ses Dalgası (SD) Sound wave (SW)	Kontrol Control	3.88±1.26b	4.40±2.80c	0.16±0.11b
	SUS IW	5.18±0.65a	7.43±2.80a	0.20±0.08a
	KSU RSW	4.56±0.91b	6.34±3.78b	0.18±0.07ab
İnteraksiyon Interaction				
	NŞ x Kontrol NC x Control	3.37±0.62b	2.10±0.34d	0.06±0.00c
	NŞ x SUS NC x IW	4.83±0.29ab	4.92±0.66c	0.14±0.05b
YK x SD	NŞ x KSU NC x RSW	4.07±0.38ab	2.80±0.08d	0.12±0.01b
CC x SW	K x Kontrol D x Control	4.38±1.62ab	6.70±2.00b	0.26±0.02a
	K x SUS D x IW	5.53±0.76a	9.95±1.00a	0.27±0.04a
	K x KSU D x RSW	5.05±1.08a	9.87±0.15a	0.24±0.02a
Önemlilik Significance				
Yetiştirme Koşulu		**	**	**
Cultivation Condition				
Ses Dalgası		*	**	*
Sound wave				
YK x SD		*	*	*
CC x SW				

Çizelge 3. Devamı...

Table 3. Continued...

Uygulama Application		Kl-a Chl-a (mg g ⁻¹)	Kl-b Chl-b (mg g ⁻¹)	Top Kl Tot Chl (mg g ⁻¹)	Kar Car (mg g ⁻¹)
Yetiştirme Koşulu (YK) Cultivation Condition	Normal Şart (NŞ) Normal Condition (NC)	137.70±2.40a	112.02±37.90b	249.71±36.75b	10.06±0.69b
	Kuraklık (K) Drought (D)	133.82±0.89b	199.13±15.92a	332.94±16.15a	11.01±0.51a
Ses Dalgası (SD) Sound wave (SW)	Kontrol Control	135.94±2.44a	137.83±62.20b	273.77±59.89b	10.28±0.75b
	SUS IW	134.44±1.28b	185.29±29.89a	319.73±29.36a	10.98±0.65a
	KSU RSW	136.89±3.48a	143.59±53.53b	280.48±51.11b	10.35±0.78b
İnteraksiyon Interaction					
YK x SD CC x SW	NŞ x Kontrol NC x Control	138.20±0.37a	81.33±1.28c	219.53±1.62c	9.59±0.09
	NŞ x SUS NC x IW	135.02±0.48b	157.67±5.69b	292.69±5.26b	10.54±0.14
	NŞ x KSU NC x RSW	139.86±2.15a	97.04±30.00c	236.90±32.01c	10.05±1.06
	K x Kontrol D x Control	133.67±0.36b	194.33±22.64a	328.00±22.85a	10.96±0.21
	K x SUS D x IW	133.86±1.67b	212.91±4.31a	346.78±5.84a	11.41±0.68
	K x KSU D x RSW	133.91±0.27b	190.14±2.65a	324.05±2.61a	10.65±0.25
Önemlilik Significance					
Yetiştirme Koşulu Cultivation Condition		**	**	**	**
Ses Dalgası Sound wave		**	**	**	*
YK x SD CC x SW		**	**	*	öd ns

Kl a: Klorofil a; Kl b: Klorofil b; Top Kl: Toplam klorofil; Kar: Karotenoid; öd: önemli değil; ns: not significant
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.
öd: Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ultrasonik ses dalgalarının çilek fidelerinin bazı büyüme kriterlerine etkisi incelendiğinde ses dalgası uygulanan su ile sulanan (SUS) gruptaki bitkilerin daha hızlı ve kuvvetli büyüdüğü belirlenmiştir. Kurak stresine maruz bırakılan bu fide-lerin biyokimyasal özellikleri incelendiğinde ses dalgalarının da bitkide hafif stres yapması nedeniyle MDA değerini arttırdığı buna karşılık diğer parametrelerde iyileşme olduğu görülmüştür.

Çilek bitkilerine uygulanan ses dalgalarının, hafif strese neden olduğu ve bunun savunma mekanizmasını tetikleyerek sekonder metabolit üretimini arttırdığı düşünülmektedir. Ultrasonik ses dalgası uygulaması ile ilgili bitki araştırmaları incelendiğinde yetiştiricilik açısından gelecek vaat eden bir alan olduğu görülmektedir. Bununla birlikte verim ile arasındaki karşılıklı ilişkilerin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Sürdürülebilir tarım için daha ayrıntılı uygulamalar yapılarak ultrasonik ses dalga uygulamaları ile büyüme ve verim arasındaki ilişki belirlenmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Desteği ile yürütülen araştırma verilerinden üretilmiştir. Maddi katkılarından dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): NA(%15), SÖ(%5), GB(%80)

Veri Toplanması (Data Acquisition): NA(%75), SÖ(%20), GB(%5)

Veri Analizi (Data Analysis): NA(%5), SÖ(%15), GB(%80)

Makalenin Yazımı (Writing Up): NA(%10), SÖ(%40), GB(%50)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): NA(%5), SÖ(%45), GB(%50)

KAYNAKLAR

- Aladadjijyan, A., 2011. Ultrasonic stimulation of the development of lentils and wheat seedlings. *Romanian Journal of Biophysics*, 21 (3), 179-188. <https://www.researchgate.net/> (erişim tarihi 18 Ekim 2024).
- Albaş, M.G., Gürbüz, B., Bölük, E., Sözeri Atik, D., Veliöğlu, H. M., Palabıyık, İ., 2022. Laktik asit bazlı propolis ilavesinin taze çilek suyunun raf ömrüne etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(4), 788-797. doi: 10.33462/jotaf.1078584.
- Alexandre, E. M. C., Brandão, T. R. S., Silva, C. L. M., 2012. Efficacy of non-thermal technologies and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality retention of strawberries. *Journal of Food Engineering*, 108 (3), 417-426. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.09.002.
- Ananthakrishnan, G., Xia, X., Amutha, S., Singer, S., Muruganatham, M., Yablomsky, S., Fisher, E., Gaba, V. 2007. Ultrasonic treatment stimulates multiple shoot regeneration and explant enlargement in recalcitrant squash cotyledon explants *in vitro*. *Plant Cell Reports*, 26, 267-276. Doi:10.1007/s00299-006-0235-1.
- Balci, G., Koç, A., Keles, H., Kılıç, T. 2017. Yozgat koşullarında bazı çilek çeşitlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *Meve Bilimi*, 4 (2), 6-12. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/393324> (erişim tarihi 18 Ekim 2024).
- Bates, L. S., Waldren, R. P., Teare, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207. <https://link.springer.com/article/10.1007/bf00018060> (erişim tarihi 18 Ekim 2024).
- Bochu, W., Hucheng, Z., Yiyao, L., Yi, J., Sakanishi, A., 2001. The effects of alternative stress on the cell membrane deformability of chrysanthemum callus cells. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 20, 321-325. doi:10.1016/S0927-7765(00)00181-8.
- Çakarıyıldırım, N., 2004. Çilek. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü (T.E.A.E)- Bakış* 7 (12), 1-4.
- Cao, S., Hu, Z., Pang, B., Wang, H., Xie, H., Wu, F., 2010. Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. *Food Control*, 21(4), 529-532. doi:10.1016/j.foodcont.2009.08.002.
- Chen, B., Huang, J., Wang, J., Huang, L., 2008. Ultrasound effects on the antioxidative defense systems of *Periphyridium cruentum*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 61, 88-92. doi:10.1016/j.colsurfb.2007.07.009.
- Chen, Z., Zhu, C., 2011. Combined effects of aqueous chlorine dioxide and ultrasonic treatments on postharvest storage quality of plum fruit (*Prunus salicina* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 61 (2-3), 117-123. doi: 10.1016/j.postharvbio.2011.03.006.
- Chivukula, V. ve Ramaswamy, S., 2014. Effect of different types of music on *Rosa chinensis* plants. *International Journal of Environmental Science and Development*, 5(5), 431-434.
- Cook, D., Fowler, S., Fiehn, O., Thomashow, M. F., 2004. A prominent role for the CBF cold response pathway in configuring the low-temperature metabolome of *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Science*, 101, 15243-15248. doi:10.1073/pnas.0406069101.
- Demirsoy, M., Aydın, M., Gürbüz, B., 2020. Farklı ultrasonik ses dalgası uygulamalarının *Solanum torvum* tohumlarındaki çimlenme ve çıkış değerleri üzerine etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 354-362. doi: 10.35193/bseufbd.713385.
- Dikilitaş, M., Balak, M. V., Şimşek, E., Dikilitaş, S. K., 2018. Ses dalgaları ile hücrelerde geri dönüşmez DNA hasarları oluşturmak mümkün müdür? *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4), 560-571. doi: 10.29050/harranziraat.427049.
- Dikilitaş, M., Balak, V., Karakaş, S., 2016. Ses dalgalarının tarımsal ürünlerin muhafazası ve bitki gelişimi üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20 (4), 338-355. doi: 10.29050/harranziraat.282277.
- FAO, 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 09.08.2024).
- Görgüç, A. Gençdağ, E., Tecimen, S., Anakız, S., Öztürk K.S., Bıyık, H.H., Yılmaz, F. M., 2019. Effect of ultrasound washing process on the quality parameters of fresh strawberry during cold storage. *Turkish Journal of Agriculture, Food Science and Technology*, 7 (9), 1457-1464. doi:10.24925/turjafv7i9.1457-1464.2754.
- Goussous, S., Samarah, N., Alqudah, A., Othman, M., 2010. Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic technique. *Experimental Agriculture*, 46 (2), 231-242. doi: 10.1017/S0014479709991062.
- Gunes, A., Inal, 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. doi: 10.1007/s11104-006-9137-9.
- Huang, T., Xu, C., Walker, K., West, P., Zhang, S., Weese, J., 2006. Decontamination efficacy of combined chlorine dioxide with ultrasonication on apples and lettuce. *Journal of Food Science*, 71 (4), 134-139. doi: 10.1111/j.1750-3841.2006.00015.x.
- Johnson, K. A., Sistrunk, M. L., Polisensky, D. H., Braam, J., 1998. *Arabidopsis thaliana* responses to mechanical stimulation do not require ETR1 or EIN2. *Plant Physiology*, 116, 643-doi: 10.1104/pp.116.2.643.
- Kacar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2013. Bitki Fizyolojisi, (5. Basım), 486-535. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. 558 syf.
- Karuppusamy, S., 2009. A review on trends in production of secondary metabolites from higher plants by *in vitro* tissue, organ and cell cultures. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3 (13), 1222-1239. <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/EEE689215753.pdf> (erişim tarihi 18 Ekim 2024).

- Li, B., Wei, J. M. ve Wei, X. L., 2008. Effect of sound wave stress on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation of *Dendrobium candidum*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 63 (2), 269-275. doi: 10.1016/j.colsurfb.2007.12.012.
- Machikowa, T., Kulrattanarak, T., Wonprasaid, S., 2013. Effects of ultrasonic treatment on germination of synthetic sunflower seeds. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 73 (1), 53-55.
- Mason, T. J., Lorimer, J. P., 1988. General principles. in sonochemistry: theory, applications and uses of ultrasound in chemistry. (Eds. T. J. Mason and J. P. Lorimer), pp. 17-63, Ellis Horwood: Chichester.
- Mason, T., Riera, E., Vercet, A., Lopez-Buesa, P., 2005. Application of ultrasound. In D. W. Sun (Ed.), *Emerging Technologies For Food Processing*, pp. 323-350, California: Elsevier Academic Press.
- Meng, Q., Zhou, Q., Zheng, S., Gao, Y., 2012. Responses on photosynthesis and variable chlorophyll fluorescence of *Fragaria ananassa* under sound wave. *Energy Procedia*, 16, 346-352. doi: 10.1016/j.egypro.2012.01.057
- Ozkurt, H., Altuntas, O., 2018. Quality parameter levels of strawberry fruit in response to different sound waves at 1000 Hz with different dB values (95, 100, 105 dB). *Agronomy*, 8 (7), 127. doi: 10.3390/agronomy8070127.
- Peker, M., 1989. Ultrases ile katı, sıvı ve gaz ortamların fiziksel özelliklerinin incelenmesi (Tez no: 8849). [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Qi, L., Teng, G., Hou, T., Zhu, B., Liu, X., 2010. Influence of sound wave stimulation on the growth of strawberry in sunlight greenhouse. In *Computer and Computing Technologies in Agriculture III: Third IFIP TC 12 International Conference, CCTA 2009, October 14-17, 2009, Revised Selected Papers 3*, pp. 449-454, Springer Berlin Heidelberg, Beijing, China.
- Raviyan, P., Zhang, Z., Feng H., 2005. Ultrasonication for tomato pectinmethylesterase inactivation: Effect of cavitation intensity and temperature on inactivation. *Journal of Food Engineering*, 70, 189-196. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.09.028.
- Rokhina, E. V., Lens, P., Virkutyte, J., 2009. Low-frequency ultrasound in biotechnology: state of the art. *Trends in Biotechnology*, 27, 298-306. <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0167-7799%2809%2900049-3> (erişim tarihi 18 Ekim 2024).
- Shao, H. B., Li, B., Wang, B. C., Tang, K., Liang, Y., 2008. A study on differentially expressed gene screening of Chrysanthemum plants under sound stress. *Comptes Rendus Biologies*, 331, 329-333. doi: 10.1016/j.crv.2008.02.007.
- Singleton, V. L., Rossi, J. R., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16 (3), 144-158. doi: 10.5344/ajev.1965.16.3.144.
- Sinha, N., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J., Cano, M. P. 2012. *Handbook of fruits and fruit processing*. John Wiley & Sons.
- Takahashi, H., Suge, H., Kato, T., 1991. Growth promotion by vibration at 50 Hz in rice and cucumber seedlings. *Plant Cell Physiology*, 32, 729-732. doi: 10.1093/oxfordjournals.pcp.a078137.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 09.08.2024)
- Tyagi, A., Ali, S., Park, S., Bae, H., 2023. Assessing the effect of sound vibrations on plant neurotransmitters in *Arabidopsis*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(8), 5216-5223. doi: 10.1007/s00334-023-10918-z
- Ulusoy, K., Karakaya, M., 2011. Gıda endüstrisinde ultrasonik ses dalgalarının kullanımı. *Gıda*, 36 (2), 113-120. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/78594> (erişim tarihi 18 Ekim 2024).
- Wang B C, Yoshikoshi A, Sakanishi A. 1998. Carrot cell growth response in a stimulated ultrasonic environment. *Colloids and Surfaces (B: Biointerfaces)*, 12, 89-95.
- Wei, M., Yang, C. Y., Wei, S. H., 2012. Enhancement of the differentiation of protocorm-like bodies of *Dendrobium officinale* to shoots by ultrasound treatment. *Journal of Plant Physiology*, 169 (8),770-774. doi: 10.1016/j.jplph.2012.01.018.
- Yakupoglu, G., 2023. Effects of magnetic field and ultrasound applications on endogenous melatonin content and drought stress tolerance of pepper seedlings. *Horticulturae*, 9 (6), 704. doi: 10.3390/horticulturae9060704.
- Yang, X. C., Wang, B. C., Duan, C. R., 2003. Effects of sound stimulation on energy metabolism of *Actinidia chinensis* callus. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 30, 67-72. Doi: 10.1016/S0927-7765(03)00027-4.
- Yang, X. C., Wang, B. C., Ye, M., 2004. Effects of different sound intensities on root development of *Actinidia chinensis* plantlet. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*, 10, 274-276.
- Yılmaz, H., 2009. Çilek. Hasad Yayıncılık, İstanbul, Türkiye, 348 syf.
- Yiyao, L., Bochu, W., Xuefeng, L., Chuanren, D., Sakanishi, A., 2002. Effects of sound field on the growth of Chrysanthemum callus. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 24, 321-326. doi: 10.1016/S0927-7765(01)00275-2.
- Zare, H., Mohsenzadeh, S., Mortazavi, S., Moradshahi, A., 2014. The effect of high frequency electromagnetic wave (Mobile phone) on Proline aa content in *Zea mays* seedling. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3 (10), 1100-1103. <http://ijfas.com/wp-content/uploads/2014/11/1100-1103.pdf> (erişim Tarihi 18 Ekim 2024).
- Zhang, H. J., Huang, W. D., Liu, Y. P., Pan, Q. H., 2005. Effects of temperature acclimation pretreatment on the ultrastructure of mesophyll cells in young grape plants (*Vitis vinifera* L. cv. Jingxiu) under cross-temperature stresses. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47, 959-970. doi: 10.1111/j.1744-7909.2005.00109.x.
- Zhang, L., Zhao, S., Laia, S., Chena, F., Yang, H., 2018. Combined effects of ultrasound and calcium on the chelate-soluble pectin and quality of strawberries during storage. *Carbohydrate Polymers*, 200, 427-435. doi: 10.1016/j.carbpol.2018.08.013.



Türkiye ve Kırgızistan'dan Derlenen Bazı Yerel Sofralık Domates Genotiplerinin Morfolojik Olarak İncelenmesi

An Examination of the Morphology of some
Landrace Tomato Genotypes Collected from
Kyrgyzstan and Türkiye

Mustafa ÖZMAYA¹, Mustafa PAKSOY², Necibe KAYAK³, Abdurrahman MUTLU⁴

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
· mustafao1998@hotmail.com · ORCID > 0009-0005-0545-767X

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya
· paksoy@selcuk.edu.tr · ORCID > 0000-0002-5120-4500

³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya
· necibe.kayak@gmail.com · ORCID > 0000-0001-7104-8544

⁴Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
· abdurrahman6852@gmail.com · ORCID > 0009-0008-3764-2839

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 04 Kasım/November 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 17 Aralık/December 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 73-85

Atıf/Cite as: Özmay, M., Paksoy, M., Kayak, N., Mutlu, A. "Türkiye ve Kırgızistan'dan Derlenen Bazı Yerel Sofralık Domates Genotiplerinin Morfolojik Olarak İncelenmesi" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 73-85.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Necibe KAYAK

TÜRKİYE VE KIRGIZİSTAN'DAN DERLENEN BAZI YEREL SOFRALIK DOMATES GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ

ÖZ

Solanaceae familyası içerisinde yer alan domates hem ülkemizde hem de dünyada en çok yetiştiriciliği yapılan kültür sebzesidir. Domates ıslah çalışmalarında farklı gen kaynaklarının kullanılması önem taşımakta ve her zaman değerli bulunmaktadır. Bu çalışma, 5 adedi Kırgızistan sofralık domatesi ve Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanan 100 adet yerel popülasyonlardan oluşmaktadır. Türkiye ve Kırgızistan'ın değişik yerlerinden toplanan materyaller Konya ilinde 2022 yılında açık arazi koşullarında yetiştirilmiştir. Bu materyaller arasındaki varyasyonu belirlemek için UPOV parametrelerinden yararlanılarak agromorfolojik özelliklerin belirlenmesi için gerekli olan fide, bitki, yaprak ve çiçek gözlemleri ile meyve ölçümleri alınmıştır. Bu gözlemler sonucunda temel bileşen analizi (PCA) oluşturulmuştur. PCA sonuçlarına göre, birçok genotip analizde kullanılan değişkenlerin ortalama değerlerine yakın konumlanmış ve bu durum, genotipler arasında ayrışmanın sınırlı düzeyde olduğunu göstermiştir. K1, T10 ve T49 gibi genotiplerin merkeze yakın yerleşmesi, özelliklerinin birbirine oldukça yakın olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, belirli morfolojik özellikler bakımından lokasyonlara özgü bazı farklılıkların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. T194 ve T120-1 gibi genotiplerin uç noktalarda yer alması, bu genotiplerin belirli değişkenlerde daha farklı ve ekstrem değerlere sahip olduğunu işaret etmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Solanum Lycopersicum* L., PCA, Varyasyon, Yerel Genotip, Kümeleme.



AN EXAMINATION OF THE MORPHOLOGY OF SOME LANDRACE TOMATO GENOTYPES COLLECTED FROM KYRGYZSTAN AND TÜRKİYE

ABSTRACT

Tomato, which belongs to the Solanaceae family, is the most widely cultivated vegetable crop both in Turkey and around the world. The use of different genetic resources in tomato breeding studies is crucial and always valuable. This study consists of 100 local populations of table tomatoes collected from various regions of Türkiye and 5 varieties from Kyrgyzstan. The materials collected from different regions of Türkiye and Kyrgyzstan were grown under open field conditions in

Konya in 2022. To determine the variation among these materials, seedling, plant, leaf, flower observations, and fruit measurements were conducted using UPOV parameters to identify the necessary agromorphological characteristics. As a result of these observations, a principal component analysis (PCA) was performed. According to the PCA results, many genotypes were located close to the mean values of the variables used in the analysis, indicating that the differentiation among genotypes was limited. The close positioning of genotypes such as K1, T10, and T49 to the center revealed that their characteristics are quite similar. However, certain morphological features exhibited location-specific differences. The positioning of genotypes such as T194 and T120-1 at the extremes indicated that these genotypes have more distinct and extreme values in specific variables.

Keywords: *Solanum Lycopersicum* L., PCA, Variation, Landrace, Clustering.



1. GİRİŞ

Domates, *Solanaceae* (Patlıcangiller) familyasının biber, patlıcan ve patates ile birlikte en önemli dört sebzesinden biridir. Amerika kıtasına özgü olması ve geç tanınmasına karşın günümüzde hemen her ülkede yaygın olarak yetiştirilmektedir.

Dünya genelinde son 10 yılda hem ekiliş (%12) hem de üretim (%23) oranında bir artış olmuştur (FAO, 2023). FAO 2022 yılı verilerine göre, dünyada 186 milyon ton'luk bir domates üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye domates üretimi açısından ise **14.7 milyon ton** ile dünyada önde gelen ülkelerden bir tanesidir. Kırgızistan da ise domates üretimi yaklaşık **80 bin ton** civarındadır, bu da daha çok yerel tüketimi karşılamaya yöneliktir ve Türkiye ile karşılaştırıldığında oldukça sınırlıdır.

Üretim bölgeleri, çeşit formları ve tüketim alışkanlıklarındaki farklılıklar, domatesin çeşit zenginliğini artırmaktadır (Abak ve İlbi, 2022). Domates, çeşit sayısı bakımından en zengin kültür bitkilerinden biri olup, Türkiye gibi önemli üretici ülkelerde yüzlerce hatta binlerce yerel ve ticari çeşidi bulunmaktadır. Piyasaya sürekli yeni çeşitler sunulurken, bazı eski çeşitler önemini kaybetmektedir. Bu nedenle domates, üzerinde en fazla araştırma yapılan bitkiler arasında yer almaktadır.

Domates ıslahında Türkiye ve Dünyada sürekli değişen bir pazar olduğu bilinmektedir. Domates üretiminin ana amaçları, verim ve kalitedir. Bunun için yüksek genetik performansın yanı sıra uygun ekoloji ve teknikler gereklidir. Bu, sadece üstün niteliklere ve performansa sahip hibrit çeşitlerle mümkün olmaktadır. Verim, kalite, dayanıklılık ve adaptasyon gibi faktörler de hibrit çeşitlerde avantaj sağlamaktadır (Kaloo, 1988). Islah çalışmalarında, incelenen gen havuzundaki ebeveyn materyaller arasındaki varyasyonun hibrit performansı açısından bilinmesi

önemlidir (Gözen, 2008; Keskin, 2014). Bitkiler arasındaki ilişkileri belirlemek için kullanılan geleneksel işaretçiler, morfolojik işaretçilerdir. Domatesin morfolojik karakterizasyonu dikkate alındığında; meyve şekli, meyve boyutu, meyvede yeşil sırt oluşumu veya meyve renginin yoğunluğu gibi temel özellikler ön plana çıkmaktadır (Altıntaş ve ark., 2016; UPOV, 2001; Kayak, 2022). Araştırmacılar, kendi amaçları doğrultusunda UPOV kriterlerinde bazı değişiklikler yaparak çalışmalarını sürdürmektedirler (Kurt, 2019).

Türkiye domatesin birincil gen merkezi olmamasına rağmen yerel domates popülasyonları açısından geniş bir varyasyona sahiptir (Sönmez ve ark., 2015; Özbay ve ark., 2012; Oğuz ve ark.; 2014). Bitkisel gen kaynaklarının korunması ve ıslah programlarında etkin bir şekilde kullanılması, materyalin cins ve tür özelliklerinin sistematik bir şekilde belirlenmesine, genetik değişimlerin izlenmesine ve kullanım için gerekli özelliklerin tespitine dayanmaktadır. Genetik kaynaklardan yararlanabilmek için, popülasyon içindeki çeşitliliğin incelenmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Kırgızistan ve Türkiye'ye ait yerel genetik materyallerin genotipleri arasındaki farklılıklara neden olan özellikleri belirlemek ve bu genotiplerin farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerdeki tarla koşullarında yetiştirilmesinin sonuçlar üzerindeki etkilerini incelemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede bitki materyali olarak; Kırgızistan'dan 5 yerel genotip, Türkiye'den 100 yerel genetik materyali olmak üzere toplam 105 adet domates genotipi belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan bitki materyalleri (Akdeniz, İç Anadolu ve Karadeniz) bölgelerinden toplanmıştır. Toplanan bu materyaller sofralık domateslerinden oluşmaktadır.

Çalışma 2022 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait serada fide yetiştirme ile başlamış; araştırma ve uygulama arazisinde bitki yetiştiriciliği ve morfolojik analizlerin laboratuvar da incelenmesiyle sonlandırılmıştır.

Araştırmada kullanılan genotiplerin tohum ekimi 28 Mart 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Tohumlar, steril torf-perlit karışımı içeren viyollere ekilmiş ve Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait serada fide yetiştirme işlemleri yapılmıştır. Fidelerin sağlıklı bir şekilde gelişimi için sera ortamında sıcaklık ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) ve nem oranı (%60-70) kontrol edilmiştir. Fide gelişim döneminde haftada iki kez sulama yapılmış ve hastalık/zararlı kontrolü düzenli olarak sağlanmıştır. Fideler 4-6 gerçek yapraklı döneme ulaştığında araziye dikime hazır hale gelmiştir. Dikim 12 Mayıs 2022 tarihinde yapılmış olup her genotipten sekizer fide, (100x50)x50 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafelerle dikilmiştir. Dikim sırasında fidelerin kök bölgesi toprakla temas edecek şekilde hafifçe bastırılmış ve

can suyu verilmiştir. Fidelerin tutunmasını sağlamak amacıyla dikimden hemen sonra can suyu verilmiş ve büyüme dönemi boyunca düzenli aralıklarla sulama yapılmıştır. Sulama, bitkilerin su ihtiyacına ve hava koşullarına bağlı olarak haftada 2-3 kez gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot kontrolü ve toprak havalandırmasını sağlamak için fidelerin dikiminden 2 hafta sonra ilk çapalama yapılmış, ardından 3 hafta aralıklarla çapalama işlemi tekrarlanmıştır.

Morfolojik gözlemlerde her genotipten 5'er adet bitki seçilerek ilk gözlemler alınmıştır. Bitkiler, fide döneminde antosiyanin oluşumu (1: var, 9: yok), bitki çiçeklenme zamanı (1: çok erken, 2: erken, 3: orta, 4: geç), ilk boğumda çiçek salkımı (1: var, 9: yok), bitki büyüme gücü (1: az, 2: orta, 3: çok), gövdede tüylülük (1: az, 2: orta, 3: kuvvetli), yaprak uzunluğu (1: kısa, 2: orta, 3: uzun), yaprak genişliği (1: dar, 2: orta, 3: geniş) ve yaprak duruş şekli (1: sarkık, 2: yarı sarkık, 3: yatay, 4: dik, 5: yarı dik) gibi özellikler bakımından gözlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Meyve boyun şekli (1: hafif basık, 2: basık, 3: dikdörtgen, 4: yuvarlak, 5: oval, 6: yumurtamsı), meyve kesiti (1: yuvarlak, 9: yuvarlak değil), meyve sıklığı (1: az, 2: orta, 3: kuvvetli), meyve et rengi (1: krem, 2: sarı, 3: portakal, 4: pembe, 5: kırmızı, 6: kahverengimsi) ve meyve olgunluk zamanı (1: orta, 2: erken, 3: geç) gibi özellikler dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır (UPOV, 2001) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Domateste kullanılan fenotipik gözlem kriterleri (UPOV, 2001)

Table 1. Phenotypic observation criteria used in tomato (UPOV, 2001)

Gözlenen Özellikler	Puanlama	Gözlenen Özellikler	Puanlama
Fide döneminde antosiyanin oluşumu	(1):var, (9):yok	Meyve Boyun Şekli	(1): hafif basık, (2): basık, (3): dikdörtgen (4): yuvarlak, (5): oval, (6): yumurtamsı
Bitki çiçeklenme zamanı	(1):Çok erken, (2): erken, (3): orta, (4): geç		
İlk boğumda çiçek salkımı	(1):var, (9):yok	Meyve Kesiti	(1):yuvarlak, (9):yuvarlak değil
Bitki büyüme gücü	(1):az, (2):orta, (3): çok	Meyve Sıklığı	(1):az, (2):orta, (3):kuvvetli
Gövdede tüylülük	(1):az, (2):orta, (3):kuvvetli	Meyve Et Rengi	(1):krem, (2):sarı, (3): portakal, (4):pembe, (5): kırmızı, (6): kahverengimsi
Yaprak uzunluğu	(1):kısa, (2):orta, (3):uzun		
Yaprak Genişliği	(1):dar, (2):orta, (3):geniş	Meyve Olgunluk Zamanı	(1): orta, (2): erken, (3):geç

Çalışmada Kırgızistan'dan 5 yerel genotip, Türkiye'den 100 sofralık domates yerel genetik materyallerinin morfolojik özellikler bakımından birbirine benzerliğinin veya farklılığının belirlenmesi amacıyla ölçüm ve gözlemleri JMP-14 bilgisayar

paket programında Temel Bileşen Analizine (PCA) tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda elde edilen bileşenler doğrultusunda oluşturulan tablo ve grafikler inceleyerek genotipler arasındaki benzerlikler ve farklılıklar belirlenmiştir. Korelasyon analizi ile bu genotipler arasındaki morfolojik özelliklerin birbirleriyle ilişkileri değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlar, genotiplerin çeşitli fenotipik karakterlere göre ne derece benzer veya farklı olduğunu ortaya koymuştur. Verilerin ölçüm sıklıkları farklı olduğunda analizlerden önce veriler ortalaması 0 standart sapması 1 olacak şekilde standardize edilmiştir. PCA sonuçlarına göre, morfolojik özellikler bakımından gruplandırmalar ve farklılıklar belirginleşmiştir. Kümeleme analizinde Ward's yöntemi esas alınmıştır (Ward, 1963).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

105 yerel sofralık domates genotipi ile yapılan ölçüm ve gözlemlerin sonuçları yüzde olarak aşağıda verilmiştir.

Fide döneminde antosiyanin oluşumu bakımından genotiplerin %70.48'inde antosiyanin var, %29.52'sinde antosiyanin yok olduğu belirlenmiştir.

Bitki çiçeklenme zamanı açısından genotiplerin %36.19'unun orta, %8.57'sinin erken, %55.24'ünün geç çiçeklendiği tespit edilmiştir.

İlk boğumda çiçek salkımı yönünden genotiplerin %53.33'ünde çiçek salkımı var, %46.67'sinde yoktur.

Bitki büyüme gücü bakımından genotiplerin %13.33'ü az, %67.62'si orta, %19.05'i çok güçlüdür.

Gövdede tüylülük açısından %19.05'inin az, %71.43'ünün orta, %9.52'sinin kuvvetli tüylü olduğu belirlenmiştir. **Yaprak uzunluğu** bakımından genotiplerin %43.28'i kısa, %41.79'u orta, %14.93'ü uzun yapraklıdır.

Yaprak genişliği açısından genotiplerin %42.45'i dar yapraklı, %33.02'si orta, %24.53'ü geniş yapraklıdır (Tablo 1).

Sönmez ve ark., (2015) açık tarla koşullarında Eskişehir ve Bilecik olmak üzere iki farklı lokasyonda yetiştirilen yerel genotiplerde fide döneminde antosiyanin oluşumu, gövdede tüylülük, yaprak duruşu, yaprak rengi ve salkım tipi gibi özelliklerin genotipler arasında bir farklılık oluşturmadığını tespit etmişlerdir. Fide döneminde antosiyanin oluşumu bazı abiyotik ve biyotik stres faktörlerine karşı toleransın veya dayanımın morfolojik bir belirtici olarak kullanılabilir (Oğuz, 2010). Antosiyanin oluşumunun gerçekleşmemesi ya da gövdede tüylülük gibi

özellikler, bitkilerin bazı abiyotik (kuraklık, tuz, sıcaklık vb.) ve biyotik (hastalık ve zararlı böcekler) stres faktörlerine karşı tolerans ya da dayanıklılık düzeylerini değerlendirmede morfolojik belirteç olarak kullanılabilir. Çalışmamızda elde edilen antosiyanın ve gövdede tüylülük özelliklerinin, stres koşullarına karşı dayanıklılık düzeyini ne ölçüde yansıttığı, ilerleyen çalışmalarda yapılacak testlerle ortaya konulabilecektir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, Meyve olgunluk zamanı bakımından genotiplerin %84.76'sının orta, %12.38'inin erken, %2.86'sının geç olgunlaştığı belirlenmiştir. Meyve boyun şekli açısından genotiplerin %56.73'ü hafif basık, %22.12'si basık, %1.92'si dikdörtgen, %15.38'i yuvarlak, %1.92'si oval ve %1.92'si yumurtamsı şeklindedir. Meyve kesit şekli yönünden %50.00'si yuvarlak, %50.00'si yuvarlak olmayan şeklindedir (Tablo 2). Meyve ağırlığı yönünden T126 genotipi 288.6 g ile en yüksek değeri alırken, T123-1 genotipi yalnızca 43.8 g'de kalmıştır, bu durum meyve boyutunda geniş bir varyasyon olduğunu göstermektedir. Genotiplerin büyük çoğunluğu pH değeri 4.6 - 5.1 arasında yer alırken, T53-1 genotipi 5.45 ile öne çıkmaktadır. T74 genotipi 9.598 mm ile en yüksek perikarp kalınlığı değerine sahipken, diğer genotiplerin çoğu 3-7 mm aralığındadır. T127 genotipi 31.91 mm ile oldukça yüksek bir çekirdek evi büyüklüğüne sahipken, diğer genotipler 10-30 mm arasında değerler göstermiştir. Ayrıca, T123-1 genotipi 6.5 ile yüksek SÇKM gösterirken, T13 genotipi 3.56 ile daha düşük değerlere sahiptir. Sönmez ve ark. (2015), çalışmasında 2'si ticari, 59'u yerel olmak üzere incelenen domates genotiplerinin meyve ağırlıklarının 127-155 gram aralığında olduğunu rapor etmiştir. Özbay (2021) ise 7 domates genotipi için ortalama meyve ağırlığının 140.10 ile 293.71 gram arasında değişiklik gösterdiğini kaydetmiştir. Elde edilen ortalama meyve ağırlığı değerlerinin, Çukadar ve Dursun (2012) tarafından bulunan sonuçlarla benzerlik gösterdiği, ancak Oğuz (2010) ile Sönmez ve ark. (2015) sonuçlarına ise kısmen uyum sağladığı gözlemlenmiştir. Bu farklılıkların büyük ölçüde genotip çeşitliliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Temel Bileşenler Analizi: Temel Bileşenler Analizi (PCA) sonucunda Temel Bileşen (PC) eksenleri, özdeğerler, varyasyon ve toplam varyasyon oranları elde edilmiş olup, faktör katsayıları temel bileşenlerin özelliklere göre ağırlık değerlerini göstermektedir. Tablo 1'de detaylı olarak verilmiştir. Çalışmalarda ilk iki bileşen varyansın %25'inden fazlasını açıkladığında PCA analizinin etkin olarak kullanılacağı belirtilmiştir (Mohammadi, Seyed ve Prasanna, 2003; Seymen ve ark., 2019).

Tablo 3. Temel Bileşenler Analizi (PCA)**Table 3.** Principal Component Analysis (PCA)

Öz Değer	3.21	2.44	1.64	1.38	1.33
Yüzde Varyans	17.85	13.56	9.11	7.71	7.42
Toplam Varyans	17.85	31.42	40.53	48.25	55.68
Öz Vektörler	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Meyve Et Rengi	0.126	0.030	0.335	-0.226	-0.042
Meyve Boyun Şekli	0.370	0.000	-0.197	0.072	0.125
Meyve Kesit Şekli	0.359	-0.126	0.054	0.091	0.094
Meyve Ağırlığı	-0.127	0.497	0.038	-0.115	0.030
pH	-0.126	-0.013	-0.042	0.270	-0.169
Meyve Sıklığı	0.356	0.111	-0.191	0.086	0.305
Meyve Olgunluk Zamanı	-0.000	0.148	0.219	0.050	0.613
Çekirdek Evi Sayısı	-0.404	0.240	0.155	-0.082	0.054
Perikarp Kalınlığı	0.181	0.399	0.144	-0.225	0.050
Çekirdek Evi Büyüklüğü	0.303	0.120	0.386	0.145	-0.050
SÇKM	-0.193	-0.111	-0.417	-0.246	0.003
Fide Döneminde Antosiyanin Oluşumu	0.136	-0.005	0.091	-0.550	-0.104
Bitki Çiçeklenme Zamanı	-0.227	0.047	0.011	0.081	0.500
İlk Boğumda Çiçek Salkımı	-0.370	-0.124	0.062	0.082	0.234
Bitki Büyüme Gücü	-0.131	0.291	0.243	-0.044	-0.264
Yaprak Uzunluğu	0.084	0.413	-0.364	0.078	0.057
Yaprak Genişliği	0.000	0.425	-0.342	0.206	-0.214
Yaprak Duruş Şekli	-0.022	0.040	0.257	0.576	-0.174

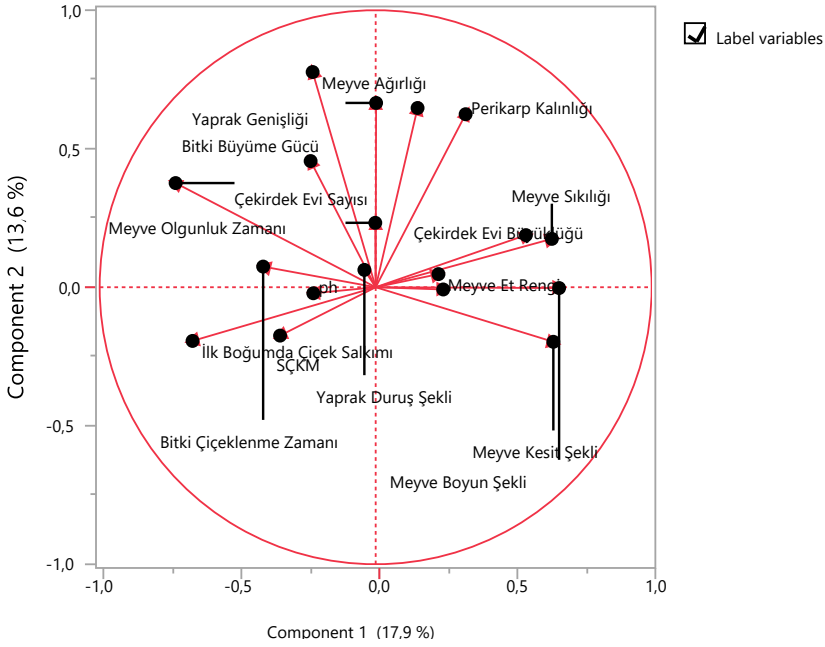
PCA analizi sonucunda 18 morfolojik karaktere ilişkin beş bağımsız temel bileşen eksenini çıkarılmıştır. Bu eksenler toplam varyasyonun %55.68'sini temsil etmektedir. Temel Bileşen Analizi sonucunda elde edilen eigen değerleri 1 veya daha büyük olması, temel bileşenin ağırlık değerlerinin güvenilir olduğu anlamına gelir (Mohammadi, Seyed ve Prasanna, 2003). İlk beş temel bileşenin öz değerleri 1.33 ile 3.21 arasında bulunmuştur. Temel bileşenler analizinde faktör katsayılarının güvenilir olabilmesi için temel bileşen eksenlerinin toplam var-

yansın 2/3'ünü açıklaması gerektiği bildirilmiştir (Özdamar, 2004). Analiz sonuçları incelendiğinde toplam varyansın 3/4'ünün (%55.68) ilk beş temel bileşen eksenini ile açıklanandan daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sebeple analiz değerlendirilmesinde bu eksenler dikkate alınmıştır (Tablo 3). Birinci ana bileşen eksenini, toplam varyasyonun %17.852'ünü oluşturmaktadır. İkinci, üçüncü ve dördüncü ana bileşenler sırasıyla toplam varyasyonun %31.420'ini, %40.535'ini ve %48.25'ini kapsamaktadır.

Kal ve ark. (2020), 77 domates genotipi ile gerçekleştirdikleri çalışmada, PC1, PC2 ve PC3 bileşenlerinin sırasıyla toplam varyansın %16.8, %12.6 ve %10.2'sini açıkladığını belirtmişlerdir. Evgenidis ve ark. (2011) ise PC1'in %49.15, PC2'nin %29.63 ve PC3'ün %21.23 oranında varyansı açıkladığını bildirmiştir. Kayak ve ark. (2022) çalışmalarında, PC1'de %30.97, PC2'de %42.28 ve PC3'te %52.59 oranında varyans açıklanmıştır. Sönmez ve ark. (2015) ise Eskişehir bölgesinde 13 özellik için toplam varyansın %81.08'inin, Bilecik bölgesinde ise %80.09'unun ilk 6 PC grubunda toplandığını; ilk üç temel bileşenin ise sırasıyla %62.8 ve %55.66 oranında varyansı açıkladığını ortaya koymuşlardır.

PC1 ve PC2 bileşenleri kullanılarak, özellikler arasındaki karşılıklı ilişkiyi incelemek için bir Loading Plot oluşturulmuştur (Şekil 1). Şekildeki vektörler arasındaki açı $<90^\circ$ ise pozitif bir ilişki olduğunu, $>90^\circ$ ise negatif bir ilişki olduğunu ve vektörler arasındaki açı 90° ise anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmiştir (Darin-Poleg ve ark., 2001; Seymen ve ark., 2019).

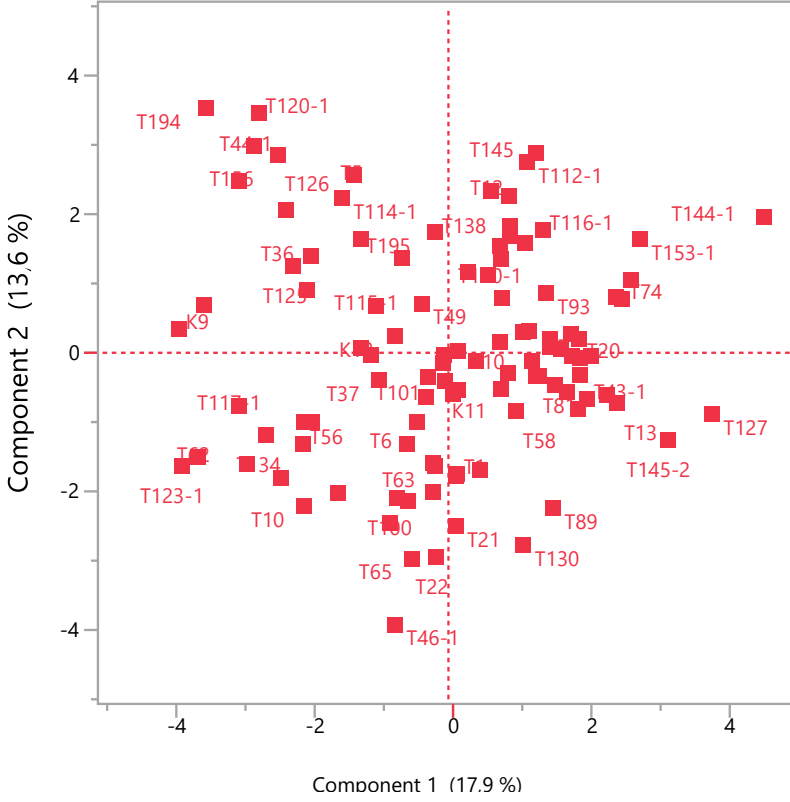
Bileşen 1, toplam varyansın %17.852'ünü, Bileşen 2 ise %13.6'sını açıklamaktadır. Böylece bu iki bileşen birlikte toplam varyansın %31.42'ini açıklar. Okların yönü ve uzunluğu, her bir değişkenin bileşenlere olan katkısını göstermektedir. Meyve Ağırlığı, perikarp kalınlığı ve meyve sıklığı, Bileşen 1'e pozitif yönde güçlü katkılar yapmaktadır. Yaprak genişliği ve bitki büyüme gücü de bu bileşen üzerinde yer almakta ve muhtemelen bu özellikler arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. İlk boğumda çiçek salkımı ve bitki çiçeklenme zamanı, Bileşen 2'ye negatif katkıda bulunurken, meyve olgunluk zamanı pozitif yönde etki göstermektedir. Çekirdek evi sayısı ve çekirdek evi büyüklüğü gibi değişkenler birbirine yakın yerleştirilmiş olup aralarında pozitif bir korelasyon olabileceğini gösterir. Aynı şekilde, meyve et rengi ve meyve kesit şekli de birbirine yakın konumlanmış ve ilişkili olabileceklerini düşündürmektedir. SÇKM (Toplam Çözünür Katı Madde) ile pH, grafikte zıt yönlerde yer almakta, bu da aralarında negatif bir ilişki olabileceğine işaret etmektedir. Bu grafik, değişkenlerin birlikte nasıl değiştiğini ve hangi özelliklerin bağımsız olduğunu anlamaya yardımcı olmaktadır.



Şekil 1. PC1 ve PC2 bileşenleri kullanılarak oluşturulan Loading plot grafiği

Figure 1. Loading plot graph created using PC1 and PC2 components

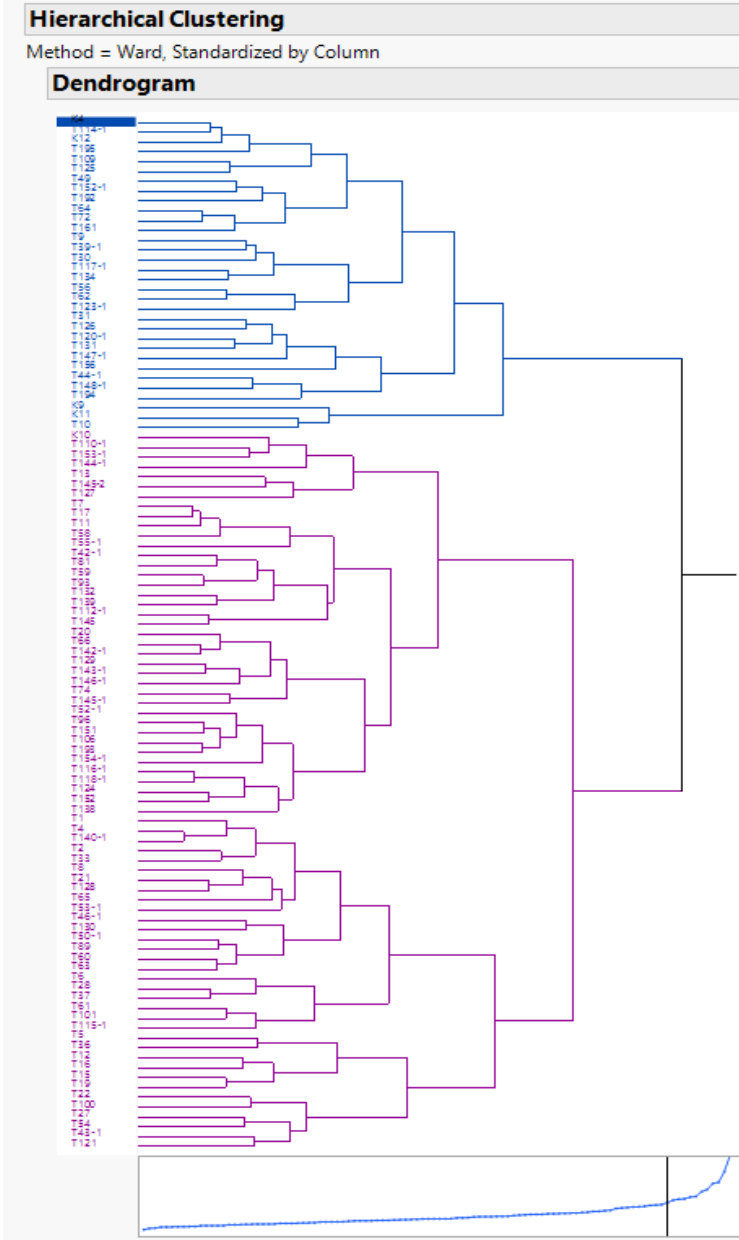
PC1 ve PC2 bileşenleri kullanılarak 105 sofralık domates hattının değerlendirilmesi için skore plot grafiği oluşturulmuştur (Şekil 2). Grafik üzerinde kırmızı karelerle gösterilen her bir nokta, farklı bir genotipi temsil etmektedir. Merkeze yakın konumlanan genotipler, analizde kullanılan değişkenlerin ortalama değerlerine yakın özellikler göstermektedir. Örneğin, K1, T10 ve T49 genotipleri bu gruba dahildir. Merkezden uzaklaşan genotipler ise belirli özellikler açısından daha uç değerlere sahiptir. Örneğin, T194 ve T120-1 genotipleri, diğerlerinden belirgin şekilde farklı özellikler sergilemektedir. Pozitif yönde, özellikle Bileşen 1'e yakın konumlanan genotipler (örneğin T153-1 ve T144-1), bu bileşenin belirlediği özelliklerde yüksek değerlere sahiptir. Buna karşın, aynı bileşenin negatif yönünde yer alan genotipler (örneğin T194 ve T123-1), bu özelliklerde daha düşük değerler göstermektedir. Benzer şekilde, Bileşen 2'nin üst kısmında yer alan genotipler (örneğin T145 ve T5), bu bileşende yüksek değerlere sahipken, alt bölgede bulunanlar (örneğin T46-1 ve T65) daha düşük değerlere sahiptir.



Şekil 2. PC1 ve PC2 bileşenleri kullanılarak oluşturulan skore plot grafiği

Figure 2. Score plot graph created using PC1 and PC2 components

Bazı büyüme ve meyve parametreleri bakımından genotipler arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla genotipler cluster analizine tabi tutulmuştur. Mavi ve mor renklerle gösterilen dallar farklı kümeleri temsil ediyor. İki ana küme olduğu görülüyor: Üstte mavi renkle gösterilen ve altta mor renkle gösterilen büyük gruplar. Bu ana kümeler, kendi içlerinde alt kümelere ayrılmış durumda. En kısa dal uzunluğuna sahip genotipler, birbirine en yakın olanlardır; örneğin, T12 ve T11, T14-1 ve T14-2 gibi genotipler kısa dallarda birleşmektedir.



Şekil 3. Cluster analizine ait dendrogram

Figure 3. Dendrogram of cluster analysis

4. SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye ve Kırgızistan'dan Derlenen Bazı Yerel Sofralık Domates Genotiplerinin yerel domates genotipleri açık arazide yetiştirilmiş ve morfolojik gözlem verileri belirlenmiştir. Temel Bileşen Analizi (PCA) sonuçlarına göre, birçok genotip analizde kullanılan değişkenlerin ortalama değerlerine yakın konumlanmış ve bu durum, genotipler arasında ayrışmanın sınırlı düzeyde olduğunu göstermiştir. K1, T10 ve T49 gibi genotiplerin merkeze yakın yerleşmesi, özelliklerinin birbirine oldukça yakın olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, belirli morfolojik özellikler bakımından lokasyonlara özgü bazı farklılıkların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. T194 ve T120-1 gibi genotiplerin uç noktalarda yer alması, bu genotiplerin belirli değişkenlerde daha farklı ve ekstrem değerlere sahip olduğunu işaret etmiştir. Bileşen 1 ve Bileşen 2 eksenlerinde, bazı genotiplerin belirgin şekilde farklılaştığı da tespit edilmiştir. Özellikle T153-1 ve T144-1 gibi genotiplerin pozitif yönde ayrıştığı, bu genotiplerin analiz edilen bazı özelliklerde yüksek değerlere sahip olduğunu ortaya koymuştur. T46-1 ve T65 gibi genotiplerin ise negatif yönde yer alması, aynı özelliklerde daha düşük değerlere sahip olduklarını göstermektedir. Bu bulgular, genotiplerin benzer özellikler taşımasına rağmen, belirli çevresel koşullar ve lokasyon etkileri altında özelliklerin kısmen farklılık gösterebildiğini kanıtlamaktadır. Sonuç olarak, genotiplerin birbirinden ayrılmasının sınırlı kaldığı, ancak belirli lokasyonlara özgü morfolojik farklılıkların tespit edilebildiği görülmüştür. Sonuç olarak ileride çalışmanın moleküler teknikler ile akrabalık derecelerinin belirlenmesi ile daha etkin kullanılabilir olacaktır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): MÖ(%20), MP(%60) NK(%10), AM(%10)

Veri Toplanması (Data Acquisition): MÖ(%60), AM(%40)

Veri Analizi (Data Analysis): NK(%50), MÖ(50)

Makalenin Yazımı (Wriring Up): NK(%80), MP(%20)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): NK(%80), MP(%20)

KAYNAKLAR

- Abak, K., İlbi, H. 2022. Sebze Islahı - cilt 3 : *Solanaceae* (Patlıcançiller) Domates Islahı. Gece Kitaplığı. ISBN: 978-625-430-116-2.
- Altıntaş, S., Polat, S., Şahin, N. 2016. Marmara Bölgesi'nden Toplanan Domates Popülasyonlarının Moleküler ve Morfolojik Karakterizasyonunun Belirlenmesi. In: B. B. Bölümü (Ed.), NKU.BAP.00.24.AR.14.22.
- Çukadar, K., Dursun, A. 2012. Erzincan İli Domates Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. 9. Ulusal Sebze Sempozyumu Konya. Türkmen, P. D. Ö., Sabır, R. A. S. ve Seymen, U. M.: 116-124.
- Danin-Poleg, Y., Reis, N. 2001. Development and characterization of microsatellite markers in Cucumis. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 61-72.
- Evgenidis, G., Traka-Mavrona, E. and Koutsika-Sotiriou, M. 2011. Principal component and cluster analysis as a tool in the assessment of tomato hybrids and cultivars. *International journal of agronomy*, 2011.
- FAO. 2023. FAO Statistical Database. Available at <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (Erişim tarihi: 1 Kasım 2024).
- Gözen, V. 2008. Hıyarda (*Cucumis sativus* L.) örtü altı yetiştirilmesine uygun hibrit çeşit Islahında morfolojik karakterizasyon, hibrit kombinasyonları ile hibrit tohum verim ve kalitesinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 196s, Ankara
- Kaloo, D. 1988. *Vegetable Breeding*. CRC Press Inc. Boca Raton.
- Kal, Ü., Kayak, N., Kıymacı, G., Dal, Y., Seymen, M., Türkmen, Ö., Kurtar, E.S. 2020. Some Morphological Properties of Qualified Tomato Inbred Lines And Principal Component Analysis of the Relationship Between These Properties. In "IV. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress", Online.
- Kayak, N. 2022. Kırkağaç ve Hasanbey tipi kavunlarda fom (*Fusarium oxysporum* f.sp. melonis) ve ZYMV (Zucchini Yellow Mosaic Virüs) dayanımlı islah hatlarının eldesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Kayak, N., Kıymacı, G., Kal, Ü., Dal, Y., ve Türkmen, Ö. 2022. Determination of Morphological Characteristics of Some Prominent Tomato Genotypes. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 36 (1): 105-113.
- Keskin, L. 2014. Bazı Domates (*Solanum lycopersicum*) Genotiplerinin Melezlenmesi, Ebeveyn ve Melezlerin Morfolojik Karakterizasyonu. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Kurt, T. 2019. Yerel domates genotiplerinin seleksiyonu ve morfolojik karakterizasyonu. Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat
- Mohammadi, S.A., Prasanna, B. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants—salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43(4): 1235-1248.
- Oğuz, A. 2010. Bazı yerel domates genotiplerinde farklı yöntemler kullanarak domates lekeli solgunluk virüsü (tomato spotted wilt virüsü=TSMV)'nde dayanıklılığın ve genetik varyasyonların araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 178s, Ankara
- Oğuz, A., Gözen, V., Kabaş, A., Zengin, S., Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. 2014. Determination of relationship between some Turkish local tomato genotypes by using phenotypic characterization. *Derim*, 31(1): 25-34. <https://doi.org/10.16882/derim.2014.96193>.
- Özbay, N. 2021. 'Guldar' Domatesinin Coğrafi İşaret Almasına Yönelik Yürütülen Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2): 492-500.
- Özbay, N., Sarıyer, T., Korkmaz, A. 2012. Afyonkarahisar ili ekolojik şartlarına uygun sofralık domates çeşitlerinin belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1: 64-70.
- Özdamar, K. 2004. Paket Programlar ile İstatiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler). Kaan Kitapevi.
- Seymen, M., Yavuz, D., Dursun, A., Kurtar, E. S., Türkmen, Ö. 2019. Identification of drought-tolerant pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes associated with certain fruit characteristics, seed yield, and quality. *Agricultural Water Management* 221: 150-159
- Sönmez, K., Oğuz, A., Özdamar, K., Ellialtıoğlu, Ş. 2015. Bazı Yerel Sofralık Domates Genotiplerinin Morfolojik ve Fenolojik Olarak Akrabalık Derecelerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1): 24-40. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236388>.
- UPOV. 2001. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Available at: <http://www.upov.int/> (Erişim tarihi: 01 Kasım 2024).
- Ward, J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58:236-244. doi.org/10.2307/2282967.



A New Cherry Laurel Cultivar: 'Alis1'

Yeni Karayemiş Çeşidi: 'Alis1'

Ali İSLAM¹

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu
· islamali@hotmail.com · ORCID > 0000-0002-2165-7111

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 05 Kasım/November 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Aralık/December 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 87-97

Atıf/Cite as: İslam, A. "A New Cherry Laurel Cultivar: 'Alis1'" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 40(1), February 2025: 87-97.

A NEW CHERRY LAUREL CULTIVAR: 'ALIS1'

ABSTRACT

'Alis1' is a new cultivar of cherry laurel developed for table consumption. The aim of this study is to describe a new cherry laurel cultivar and to reveal fruit characteristics. Before the study, 32 promising types were determined by the selection study carried out in the Black Sea region between 2007-2010. One of these genotypes was encoded with T219. The type was propagated by cuttings in 2010-2011 and, planted in a trial plot with 6 plants in 2012. Yields started in 2015 and the results of the research covered the years 2017-2019. Fruit, cluster, seed and leaf characteristics of the 'Alis1' cherry laurel cultivar were observed and examined. The fruit characteristics of the 'Alis1' cultivar, including its size, weight, and color, were carefully observed and categorized. The fruit weight was 5.08 g, the fruit size was 19.72 mm, the fruit stem length was 4.65 mm, the seed weight was 0.40 g, the cluster length was 13.3 cm, the cluster weight was 47.94 g, and the number of fruits in the cluster was 9. Leaf width and length were determined as 4.79 cm and 17.40 cm, and annual shoot length was 67.89 cm. Cluster length, number of flowers in clusters and cluster weight are classified as "medium" and fruit size as "large". As a fruit, the 'Alis1' cultivar is the first registered cultivar in our country and in the world. As an evaluation, the 'Alis1' cultivar produces big sized fruits with a blackish fruit color. As a conclusion, the cherry laurel is an important and promising fruit species for our country as product diversity and alternative taste characteristics. Cherry laurel is used as a fruit and ornamental plant. Cultivar registration is commercially the first step for establishing an orchard and paving the way for production. This study and registration is important as diversity for Black Sea region.

Keywords: *Prunus laurocerasus* L., *Laurocerasus officinalis* Roemer, Cherry laurel, Cultivar, Registered Variety, Rootstock.



YENİ KARAYEMİŞ ÇEŞİDİ: 'ALIS1'

ÖZ

'Alis1' sofralık tüketim için geliştirilmiş yeni bir karayemiş çeşididir. Bu çalışmanın amacı tescil edilen bu yeni karayemiş çeşidinin tanımlanması ve meyve özelliklerinin ortaya konulmasıdır. 2007-2010 yılları arasında Karadeniz bölgesinde yapılan seleksiyon çalışması ile 32 ümitvar tip belirlenmiş idi. Bu genotiplerden biri T219 ile kodlanmıştır. 2010-2011 yıllarında çelikle çoğaltılan bu bireyler Ar-Ge parseline dikilmiştir. 2015 yılında verim alınmaya başlanmış olup araştırma

sonuçları 2017-2019 yıllarını kapsamaktadır. 'Alis1' karayemiş çeşidinin meyve, salkım, çekirdek özellikleri ile yaprak özellikleri incelenmiş, bitki gelişimi gözlenmiştir. 'Alis1' çeşidinin meyve ağırlığı 5.08 g, meyve büyüklüğü 19.72 mm, meyve sapı uzunluğu 4.65 mm, çekirdek ağırlığı 0.40 g, salkım uzunluğu 13.3 cm, salkım ağırlığı 47.95 g, salkımda meyve sayısı 9 olarak saptanmıştır. Yaprak eni ve boyu 4.79 cm ve 17.40 cm, yıllık sürgün uzunluğu 74.19 cm olarak tespit edilmiştir. Çiçek salkım uzunluğu, meyve salkımında çiçek sayısı ve meyve salkım ağırlığı "orta", meyve büyüklüğü "büyük" olarak sınıflandırılmıştır. Yaprak uzunluğu ve genişliği "uzun-orta" ve yaprak sapı uzunluğu "uzun" olarak tasnif edilmiştir. Karayemiş meyve ve süs bitkisi olarak kullanılan bir türdür. Meyve olarak 'Alis1' çeşidi ülkemizde ve dünyada ilk tescil edilen bir çeşittir. Bu çeşit aynı zamanda anaç olarak da tescillidir. 'Alis1' çeşidi genel olarak değerlendirildiğinde orta büyüklükte meyve, siyahimsi meyve rengi ve büyük ağaçlar oluşturmaktadır. Bu çalışma ile aşağıdaki hususlar önerilebilir. Karayemiş ürün çeşitliliği ve alternatif tat özelliği bakımından ülkemiz için önemli ve geleceği olan bir meyve türüdür. Ticari olarak çeşit tescili, bahçe kurulması ve üretimin önünün açılması için ilk basamaktır. Ürün çeşitliliği açısından bu çalışma ve tescil önem arz etmektedir. Bu çalışma ürün çeşitliliği ve tescil altına alma bakımından Karadeniz Bölgesi için önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Prunus laurocerasus*, *Laurocerasus officinalis* Roemer, Taf-lan, Tescilli Çeşit, Anaç.



1. INTRODUCTION

The fruit genetic diversity is very high due to the very different ecological conditions and geographical structure in Türkiye. For this reason, Türkiye is the homeland of many fruit species and an important center of fruit culture in the world. Ecological conditions and geographical structure also create important genetic diversity in the Black Sea Region. There are different fruit and plant communities in the region. Cherry laurel is a species that has both fruit and ornamental plant characteristics. It also has medicinal and aromatic value.

Cherry laurel is an evergreen, shrub or tree type. It belongs to the family Rosaceae of the genus *Laurocerasus* DuRoi of the subfamily Prunoideae. The Latin name of this species is *Laurocerasus officinalis* Reomer or *Prunus laurocerasus* (L.) Mill. (Özbek, 1978). The Turkish name of this species is "karayemiş"; the synonym is "taflan" (İslam, 2005).

Cherry laurel plants are found in different areas of the world, especially in the southeast of Europe, the Balkans and Northern Iran. The natural distribution area of the plant in our country is the eastern regions of the Black Sea, the Caucasus,

the Taurus Mountains, the Northern and Eastern Marmara (Zeybek 1960; Anşın and Özkan 1993). Edible types located in the Black Sea region are generally used for table consumption. Cherry laurel trees grow naturally in the Black Sea region.

In the world, this species is mostly used as an ornamental plant. It is a tree with showy flowers. It is suitable for pruning and can be given different shapes. The habitus of cherry laurels differs from each other as leaf size and shape, flowering, flower boards, fruit color and sizes (İslam et al., 2010; Fat and Beyhan, 2024). On the other hand, it has been used in pharmacy (Güven and Geçgil, 1961; Baytop, 1999; Koç, 2003). Again, it has been shown in many studies that cherry laurels have medicinal value. The cultivated types differ to fruit shape, color, taste, size, and ripening time (İslam and Bostan, 1996; İslam, 2002; Turna and Güney, 2006; Macit, 2021). Cherry laurel fruits have a different taste and flavor than other of fruits. Peoples used as fresh consumption, drying, jam, marmalade, preserves and pickles. It is used in the food industry as a flavoring additive (Sülüşoğlu and Çavuşoğlu, 2009). Fruit powders are considered as an alternative to fresh fruit because they are always available (Ergüney et al., 2015). It is used as a diet; it gives a feeling of satiety. It is added to cakes and compotes to add taste and aroma. The molasse is reported to be rich in phenolic compounds (Liyana-Pathirana et al., 2006).

Cherry laurel juice obtained from the fresh and young leaves of cherry laurels is used as a sedative, cough suppressant, nausea reliever and pain reliever (Erdemoglu et al., 2001; Tanker et al., 2007). It is rich in phenolic substances, antioxidants, anti-carcinogens (İslam et al., 2020). It is stated that the antioxidants found in high levels in cherry laurels are effective against Alzheimer's, diabetes, tissue and skin diseases (Alaşalvar et al., 2005; Eser et al., 2014). It is included in the composition of eye lotions (Çankaya et al., 2018). It is stated that the amygdalin glycoside found in cherry laurels can be used as an alternative source for drugs used for the treatment of anemia, asthma, high blood pressure, vascular system, diabetes, migraine and tumors (Dursun and İslam, 2020). Dimethyl sulfoxide extract of cherry laurels has a selective cytotoxic effect on some cancer cells, especially colon cancer (Demir et al., 2017).

İslam (2005) evaluated the results obtained in the studies conducted in the Black Sea Region and emphasized the importance of cherry laurels for the region. Cherry laurel grows naturally in the Black Sea region, it is a fruit compatible with the climate of the region, and it is known that commercial cherry laurel cultivation will be a good source of income.

Some of the genotypes that are notable in the region (Su, Kiraz, Vavul, Selvi, etc.) have been highlighted and individuals that are valuable for table consumption have been selected through selection (İslam and Odabaş, 1996; Bostan, 2001; İslam, 2002; Bostan and İslam, 2003; Akbulut et al., 2007; Macit, 2008; İslam and Vardal, 2009; İslam et al., 2010; İslam and Deligöz, 2012; İslam et al., 2020).

Today, it is seen that many countries pay more attention to the research of new types of fruits. The characteristics of the species, production techniques, research on usage areas, culturing studies and dissemination of production are becoming increasingly important. Human beings are now trying to eat more consciously by looking for diversity in their taste and examining the medicinal values of foods.

In this study, it is aimed to reveal the fruit characteristics of the 'Alis1' the cherry laurel cultivar, which is the natural plant of the Black Sea Region registered by TTSM (TTSM:Tohumluk tescil ve sertifikasyon merkezi (Seed registration and certification center), the unit under the Ministry of Agriculture and Forestry).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Material

This study was carried out in 2017 - 2019 in the research parcel located in the Karapınar neighborhood of Ordu province. Individuals with code number T219 were planted in 2012. The T219 type was collected Trabzon province within the Tübitak project scope (project number 107O252).

2.2. Method

This study was carried out based on the method used in İslam et al (2010). Fruit samples were taken from different parts of the tree in 20 clusters to represent the whole. A balance sensitive to 0.01 g was used in 20 fruits for weight measurements. A digital caliper sensitive to 0.01 mm was used to measure cluster, fruit and seed sizes, fruit stem length and thickness. Sensory, observation-counting was performed to determine fruit taste, astringency, uniformity, separation of the seed from the fruit flesh. The classification for registration is taken from the TTSM data bank (Anonymous, 2019).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The origin of the 'Alis1' cherry laurel cultivar is the T219 coded selection material, which is promising in the evaluation made as a result of the TÜBİTAK project numbered 107O252 "Selection and propagation of cherry laurel grown in the Black Sea region".

Important pomological characteristics of the 'Alis1' cherry laurel cultivar are presented in Table 1. The fruit weight of the cultivar was 5.08 g, the fruit size was 19.72 mm, the fruit stem length was 4.65 mm, the seed weight was 0.40 g, the cluster length was 13.03 cm, the cluster weight was 47.95 g, and the number of fruits in the cluster was 9.29. Leaf width and length were 4.79 cm and 17.40 cm, and annual shoot length was 74.19 cm.

Table 1. Important pomological characteristics of the ‘Alis1’ cherry laurel cultivar

	Minimum Value	Maximum Value	Average Value	Standard Deviation
Fruit Weight (g)	4.16	6.23	5.08	±0.525
Fruit Width (mm)	17.04	22.72	19.83	±1.399
Fruit Length (mm)	17.45	22.32	19.60	±1.107
Fruit Size (mm)	17.25	22.42	19.72	±1.216
Fruit Stem Length (mm)	2.32	7.55	4.65	±1.343
Fruit Stem Thickness (mm)	1.47	2.53	1.77	±0.243
Seed Weight (g)	0.33	0.49	0.40	±0.043
Seed Width (mm)	7.01	9.95	8.46	±0.768
Seed Length (mm)	10.54	14.84	12.21	±0.843
Fruit/Seed Ratio	5.93	9.87	7.87	±0.325
Cluster Weight (g)	28.1	91.4	47.95	±15.374
Cluster Length (cm)	8.2	18.5	13.03	±2.147
Number of Fruits in the Cluster (pcs)	5	20	9.29	±3.475
Leaf Width (cm)	4	6	4.79	±0.589
Leaf Length (cm)	15	21.5	17.40	±1.554
Petiole Width (mm)	2.1	3.92	2.76	±0.432
Petiole Length (mm)	9.5	15	12.21	±1.456
Annual Shoot Length (cm)	41	115	74.19	±19.949

For the purpose of registration, some features are classified. Plant growth form is classified as “semi-upright”, inflorescence length and fruit cluster weight as “middle”, and fruit size as “large”. Plant growth are classified as “Very strong”, leaf shape is classified as “narrowly elliptical”, and leaf edge gearing is classified as “partially gearing” (Table 2,3).

Table 2. Basic features of the ‘Alis1’ cultivar*

Botanical Name	<i>Prunus Laurocerasus</i> L.
Species Name	Cherry Laurel
Cultivar Name	Alis1
Test Station Location	Ordu
Duration of the Test	2017-2018
Date of Registration	2019
Variance Report	Markedly Different from Other Varieties
Uniformity	Homogeneous Enough
The Main Characteristics of the Cultivar	Fixed

*: It has been presented according to the “Cultivar Specification Certificate” prepared by TTSM.

Table 3. Technical characteristics of the 'Alis1' cultivar *

Breeding Method	Selection
Plant Growth Force	Very Strong
Plant Growth Form	Semi-Upright
Plant Branching	A Lot
Shoot Color	Light Green
Branch Color	Brownish-Gray
Branch Lenticular Density	None or Very Little
Angle of the Side Shoots with the Main Branches	Medium
Sheet Length-Width	Tall-Medium
Petiole Length	Tall
Leaf Shape	Narrowly Elliptical
Leaf Tip	Pointed
Leaf Base	Narrow Angle
Leaf Edge Gearing	Partially Gearing
Inflorescence Time	Middle
The Number of Flowers in the Inflorescences	Medium
The Location of the Stigma Relative to the Stamens in the Flower	High
Fruit Cluster Length	Middle
Fruit Cluster Weight	Middle
Fruit Density in Cluster	Sparse
Fruit Size	Large
Fruit Stem Length	Medium
Fruit Shape	Heart
Fruit Color	Blackish
Pulp Color	Yellow
Fruit Firmness	Very
Breaking off the Fruit from the Stem	Easy
Fruit Taste	Middle
Seed Size	Medium
Seed Shape	Wide Elliptical
Separation of Seed from Fruit Flesh	Medium
The Beginning of Flowering	Medium
Time of Ripeness for Consumption	Early

*: It has been presented according to the "Cultivar Specification Certificate" prepared by TTSM.

Alis1
Prunus laurocerasus L.



Tobuamluk Tesel ve Serifikasyon Merkez: Mdrlg
Gayret Mah. Fatih Sultan Mehmet Bulvarı No: 62 P.K. 30 06172 Yenimahalle – ANKARA
Tel: +90 312 315 46 05 – +90 315 89 59 Faks: +90 312 315 09 01 Web: www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM



Figure 1. Some pictures showing the characteristics of the ‘Alis1’ cultivar*

*: It has been presented according to the “Cultivar Specification Certificate” prepared by TTSM.



Figure 2. Fruit cluster of 'Alis1' cultivar (Foto: A. İSLAM, 2022)

Fruit weight is one of the most important quality criteria in cherry laurels for table consumption. The fruit weight of the 'Alis1' cherry laurel cultivar is 5.08 g. Bostan and İslam (2003) reported that the fruit weight of the cherry laurel types grown in the central district of Trabzon province varied between 2.06-6.79 g. It is reported that the fruit weights of promising types in Ordu province vary between 1.47-6.24 g (İslam and Deligöz, 2012). Akbulut et al. (2007) reported that the fruit weight was 1.40-5.39 g, and Macit (2008) stated that in 2005-2006, the fruit weight of the promising 4 cherry laurel type was between 3.48-4.81 g in the Black Sea Agricultural Research Institute Ambarköprü trial area. The fruit of 'Alis1' cultivar is big compared to other cherry laurel types.

Cherry laurel fruits are located on clusters arranged on a single axis (Figure 2). The weight and length of the cluster and the number of fruits in the cluster are important. Similar studies were conducted in fruit or cluster in cherry laurel. The cluster weights of the selected types in the Ordu are 17.28-70.69 g; cluster lengths were 99.10-154.25 mm (İslam and Deligöz, 2012). Karadeniz and Kalkışım (1996) stated that cluster weights ranged 62.7 from 123.9 g in cherry laurel types grown in Akçaabat region. Macit (2008) found that the cluster weights of 4 cherry laurel types were between 13.31-40.20 g; the length of the cluster was between 7.67-12.50 cm in the trial orchard of the Black Sea Agricultural Research Institute. Akbulut et

al. (2007) found that the cluster weight was 5.84-57.82 g, Bostan (2001) found that the cluster weight of the Su cherry laurel local cultivar grown in Trabzon was 46.75 g. And İslam (2002), reported that the cluster weight of Kiraz cherry laurel local cultivar was 67.9 g. The results of the resources are similar.

The fruit/seed ratio is an important feature with regard to fruit quality. It is desirable that this rate is high. The fruit / seed ratio was 7.87 in 'Alis1' cultivar. İslam and Odabaş (1996) determined the fruit /seed ratios were between 4.39-7.35 in the cherry laurel selection study carried out in Vakfikebir. Macit (2008) determined the fruit /seed ratios between 5.23-7.78 in his study on selected 4 cherry laurel types. Karadeniz and Kalkışım (1996) reported that the fruit /seed ratios in 20 cherry laurel types were between 4.75-16.52. The fruit /seed ratio values in these studies are similar.

4. CONCLUSION

Cherry laurel is commonly grown in the Black Sea Region and consumed for different purposes such as table fruit, jam, molasses, pickles, etc. Cherry laurels are fondly consumed by the local people. The commercial cherry laurel production has not yet developed, and the fruits are frequently sold in neighborhoods and local markets.

'Alis1' cherry laurel cultivar is evaluated. It can be said that the cultivar has big sized fruits, early maturation, blackish fruit color and big sized trees.

It is recommended to establish regular cherry laurel orchards and used good cultural techniques. So, the yield will be increased and fruit quality characteristics will improve. As a result, the fruit will be better promoted, the market value will increase, and it will be a separate economic income for the growers.

It is important to continue the studies on cherry laurels and to determine the real value of this species by revealing its characteristics, and to improve the existing cultivation areas. It is also expected that the number of varieties will increase with regard to different characteristics.

Cherry laurel is a fruit and landscape species and also has medicinal and aromatic value. It is natural in Turkey's plant population. It is a promising fruit species in terms of product diversity and alternative taste characteristics. Because cherry laurel attracts attention with its different fruit taste. Some genotypes have different levels of bitter taste; some have a different flavor and taste.

A commercially registered cultivar is the first step towards establishing an orchard and leading to production. 'Alis1' can be used both as a cultivar and as a

rootstock. Detailed research can be done on this cultivar. Consumer preferences should be highlighted in registered varieties. Different genotypes should be registered and detail resources such as flowering biology, pollination, fruit set, fruit characteristics and quality, disease and pest control, post-harvest physiology, storage, health effects, processing technology, usage area, etc should be done on the registered cultivar.

Acknowledgement

I would like to thank TÜBİTAK (No:107O252) and DOKAP (Eastern Black Sea Regional Development Administration) for their financial contribution to the execution of this study and for supporting the project. I would also like to thank the Ministry of Agriculture Seed registration and certification institution.

Conflict of Interest

For the certification process, the applicant institute is Ordu University, Faculty of Agriculture for registration. Prof. Dr. Ali İSLAM is that carried out the application and all research on the cultivar, and all rights of the cultivar belong to him.

REFERENCES

- Akbulut, M., Macit, İ., Ercişli, S., Koç, A. 2007. Evaluation of 28 cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) genotypes in the Black Sea region, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35, 463-465.
- Alaşalvar, C., Al-Farsi, M., Shahhidi, F. 2005. Compositional Characteristics and Antioxidant Components of Cherry Laurel Varieties and Pekmez. *Journal of Food Science*, 70(1), 47-52.
- Anonymous, 2019. Tarım Bakanlığı Tohumculuk tescil ve sertifikasyon merkez müdürlüğü. Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM> (Erişim tarihi: 01/10/2024)
- Anşın, R., Özkan, Z.C., 1993. *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta). Odunsu Taksonlar*. K.T.Ü. Orman Fak. Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon, 512 s.
- Baytop, T. 1999. *Türkiye'de bitkiler ile tedavi*. Nobel Tıp Kitabevi. ISBN: 975-420-021-1 480s
- Bostan, S. Z. 2001. Pomological traits of "Su" cherry laurel. *Journal American Pomological Society*, 55(4), 215-217.
- Bostan, S. Z., İslam, A. 2003. Trabzon'da yetiştirilen mahalli karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.) tiplerinin pomolojik ve fenolojik özellikleri. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 27-31.
- Çankaya, S., Öçsoy, İ., Kaçmaz, G., Çolak, C., İlgün, S., İldiz, N., Eken, A., Yusufbeyoğlu, S., Karaman, Ü., Baldemir, A. 2018. *Laurocerasus officinalis* Roemer (Taflan) meyve ekstratlarından nano çiçek sentezi ile akantamobisidal aktivitenin artırılmasında yeni bir strateji. *Mikrobiyol Bul.* 52(1), 56-71
- Demir, S., Turan, İ., Demir, F., Ayazoğlu, E., Aliyazıcıoğlu, Y. 2017. Cytotoxic effect of *Laurocerasus officinalis* extract on human cancer cell lines. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21, 121-126
- Dursun, S., İslam, A. 2020. Karayemişte siyanür içerikli amigdalin ve prunasın miktarlarının belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 213 - 222
- Erdemoglu, N., Küpeli, E., Yesilada, E. 2001. Anti-inflammatory and antinociceptive activity assessment of plants used as remedy in Turkish folk medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 89, 123-129.
- Ergüney, E., Gülsünoğlu, Z., Firatlıgil-Durmus, E., Kılıç-Akyılmaz, M. 2015. karayemis tozu fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Akademik Gıda*, 13(2), 108-114.
- Eser, M., Şentürkoğlu, S., Tunçdemir, M., Balcı, H., Karaca, Ç., Uslu, E., Atikeren, P., Karabulut, E., & İslam, A. 2014. *The antidiabetic effects of the fruits of 'Laurocerasus officinales Roemer' on pancreatic islands of streptozotocin-induced diabetic rats*, 18th International Microscopy Congress, Prag, September 7-12, pp.3398-3398
- Fat, A., Beyhan, N. 2024. Floral Bud Development of Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis* Roemer) in the Black Sea Region of Türkiye. *Applied Fruit Science*, 66(6), 2433-2442.

- Güven K.L., Geçgil, T.H. 1961. *Taftan suyu hazırlanması hakkında*. Eczacılık Bülteni No:3, s:17
- Islam, A., Deligöz, H. 2012. Ordu ilinde karayemiş (*Laurocerasus officinalis* L.) seleksiyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(1), 37-44. <https://doi.org/10.29278/azd.132750>
- Islam, A. 2002. 'Kiraz' cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30, 301-302.
- Islam, A. 2005. Karayemiş yetiştiriciliği ve önemi. *Ege Karadeniz Dergisi*, 28(4), 25-32.
- Islam, A., & Bostan, S. Z. 1996. Ümitvar bir meyve: Karayemiş. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 291, 21.
- Islam, A., Çelik, H., Aygün, A., Kalkışım, Ö. 2010. Selection of native cherry laurels (*Prunus laurocerasus* L.) in the Blacksea Region. In *International Conference on Organic Agriculture in Scope of Environmental Problems* 3(7).
- Islam, A., Karakaya, O., Gün, S., Karagöl, S., Öztürk, B. 2020. Fruit and biochemical characteristics of Selected Cherry Laurel Genotypes. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57 (1),105-110. DOI: 10.20289/zfdergi.601390
- Islam, A., Odabaş, F. 1996. Vakfıkebir ve çevresinde yetiştirilmekte olan karayemişlerin seleksiyon yoluyla ıslahı-I. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(4), 147-158.
- Islam, A., Vardal, E. 2009. Pomological characteristics of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) grown in Rize. *Acta Horticulturae*, 818, 133-136.
- Karadeniz, T., Kalkışım, Ö. 1996. Akçaabat'ta yetiştirilen karayemiş tiplerinde seleksiyon çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 147-153.
- Koç, H., 2003, Lokman Hekimden Günümüze Bitkilerle Sağlıklı Yaşama. Kültür Bakanlığı Yayınları 2883, Kültür Eserleri Dizisi 373, Ankara.
- Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F., Alasalvar, C. 2006. Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry* 99,121-128
- Macit, İ. 2008. Karadeniz Bölgesi Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.) Seleksiyonu II. Aşama. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)*, Samsun, 47 s.
- Macit, İ. 2021. Evaluation of agronomic, bioactive and element status of promising cherry laurel (*P. laurocerasus*) accessions in the genetic collection by multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 287, 110253.
- Özbek, S. 1978. *Genel meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:31, Adana, 386 s.
- Sülüşoğlu, M., Cavusoglu, A. 2009. Cutting propagation possibilities of natural Cherry Laurel (*Prunus laurocerasus* L.) of Turkey. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(2):234-237
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun, M. 2007. *Farmasötik botanik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 93:288. Ankara.
- Turna, İ., Güney, D. 2006. Karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roemer)'in genel özellikleri ve odun dışı orman ürünü olarak değerlendirilmesi. *1st International Non-Wood Forest Products Symposium (01-05 Kasım 2006, Trabzon)*, *Bildiriler Kitabı*, 56-62.
- Zeybek, N. 1960. *Türkiye'nin Tıbbi Bitkileri. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi*. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, İzmir.



Biyogaz Üretim Potansiyelinin ve Enerji Kapasitesinin İncelenmesi: Konya-Cihanbeyli Örneği

Examination of Biogas Production Potential and Energy Capacity: A Case Study of Konya-Cihanbeyli

Cevat FİLİKCİ¹, Tamer MARAKOĞLU²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Çiçekdağı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kırşehir
· cevat.filikci@ahievran.edu.tr · ORCID > 0000-0002-4169-8412

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, Konya
· marakoglu@selcuk.edu.tr · ORCID > 0000-0002-2824-116X

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 26 Kasım/November 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 24 Aralık/December 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 99-114

Atıf/Cite as: Filikci, C., Marakoğlu, T. "Biyogaz Üretim Potansiyelinin ve Enerji Kapasitesinin İncelenmesi: Konya-Cihanbeyli Örneği" Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 99-114.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Cevat FİLİKCİ

BİYOGAZ ÜRETİM POTANSİYELİNİN VE ENERJİ KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ: KONYA-CİHANBEYLİ ÖRNEĞİ

ÖZ

Ülkemizde ve Dünyada son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler çerçevesinde sürekli artış gösteren bir enerji ihtiyacı söz konusu olmuştur. Bu ihtiyaç çerçevesinde mevcut tükenebilir enerji kaynakları (petrol, doğalgaz vs) yetersiz kalmakla beraber yüksek oranda çevreye zarar vermektedir. Süreç içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının (biyogaz, güneş enerjisi vs.) önemi bir daha anlaşılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile sürekli ve temiz bir enerji sağlamak mümkün olacaktır. Bu çalışmada, Konya-Cihanbeyli ilçesinin süt ve besi çiftliklerinden oluşan hayvansal atık ve tarımsal atık yoğunluğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Cihanbeyli İlçe Tarım Müdürlüğü'nün verileri ve kullanılan eşitlikler yardımıyla biyogaz ve biyogaz enerji potansiyeli belirlenmiştir. Büyükbaş hayvanlarda toplam 584935.3 ton, Küçükbaş hayvanlarda toplam 120942.8 ton, Kanatlı hayvanlarda ise toplam 2402.3 ton atık miktarı buna bağlı olarak biyogaz üretiminde kullanılabilir olan atık miktarları sırasıyla, 39483.1; 4716.8; 1094 ton olarak hesaplanmıştır. Toplam tarımsal atık miktarı ise 577038.60 ton olarak belirlenmiştir. Araştırmada yıllık biyogaz potansiyeli toplam 12.41 milyon. m³. yıl⁻¹ ve enerji eş değeri toplam 343.76 milyon MJ. kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Biyogaz Potansiyeli, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Biyokütle, Enerji Kapasitesi Analizi.



EXAMINATION OF BIOGAS PRODUCTION POTENTIAL AND ENERGY CAPACITY: A CASE STUDY OF KONYA-CİHANBEYLİ

ABSTRACT

In light of recent technological advancements, there has been a growing demand for energy both in our country and worldwide. Existing non-renewable energy sources, such as oil and natural gas, are not only inadequate to meet this demand but also have significant environmental repercussions. This context has highlighted the importance of renewable energy sources, like biogas and solar energy. Utilizing renewable energy can facilitate the provision of continuous and clean energy. This study assesses the biogas and biomethanization energy potential by examining the density of animal and agricultural waste generated by dairy and

fattening farms in the Konya-Cihanbeyli district. Data from the Ministry of Energy and Natural Resources General Directorate of Energy Affairs Biomass Energy Potential Atlas (BEPA), along with information from the Ministry of Agriculture and Forestry and the Cihanbeyli District Directorate of Agriculture, were utilized in conjunction with relevant equations. The study calculated the total waste from cattle to be 584935.3 tons, ovine waste at 120942.8 tons, and poultry waste at 2402.3 tons, yielding potential biogas production contributions of 39483.1 tons, 4716.8 tons, and 1094 tons, respectively. Additionally, the amount of agricultural waste was determined to be 577038.6 tons. The annual biogas potential from animal waste was estimated to be 12.41 million m³ per year, with an energy equivalent value of 343.76 million MJ per kg.

Keywords: Biogas, Biogas Potential, Renewable Energy Resources, Biomass, Energy Capacity Analysis.



1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde söz konusu olan teknolojik gelişmelerle beraber enerji ihtiyacı artmaktadır. Son yıllarda artan bu ihtiyaç neticesinde insanlık farklı enerji sistemlerine yönelmiştir. Tükenebilir enerji kaynaklarının (petrol, doğalgaz, kömür vs.) ihtiyacı karşılayamayacak boyuta gelmesi ve çevreye verdiği zararlarda bu yönelişi desteklemektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile beraber farklı ve sürekli kullanım sağlayan enerji elde etme yöntemlerine yöneliş söz konusu olmuştur.

Tarım ve hayvancılık gelişmeye devam ettikçe, tarımsal ve hayvansal atıkların değerlendirilmesine yönelik potansiyel de giderek önem kazanmaktadır. Ülkemiz tarımsal ve hayvansal atıklar açısından önemli kaynaklara sahip olmasına rağmen, bu kaynaklar genellikle etkin bir şekilde değerlendirilmemektedir. Birçoğu ya yakılmakta ya da çevreye atılmaktadır. Küçük bir kısmı tarım alanlarında gübre olarak yeniden kullanılmaktadır, ancak bu genellikle uzun süre açık alanlarda bırakıldıktan sonra gerçekleşmektedir. Hayvan atıklarının yönetimi özellikle zayıftır, çünkü bu atıklar sıklıkla ekim alanlarına, meralara, açık arazilere ve nehirlerle gelişigüzel atılmakta ve kirlilik nedeniyle toprağın biyolojik kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır. Ayrıca, yaz aylarında ortaya çıkan aşırı koku ve sivrisineklerin çoğalması hem insan hem de çevre sağlığı için ek riskler oluşturmaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2013).

Biyogaz, organik maddeyi ayrıştıran metanojenik anaerobik arkelerin metabolik faaliyetleri sonucu üretilen gaz halindeki bir yan üründür. Anaerobik fermantasyon yoluyla üretilmektedir. Atık su, kentsel katı atık, tarımsal kalıntılar ve enerji bitkileri gibi yüksek konsantrasyonlu organik substratlar bu üretimde yer alan en

önemli materyallerdir. Biyogaz üretimi, atık yönetimini iyileştirmek ve yenilenebilir enerji girişimlerini ilerletmek için gereklidir (Rulkens, 2008). Metanojeniz süreci sırasında önemli bir enerji taşıyıcısı olan metan gazı üretilir. Bu biyojenik gaz; mekanik, elektrik ve termal enerjinin üretimini kolaylaştıran önemli bir yakıt kaynağı görevi görmektedir. Bu enerji dönüşümü; sürdürülebilir enerji ve enerji sistemlerinin gelişimi açısından önemlidir (Pind ve ark., 2003).

Biyogaz, bitki ve hayvan atıkları da dahil olmak üzere organik maddelerin anaerobik (oksijensiz) fermantasyonundan kaynaklanan renksiz ve yanıcı bir gaz karışımıdır. Genellikle %40-75 metan, %20-50 karbondioksit ve eser miktarda hidrojen sülfür, hidrojen, su buharı, amonyak, karbon monoksit ve nitrojen içermektedir (Çizelge 1) (Buğutekin, 2007).

Çizelge 1. Biyogaz bileşim oranları (Buğutekin, 2007)

Table 1. Biogas Composition ratios (Buğutekin, 2007)

Bileşim	Kimyasal Formül	Oranı(%)
Metan	CH ₄	40-75
Karbondioksit	CO ₂	20-50
Su Buharı	H ₂ O	0.10
Azot	N ₂	0-2
Oksijen	O ₂	0-0.5
Hidrojen	H ₂	0-1
Amonyak	NH ₃	0-0.5
Hidrojen Sülfür	H ₂ S	20-4000 ppm

Organik atıkların, evsel ve hayvansal atıkların varlığının çok olması ve bunların bertaraf edilmesi zorunluluğu nedeniyle, birçok ülke bu atıkların değerlendirilmesi noktasında yasal zorunluluklar ortaya koymuştur. Ülkemizde bununla ilgili birçok kanun, yönetmelik, yönerge, tüzük, kanun hükmünde kararname uluslararası anlaşma söz konusudur. Ülkemizde 1991 yılında yürürlüğe giren katı atıkların kontrol altına alınması ile ilgili yönetmelikte konu ile ilgili bazı yöntemler ve kıstaslar sınırlandırılarak ortaya konmuştur. Söz konusu olan bu yöntemlerden birisi ise; kompostlaştırma yöntemi organik atıkların aerobik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması işlemidir. Bu işlem sonucunda metan gazı yani biyogaz elde edilmektedir (Yaldız, 2004).

Biyogaz üretimi, karbonhidratlar, selüloz, hemiselüloz, yağlar veya proteinler içeren çeşitli biyokütle kaynaklarından faydalanılmaktadır. Seçilen biyokütle belirlenen özelliklerine göre uyarlanmış uygun bir fermantasyon süreci seçmek çok önemlidir (Deublein ve Steinhäuser, 2008). Biyogaz üretimi için yaygın olarak kul-

lanılan substratlar, verimli anaerobik sindirimi kolaylaştıran çeşitli organik maddeleri içermektedir. Biyogazla ilgili sunulan veriler hem biyogaz veriminde hem de metan içeriğinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Çeşitli substratların ve bunlara karşılık gelen biyogaz verimlerinin genel bir görünümü Çizelge 2'de verilmiştir (Yokuş, 2011).

Çizelge 2. Biyogaz üretiminde kullanılacak maddeler ve biyogaz verimleri

Table 2. Materials that can be used in biogas production and biogas yields

Kaynak	Biyogaz Verimi (Litre.kg ⁻¹)	Metan Oranı (%)
Sığır Gübresi	90-300	65
Kanatlı Gübresi	310-620	60
Buğday Samanı	200-300	50-60
Çavdar Samanı	200-300	59
Arpa Samanı	290-310	59
Mısır Sapları ve Atıkları	380-460	59
Keten ve Kenevir	360	59
Çimen	280-550	59
Sebze Atıkları	330-360	Değişken
Ziraat Atıkları	310-360	60-70
Yer Fıstığı Kabuğu	365	-
Dökülmüş Ağaç Yaprakları	210-290	58
Algler	420-500	63
Atık Su Çamuru	310-800	65-80

Bu çalışmada Konya-Cihanbeyli ilçesinin Süt ve besi çiftliklerinden oluşan hayvansal atık ve tarımsal atık yoğunluğu gözlemlenmiş olup, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Cihanbeyli İlçe Tarım Müdürlüğü'nün verileri ve kullanılan eşitlikler yardımıyla biyogaz ve biyogaz enerji potansiyeli belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Cihanbeyli, İç Anadolu Bölgesi'nin kalbinde yer alan Konya iline bağlı bir ilçedir. 38-39 Kuzey enlemleri ile 32-34 Doğu boylamları arasında yer alır ve yaklaşık 4.109 kilometre karelik bir alanı kaplar. İlçe merkezi deniz seviyesinden 980 metre yükseklikte yer alır ve Konya İlinin en geniş yüzölçümüne sahip ilçesi olarak tanınır. Genellikle Konya'nın "tahıl ambarı" olarak anılan Cihanbeyli, güneyde Tuz Gölü ile sınırlanır ve sınırlarını Şereflikoçhisar ve Aksaray ile paylaşırken, kuzeyde Yunak, Sarayönü, Kulu ve Haymana'nın yanı sıra Altınekin ilçesine doğru da uzanır. Cihanbeyli, kendi adını taşıyan bir plato üzerinde kurulmuştur ve Orta Anadolu coğrafyasının genel özelliklerine uygun bir manzara oluşturmaktadır. "İnözü" olarak bilinen geniş bir vadi boyunca yaklaşık 20 km mesafede yer almaktadır. İlçenin en yüksek noktası 1.150 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Bölge, özellikle komşu Kulu ilçesinde Ankara'ya doğru devam eden geniş plato özellikleriyle dikkat çekmektedir.

Araştırmada, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Cihanbeyli İlçe Tarım Müdürlüğü'nün verileri kullanılmıştır. Konya ili Cihanbeyli ilçesinin hayvan sayısı ile hayvansal atıkları ve tarımsal üretim ile tarımsal atık miktarları bu veriler doğrultusunda belirlenmiştir.

Çizelge 3. Konya- Cihanbeyli ilçesinin arazi dağılımı (Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

Table 3. Land distribution of Konya- Cihanbeyli district (Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

ARAZİ KULLANIM DURUMU		
Kullanım Şekli	Miktarı (da)	Oranı (%)
Ekilebilen Arazi (Tarıma Elverişli)	2220000	52.74
Çayır Mera Arazisi	986000	23.42
Orman Arazisi	0	0
Tarım Dışı Arazi(Yerleşim-Göller vs)	1003000	23.84
Toplam	4209000	100

Çizelge 4. Konya- Cihanbeyli İlçesinin Hayvan Varlığı ve Atık Miktarı (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

Table 4. Animal Asset and Waste Amount of Konya- Cihanbeyli District (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

Hayvan Adı	Hayvan Sayısı (adet)	Atık Miktarı (ton)
At	27	1478
Eşek	278	7610
Sığır (Kültür)	17895	163291.9
Sığır (Melez)	22830	149993.1
Sığır (Yerli)	1705	9334.9
Keçi (Kıl)	7360	5372.8
Koyun (Merinos)	5065	5546.2
Koyun (Yerli)	153250	167808.8
Et Tavuğu		0
Hindi	5475	205.3
Kaz	585	27.4
Ördek	480	22.5
Yumurta Tavuğu	28100	1538.5

Çizelge 5. Konya-Cihanbeyli ilçesinin tarımsal üretimi ve tarımsal atık miktarı (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

Table 5. Land distribution of Konya- Cihanbeyli district (BEPA, 2024; Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024)

Bitki Adı	Bitkisel Üretim (ton)	Atık Miktarı (ton)
Arpa	106735	85388
Aspir	615	922.5
Ayçiçeği	28447	65428.1
Buğday	304781	304781
Çavdar	1398	1118.4
Fasulye	1177	1765.5
Fig (Dane)	14250	0
Kolza (Kanola)	109	250.7
Mercimek	360	540

Mısır (Dane)	60803	72963.6
Mısır (Silajlık) - 1.Ekiliş	35000	0
Mısır (Silajlık) - 2.Ekiliş	2000	0
Nohut	5811	8716.5
Patates	26653	5330.6
Şekerpancarı	696795	27871.8
Tritikale (Dane)	211	168.8
Yonca (Yeşil Ot)	6900	0
Yulaf	610	488
Armut	90	0
Ayva	5	0
Badem	11	0
Ceviz	22	0
Çörekotu	70	0
Dut	4	0
Elma (Diğer)	35	0.9
Elma (Golden)	320	0.4
Elma (Starking)	300	0.6
Erik	2	0
İğde	4	0
Kayısı	159	0
Kimyon	3200	0
Kiraz	15	0.8
Şeftali	7	0
Üzüm	18	12.4
Vişne	8	0
Kabak (Sakız ve çerezlik)	75	30
Karpuz	1200	360
Kavun	3000	900

Çizelge 6. Tarla bitkisi atıklarının kullanılabilirliği ve birim ısıtma değerleri (Başçetinçelik et al., 2005)

Table 6. Waste availability and unit heating values of field crops in Turkey (Başçetinçelik et al., 2005)

Ürünler	Atıklar	Kullanılabilirlik (%)	Birim Isıl Değeri (MJ. kg ⁻¹)
Arpa	Saman	15	17.5
Buğday	Saman	15	17.9
Çavdar	Saman	15	17.5
Yulaf	Saman	15	17.4
Mısır	Sap	60	18.5
	Sömek	60	18.4
Pirinç	Saman	60	16.7
	Kabuk	80	12.98
Tütün	Sap	60	16.1
Pamuk	Sap	60	18.2
	Çırçır Atığı	80	15.65
Ayçiçeği	Sap	60	14.2
Yer Fıstığı	Saman	80	20.74
	Kabuk	80	20.74
Soya	Saman	60	19.4

Çizelge 7. Hayvan cinslerine göre atık özellikleri (Başçetinçelik et al., 2007; Eryaşar, 2007; Koçer et al., 2006; Omer ve Fadalla, 2003)

Table 7. Waste characteristics according to animal breeds (Başçetinçelik et al., 2007; Eryaşar, 2007; Koçer et al., 2006; Omer and Fadalla, 2003)

Hayvan Cinsi	Canlı Ağırlık(Kg)	Taze Atık Miktarı		TK(%)	UK(%)	Kullanılabilirlik Ahırda Kalma Süresi (%)
		Ağırlığın Yüzdesi	Kg. gün ⁻¹			
Büyükbaş	135-800	5-6	10-20	5-25	75-85	Süt 65
						Et 25
Küçükbaş	30-75	4-5	2	30	20	13
Kanatlı	15-2,0	3-4	0.08-1	10-35	70-75	99
				50-90	60-80	

Çizelge 8. Hayvan atık miktar kabulleri (Yokuş, 2011)**Table 8.** Animal waste quantity acceptances (Yokuş, 2011)

Hayvan Cinsi	Kabul Edilen Günlük Dışkı Miktarı (kg. Hayvan. Gün ⁻¹)
Büyükbaş	37.5
Küçükbaş	2
Kanatlı	0.16 (ort.)

2.2. Yöntem

Konya ili Cihanbeyli ilçesinin hayvan sayısı ile hayvansal atıkları ve tarımsal üretim ile tarımsal atık miktarları istatistiksel veriler doğrultusunda kabullerle belirlenmiştir. Biyogaz potansiyeli ve enerji değerleri eşitlik 1, eşitlik 2, eşitlik 3 ve eşitlik 4 yardımıyla (Yokuş, 2011) hesaplanmış olup, Konya ili Cihanbeyli ilçesinin, hayvansal atıklardan ve tarımsal atıklardan biyogaz üretim potansiyeli ve biyome-tanizasyon enerji değerleri belirlenmiştir.

$$C_{yyam} = (A \times B \times 365) / 1000 \dots \dots \dots (1)$$

C_{yya} : Yıllık üretilen yaş atık kütlesi (ton)

A: Hayvan sayısı (adet-baş)

B: Hayvansal atık madde kabul kat sayısı

$$C_{ykm} = C_{yyam} \times D \times E \dots \dots \dots (2)$$

C_{ykm} : Yıllık üretilen kuru madde kütlesi (ton)

C_{yyam} : Yıllık üretilen yaş atık (ton)

D: Toplam kuru yüzdesi

E: Kullanılabilir olma yüzdesi

$$C_{ybp} = C_{ykm} \times F \dots \dots \dots (3)$$

C_{ybp} : Yıllık biyogaz potansiyeli (m³)

C_{ykm} : Yıllık üretilen kuru madde kütlesi (ton)

F: Katı atıktan elde edilecek biyogaz kabul kat sayısı (1 Yıllık)

$$C_{enerji \ e\ \degeri} = C_{ybp} \times H \dots \dots \dots (4)$$

$C_{enerji \ e\ \degeri}$: Enerji Eşdeğeri

C_{ybp} : Yıllık biyogaz potansiyeli (m³)

H: Biyogaz kullanımı bağlamında, biyogazın kalorifik değerinin $22.7 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$ olarak standardize edildiği tespit edilmiştir. Bu değer, $1 \text{ m}^3 \cdot \text{yıl}^{-1}$ ölçeğinde yıllık olarak üretilen biyogazın enerji içeriğini değerlendirmek için bir ölçüt olarak bilimsel literatürde yaygın bir şekilde tanınmakta ve kabul görmektedir (Başçetin-çelik ve ark., 2007).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Cihanbeyli ilçesinin tarımsal atıklarından üretililecek biyogaz miktarı ile bu doğrultuda üretililecek biyogaz ekonomik enerji eş değerleri Çizelge 9' da verilmiştir.

Çizelge 9. Konya- Cihanbeyli Tarımsal Atıkların Biyogaz Ekonomik Enerji Eş Değerleri (BEPA, 2024)

Table 9. Biogas Economic Energy Equivalents of Konya-Cihanbeyli Agricultural Wastes (BEPA, 2024)

Bitki Adı	Enerji Eşdeğeri (TEP.yıl ⁻¹)	Bitki Adı	Enerji Eşdeğeri (TEP.yıl ⁻¹)
Arpa	36381.8	Mısır (Silajlık) - 2.Ekiliş	0
Aspir	395.2	Nohut	3471.5
Ayçiçeği	264377	Patates	1788.7
Buğday	131872	Şekerpancarı	10325.6
Çavdar	463,8	Tritikale (Dane)	70.9
Fasulye	722.9	Yonca (Yeşil Ot)	0
Fig (Dane)	0	Yulaf	202.2
Kolza (Kanola)	102.5	Armut	0
Mercimek	223.1	Ayva	0
Mısır (Dane)	31197.6	Badem	0
Mısır (Silajlık) - 1.Ekiliş	0	Ceviz	0
Dut	0	Şeftali	0
Elma (Diğer)	0	Üzüm	5.4
Elma (Golden)	0.4	Vişne	0
Elma (Starking)	0.2	Kabak (Sakız ve çerezlik)	9.1
Erik	0.3	Karpuz	89.2
İğde	0	Kavun	233.1
Kayısı	0	Şeftali	0
Kimyon	0	Kiraz	0

Hayvansal Atık miktarları T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA) verileri çerçevesinde tespit edilmiştir. Bu veriler ile beraber kullanılan bazı eşitlikler yardımıyla sırasıyla, yıllık yaş atık miktarı (Çizelge 10), yıllık kuru madde miktarı (Çizelge 11), yıllık biyogaz potansiyeli (Çizelge 12) ve enerji eş değeri (Çizelge 13) hesaplanmıştır.

Çizelge 10. Hayvansal Atıkların Yıllık Yaş Atık Miktarı (ton)

Table 10. Annual Wet Waste Amount of Animal Waste (tons)

Hayvan Adı	C _{yyam} : Yıllık yaş atık miktarı (ton)	A: Hayvan sayısı (adet)	B: Atık miktarı kabulü (kg.hayvan. gün ⁻¹)
At	369.6	27	37.5
Eşek	3805.1	278	37.5
Sığır (Kültür)	244937.8	17895	37.5
Sığır (Melez)	312485.6	22830	37.5
Sığır (Yerli)	23337.2	1705	37.5
Keçi (Kıl)	5372.8	7360	2
Koyun (Merinos)	3697.5	5065	2
Koyun (Yerli)	111872.5	153250	2
Et Tavuğu	-	-	0.19
Hindi	379.7	5475	0.19
Kaz	40.6	585	0.19
Ördek	33.3	480	0.19
Yumurta Tavuğu	1948.7	28100	0.19

Çizelge 11. Hayvansal Atıkların Yıllık Kuru Madde Miktarı (ton)

Table 11. Annual Dry Matter Amount of Animal Waste (ton)

Hayvan Adı	C _{ykmm} : Yıldaki kuru madde miktarı (ton)	C _{yyam} : Yıldaki yaş atık miktarı (ton)	D: Yüzde toplam kuru	E: Yüzde kullanılabilirlik
At	24.9	369.6	0.15	0.45
Eşek	256.8	3805.1	0.15	0.45
Sığır (Kültür)	16533.3	244937.8	0.15	0.45
Sığır (Melez)	21092.8	312485.6	0.15	0.45
Sığır (Yerli)	1575.3	23337.2	0.15	0.45
Keçi (Kıl)	209.5	5372.8	0.3	0.13
Koyun (Merinos)	144.2	3697.5	0.3	0.13
Koyun (Yerli)	4363	111872.5	0.3	0.13
Et Tavuğu	-	-	0.46	0.99
Hindi	172.9	379.7	0.46	0.99
Kaz	18.5	40.6	0.46	0.99
Ördek	15.2	33.3	0.46	0.99
Yumurta Tavuğu	887.4	1948.7	0.46	0.99

Çizelge 12. Hayvansal Atıkların Yıllık Biyogaz Potansiyeli (m^3)**Table 12.** Annual Biogas Potential of Animal Waste (m^3)

Hayvan Adı	C_{ybp} : Yıldaki biyogaz potansiyeli (m^3)	C_{ykmm} : Yıldaki kuru madde miktarı (ton)	F: 1 ton katı atık biyogaz verimi kabulü
At	6847.5	24.9	275
Eşek	70620	256.8	275
Sığır (Kültür)	4546657.5	16533.3	275
Sığır (Melez)	5800520	21092.8	275
Sığır (Yerli)	433207.5	1575.3	275
Keçi (Kıl)	42947.5	209.5	205
Koyun (Merinos)	29561	144.2	205
Koyun (Yerli)	894415	4363	205
Et Tavuğu	-	-	535
Hindi	92501.5	172.9	535
Kaz	9897.5	18.5	535
Ördek	8132	152	535
Yumurta Tavuğu	474759	887.4	535

Konu ile ilgili daha önce gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda farklı hayvan sınıfları dikkate alınmış olup çalışma içerisinde verilmiş olan benzer formüller vasıtasıyla teorik biyogaz potansiyelleri belirlenmiştir. Çevik (2016), Çanakkale ili için biyogaz potansiyelini yıllık bazda $60793963 m^3$, Boyacı (2017), Kırşehir ilinin biyogaz potansiyelini $14855273 m^3$, Aksu (2019), Amasya ili için biyogaz potansiyelini yaklaşık 35.9 milyon m^3 olarak tahmin etmiştir. Konuk (2019), Tokat ilinin biyogaz potansiyelini yaklaşık 49.2 milyon m^3 , Gökdoğan (2019) Isparta ilinin biyogaz potansiyelinin $22366468.22 m^3$ olarak belirlemişlerdir.

Bulut ve Canbaz (2019) Sivas ilinin biyogaz potansiyelini $52391785 m^3$, Yağlı ve Koç (2019) Adana ili için hesaplamalar sonucunda Adana ilindeki hayvanlardan elde edilen gübrenin oksijensiz ortamda çürütülmesi ile yıllık ortalama biyogaz üretimi $88367.417 m^3$, Akbay ve Kumbur (2020) Mersin ili için biyogaz potansiyelini yaklaşık 60 milyon m^3 , Seyhan ve Badem (2021) Erzincan ilinin biyogaz potansiyelini $15511011 m^3$ olarak ortaya koymuştur.

Cihanbeyli ilçesinin biyogaz potansiyeli çalışmamızda 12.41 milyon m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu veri literatür çerçevesinde karşılaştırıldığında benzerlik göstermekte olup, Cihanbeyli ilçesinin bu bağlamda önemli potansiyele sahip olduğunu

göstermektedir. Cihanbeyli ilçesindeki son yıllarda devlet destekli veya kendinden sermayeli süt ve besi çiftliklerinin artışı da biyogaz potansiyelinin kayda değer seviyelere ulaşmasını desteklemiştir.

Çizelge 13. Hayvansal Atıkların Yıllık Enerji Eş Değeri (m^3)

Table 13. Annual Energy Equivalent of Animal Waste (m^3)

Hayvan Adı	$C_{\text{enerji eşdeğeri}}$: Enerji Eşdeğeri (MJ. Kg^{-1})	C_{ybp} : Yıllık m ³ biyogaz potansiyeli(m^3)	F: 1 ton katı atık biyogaz verimi kabulü
At	189675.8	6847.5	27.7
Eşek	1956174	70620	27.7
Sığır (Kültür)	125942412.8	4546657.5	27.7
Sığır (Melez)	160674404	5800520	27.7
Sığır (Yerli)	11999847.8	433207.5	27.7
Keçi (Kıl)	1189645.8	42947.5	27.7
Koyun (Merinos)	818839.7	29561	27.7
Koyun (Yerli)	24775295.5	894415	27.7
Et Tavuğu	-	-	27.7
Hindi	2562291.6	92501.5	27.7
Kaz	274160.8	9897.5	27.7
Ördek	225256.4	8132	27.7
Yumurta Tavuğu	13150824.3	474759	27.7

Literatürde çeşitli çalışmalarda biyogaz enerji değerleri hesaplanmıştır. Çevik (2016), Çanakkale ili için elektrik enerjisi potansiyelini 156848426.42 kWh olarak belirlemiştir. Boyacı (2017) Kırşehir ilinin elektrik enerjisi potansiyelini 69819781 kWh olarak tespit etmiştir. Aksu (2019), Amasya ili için elektrik enerjisi potansiyelini 90474 milyon kWh'lik olarak hesaplamıştır. Benzer şekilde Konuk (2019), elektrik enerjisi potansiyelini ise 124042 MWh olarak hesaplamıştır. Gökdoğan (2019), Isparta ilinin elektrik enerjisi potansiyelini 105122400.65 kWh olduğunu bildirmiştir. Bulut ve Canbaz (2019) elektrik enerjisi potansiyelini 246.2 GWh olarak tahmin etmiştir. Akbay ve Kumbur (2020), Mersin ili için elektrik enerjisi potansiyelini ise 280 GWh olarak tahmin etmiştir. Seyhan ve Badem (2021) yapmış olduğu çalışmada 38025864 kWh'lik bir elektrik enerjisi potansiyeli elde etmiştir.

Cihanbeyli ilçesinin biyogaz enerji potansiyeli çalışmamızda 343.76 milyon MJ/kg olarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık olarak 95488888.89 kWh'lik bir

enerji potansiyeline karşılık gelmektedir. Bu veri literatür çerçevesinde karşılaştırılma yapıldığında Cihanbeyli ilçesinin Türkiye’de bazı illerin biyogaz enerji potansiyeli seviyelerinde olduğunu ve Cihanbeyli ilçesinin bu bağlamda önemli potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ

Çalışmada Konya-Cihanbeyli ilçesinin mevcut süt ve besi çiftliklerinin yoğunluğu gözlemlenmiş olup ve hayvan sayıları ile mevcut tarımsal atık miktarı doğrultusunda biyogaz potansiyeli ile bu biyogazdan elde edilebilecek enerji eş değeri ortaya konmuştur. Büyükbaş hayvanlarda toplam 584935.3 ton, Küçükbaş hayvanlarda toplam 120942.8 ton Kanatlı hayvanlarda ise toplam 2402.3 ton atık miktarı buna bağlı olarak biyogaz üretiminde kullanılabilir olan atık miktarları sırasıyla, 39483.1; 4716.8; 1094 ton olarak hesaplanmıştır. Toplam tarımsal atık miktarı ise 577038.6 ton olarak belirlenmiştir.

Araştırmada yıllık biyogaz potansiyeli hayvansal atıklardan toplam 12.41 milyon. m^3 . $Yıl^{-1}$ ve enerji eş değeri toplam 343.76 milyon MJ. kg^{-1} olarak hesaplanmıştır. Biyogaz sistemleri için gereken önemli başlangıç yatırımı, onları maliyetli bir alternatif enerji kaynağı olarak konumlandırmaktadır. Bununla birlikte, küçük ölçekli biyogaz tesislerinin en yüksek verimlilikte çalıştırdıklarında maliyetlerini yaklaşık 8 ila 10 ay içinde telafi edebilecekleri tahmin edilmektedir. Tesisin kurulması için finansman sağlanması şarttır. Bu finansman devlet destekli krediler yoluyla veya sistemi kullanacak özel şahıslardan sağlanabilir. Çeşitli ülkelerde, biyogaz teknolojisinin çevre ve sağlık açısından faydaları göz önünde bulundurularak teşvik edilmesi için hükümet girişimleri başlatılmıştır.

İklim koşulları ve üretim potansiyeli göz önünde bulundurularak, düşük yatırım maliyeti, yüksek verim, kurulum, kullanım ve bakım kolaylığını ön planda tutan biyogaz sistemlerinin tasarlanması, ülkemizde biyogaz teknolojisinin ilerlemesi için elzemdir. Böyle bir sistematik yaklaşım, biyogaz sistemlerinin uygulanabilirliğini artırmakla kalmayacak, aynı zamanda sürdürülebilir enerji ortamına da önemli ölçüde katkıda bulunacaktır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

Yazar Katkıları Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): CF(%60), TM(%40)

Veri Toplanması (Data Acquisition): CF(%60), TM(%40)

Veri Analizi (Data Analysis): CF(%60), TM(%40)

Makalenin Yazımı (Wriring Up): CF(%60), TM(%40)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): CF(%60), TM(%40)

KAYNAKLAR

- Akbay, H. E. G., Kumbur, H., 2020. Determination of Biogas Potential of Livestock Manure: A Case Study from Mersin Province. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(2): 295-303, doi: 10.21541/apjes.590660.
- Aksu Y., 2019. Amasya ilindeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 42s, Tokat.
- Avcıoğlu, A. O., Çolak, A., Türker, U., 2013. Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyeli. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1): 21-28.
- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., Kacıra, M., Ekinci, K., 2007. Türkiye'de tarımsal biokütleden enerji üretimi olanakları. IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. *Bildiriler Kitabı*, 101-110, 23-24 Ekim, Kayseri.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H., Karaca, C., Kaçıra, M., Ekinci, K., Baban, A., Kaya, D., Barnes, I., Komiotti, N., Nieminen, M., 2005. Türkiye'de tarımsal atıkların değerlendirilmesi. *Eğitim Programı Notları*, 15-25 Bursa.
- BEPA, 2024. Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Available from URL: <http://bepa.enerji.gov.tr/>(Erişim tarihi: 09 Eylül 2024).
- Boyacı, S., 2017. Kırşehir ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (4): 447-455.
- Buğutekin, A., 2007. Atıklardan biyogaz üretiminin incelenmesi. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 157s, İstanbul.
- Bulut, A. P., Canbaz, G. T., 2019. Hayvan Atıklarından Sivas İli Biyogaz Potansiyelinin Araştırılması. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 9 (1): 1-10, <https://doi.org/10.7212/zkufbd.v9i1.1010>.
- Cihanbeyli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2024. Cihanbeyli İlçesi Arazi Dağılımı, İlçe Hayvan Varlığı ve Üretimi, Bitkisel Üretim Alanı ve Deseni. Available from URL: <https://www.cihanbeyli.gov.tr/ilce-tarim> (Erişim tarihi: 16 Eylül 2024).
- Çevik, A., 2016. Çanakkale İli'ndeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 97s, Çanakkale.
- Deublein, D., Steinhauser, A., 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*, ISBN: 978-3-527-32798-0, Second, Revised and Expanded Edition, 539s, In: Weinheim, Germany, Wiley.
- Gökdoğan, O., 2019. Isparta İlinin Hayvansal Atıklarından Elde Edilebilecek Enerjinin Sera Isıtmasında Kullanımı. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(1): 27-34.
- Eryaşar, A., 2007. Kırsal kesime yönelik bir biyogaz sisteminin tasarımı, kurulumu, testi ve performansına etki eden parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, 302s, İzmir.
- Koçer, N. N., Öner, C., Sugözü, İ., 2006. Türkiye'de hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 17-20.
- Konuk, M., 2019. Tokat ilindeki hayvansal atıkların biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 48s, Tokat.
- Omer, A., Fadalla, Y., 2003. Biogas energy technology in Sudan. *Renewable Energy*, 28(3): 499-507, [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(02\)00053-8](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(02)00053-8).
- Pind, P. F., Angelidaki, I., Ahring, B. K., Stamatelatou, K., Lyberatos, G., 2003. Monitoring and control of anaerobic reactors. In B. K. Ahring (Ed.), *Biomethanation II*. Springer International Publishing Berlin. pp.135-182.

- Rulkens, W., 2008. Sewage sludge as a biomass resource for the production of energy: overview and assessment of the various options. *Energy and Fuels*, 22(1): 9-15, <https://doi.org/10.1021/ef700267m>.
- Seyhan, A. K., Badem, A., 2021. Erzincan ili hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik biyogaz tesisi senaryoları. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1): 245-256, <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.743724>.
- Yağlı, H., Koç, Y., 2019. Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İli Örnek Hesaplama. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(3): 35-48. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.637603>
- Yaldız, O., 2004. Biyogaz teknolojisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 78, İkinci Baskı, 184s, Antalya.
- Yokuş, İ., 2011. Sivas İlindeki Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 135s, Ankara.



Marketing Outlet Choice and its Determinants Among Smallholder Leafy Vegetable Farmers in Akwa Ibom State, Southern Region of Nigeria

Nijerya'nın Güney Bölgesindeki Akwa Ibom
Eyaletindeki Küçük Yapraklı Sebze Çiftçileri Arasında
Pazarlama Satış Noktası Seçimi ve Belirleyicileri

Glory E. EDET¹, Sunday B. AKPAN²

¹University of Uyo, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension, Uyo, Nigeria
· gakankpo@yahoo.com · ORCID > 0000-0002-9433-9579

²Akwa Ibom State University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension,
Mkpat-Enin, Nigeria
· Sundayakpan@aksu.edu.ng · ORCID > 0000-0002-0458-028X

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 10 Mayıs/May 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 31 Ocak/January 2025

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 115-138

Atıf/Cite as: Edet, G. E., Akpan, S. B. "Marketing Outlet Choice and its Determinants Among Smallholder Leafy Vegetable Farmers in Akwa Ibom State, Southern Region of Nigeria" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 40(1), February 2025: 115-138.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Sunday B. AKPAN

MARKETING OUTLET CHOICE AND ITS DETERMINANTS AMONG SMALLHOLDER LEAFY VEGETABLE FARMERS IN AKWA IBOM STATE, SOUTHERN REGION OF NIGERIA

ABSTRACT

The study identified preferred marketing outlets and their determinants among leafy fluted pumpkin (leaf gourd) farmers in the southern region of Nigeria. Two hundred and fifty farmers were selected using purposive and multi-stage random sampling techniques. Descriptive statistics and a multinomial logit model were used to analyze the information collected. The results of the socioeconomic characteristics showed that the majority of farmers were women, relatively young, educated and of medium household size, but had low social capital. The study identified contract sales, direct sales to the local market and sales through middlemen/agents as the preferred marketing outlets. Also, farmers' age, farming experience, years in social organization, household size, years of formal education, farm income, household expenditure, access to agricultural extension service, agricultural information sources, farm size and the distance from the farm gate to the point of sale were significant determinants of direct sales on the local market relative to the base category. In addition, social organization membership, years of formal education, farm income, non-farm income, household expenditure, farmer gender, sources of agricultural information, farmers' age, household size, farm size, taxes, and the distance from the farm gate to the point of sale were significant determinants of middleman/agent option. For increase efficiency in the choice of marketing outlets among leaf gourd farmers, efforts should be directed towards improving their literacy level, building social capital, reducing taxes paid in the local market, providing a good road network and strengthening agricultural extension services in the region.

Keywords: Marketing Outlet, Fluted Pumpkin, Leafy Vegetable, Rural Farmers, Choices, Nigeria.



NİJERYA'NIN GÜNEY BÖLGESİNDEKİ AKWA IBOM EYALETİNDEKİ KÜÇÜK YAPRAKLI SEBZE ÇİFTÇİLERİ ARASINDA PAZARLAMA SATIŞ NOKTASI SEÇİMİ VE BELİRLEYİCİLERİ

ÖZ

Çalışma, Nijerya'nın güney bölgesindeki yapraklı kabak (yaprak kabak) çiftçileri arasında tercih edilen pazarlama satış noktalarını ve bunların belirleyicilerini belirledi. Amaçlı ve çok aşamalı rastgele örnekleme teknikleri kullanılarak iki yüz elli çiftçi seçildi. Toplanan bilgileri analiz etmek için tanımlayıcı istatistikler ve çok terimli logit modeli kullanıldı. Sosyoekonomik özelliklerin sonuçları, çiftçilerin çoğunluğunun kadın olduğunu, nispeten genç, eğitilmiş ve orta hane büyüklüğüne sahip olduklarını ancak sosyal sermayelerinin düşük olduğunu gösterdi. Çalışma, tercih edilen pazarlama satış noktaları olarak sözleşmeli satışları, yerel pazara doğrudan satışları ve aracılar/acenteler aracılığıyla yapılan satışları belirledi. Ayrıca çiftçilerin yaşı, çiftçilik tecrübesi, sosyal organizasyonda geçen süre, hane büyüklüğü, örgün eğitim yılı, çiftlik geliri, hane halkı harcamaları, tarımsal yayım hizmetine erişim, tarımsal bilgi kaynakları, çiftlik büyüklüğü ve çiftlik kapısı ile noktaya olan mesafe satışların oranı, temel kategoriye göre yerel pazardaki doğrudan satışların önemli belirleyicileriydi. Ayrıca sosyal kuruluş üyeliği, örgün eğitim yılı, çiftlik geliri, tarım dışı gelir, hane halkı harcaması, çiftçi cinsiyeti, tarımsal bilgi kaynakları, çiftçinin yaşı, hane büyüklüğü, çiftlik büyüklüğü, vergiler ve çiftlik kapısına uzaklık satış noktasına kadar olan mesafe, aracı/acente seçeneğinin önemli belirleyicileriydi. Yaprak kabağı yetiştiricileri arasında pazarlama noktası seçiminde verimliliğin artırılması için çabalar, onların okuryazarlık seviyelerinin iyileştirilmesine, sosyal sermayenin oluşturulmasına, yerel pazarda ödenen vergilerin azaltılmasına, iyi bir yol ağının sağlanmasına ve bölgedeki tarımsal yayım hizmetlerinin güçlendirilmesine yönlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Pazarlama Mağazası, Yivli Kabak, Yapraklı Sebze, Kırsal Çiftçiler, Seçimler, Nijerya.



1. INTRODUCTION

Leafy fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) is one of the popular vegetable crops commonly grown and consumed in the southern region of Nigeria (Ifeoma et al., 2008; Akpan et al., 2018; Akpan and Okon, 2019). Leafy fluted pumpkin production has enormous economic benefits for resource-poor farmers. The crop serves as a means of complementing family income and provides a sustainable livelihood for many unemployed women in the rural and peri-urban areas of the

southern region of Nigeria (Oluwasola, 2015; Oluwalana et al., 2019; Akpan et al., 2023). Leafy fluted pumpkin production has advantages compared to similar leafy vegetable farming operations in terms of general acceptance, lower set-up cost, short gestation period, high resistance to pests and diseases, and wide nutritional diversity, as well as year-round cultivation (Udoh and Akpan, 2007; Oluwalana et al., 2019). The medicinal composition of leafy fluted pumpkin is rich and is known to contain: carbohydrates, protein, fat, fiber, ash and moisture, etc. (Orhuamen et al., 2012; Samson and Isaac 2019; Akpasi et al., 2023; Auwal et al., 2023). The cultivation of leafy fluted pumpkin has been integrated into urban agriculture and its production has become one of the most preferred components of home gardening among urban dwellers in the southern region of Nigeria (Samson and Isaac 2019; Akpan et al., 2013). Sustainability of small farms such as leafy fluted pumpkin (leafy gourd) production is crucial to meet the nutritional needs of consumers and also achieve food self-sufficiency in the southern region of the country (Akpan and Okon, 2019; Akpan and Monday, 2021; Akpasi et al., 2023). Efficient marketing of agricultural products is one of the agricultural activities that guarantees sustainable production among smallholder farmers in developing countries (Borsellino et al., 2020). An efficient food marketing system is fundamental to achieving food security, rural poverty reduction and a sustainable rural agricultural system (Wong et al., 2017; Woodhill et al., 2022). Agricultural marketing systems are known to create employment opportunities, generate income for participants, and expand the production scale of smallholder farmers (Akpan, 2010; Geza et al., 2021; Christiaensen et al., 2021). Despite the essential role that the marketing system plays in agricultural production, small-scale producers have sometimes faced difficult marketing decisions (Kamara et al., 2019; Pawlak and Kołodziejczak, 2020). The difficulties in farmers' marketing decisions are sometimes due to the attempt to minimize transaction costs, the existence of depilated marketing infrastructures, including the existence of obscure marketing roles and regulations, among others (Pham and Huynh, 2020). According to Xaba and Masuku (2013), the low bargaining power of smallholder farmers is often due to inadequate market information, poor access to credit and predatory contractual arrangements, among other factors. These anomalies sometimes created opportunities for naive small farmers to be exploited in marketing processes. Due to the inability of most rural farmers to advance the marketing processes of their products, most of them are price takers (Ncube, 2020; Achille et al., 2020; Abokyi, et al., 2020). This situation has contributed to the persistence of poverty and poor resources among rural farmers in developing countries. Therefore, any attempt to make farmers price makers in the marketing system is an effective way to improve the income of smallholder farmers in developing countries in Africa (Zhu et al., 2022). This starts with introducing or adopting appropriate marketing outlets or opportunities that provide optimal benefits to participants. The choice of a distribution/marketing channel depends, among other things, on the social and economic factors of farmers, ease of access to points of sale, profitability and transaction costs.

Given the dynamics of the economic environment and consumption over time, as well as the farm environment, the sustainability of small-scale producers is a key issue in most developing countries, including Nigeria (Osuji et al., 2022). Choosing the appropriate marketing outlet is one of the main components of successful marketing of agricultural products, as the different marketing outlets are characterized by different advantages and cost implications. Making effective marketing decisions is a challenge for leafy fluted pumpkin (leaf gourd) farmers due to issues such as perishability, bulkiness of products, and low value addition. Additionally, the majority of these farmers are women who are resource poor, have moderate literacy levels, and limited socialization. Moreover, the production environment is marked by rising rural poverty and income inequality, while the demand for wage labour is inelastic (Akpan et al., 2011; Emegha-Okonkwo et al., 2019; Utobo et al., 2020; Obiesie et al., 2020; Akpan et al., 2022; Igbinidu and Egbodion, 2023). Therefore, the choice of marketing channel is extremely important and defines the sustainability of any agro-enterprise. Henceforth, identifying the marketing outlets, their use and the factors influencing their use among leafy vegetable farmers are key considerations of this study.

Given the importance of this marketing problem for smallholder farmers in developing countries, a large body of literature has provided insights into various dimensions of the choice and determinants of marketing channels in small agribusinesses. For example, Magogo et al. (2015) investigated the determinants of market choice for African native vegetables among the agropastoral in Kenya. The results of the logistic regression showed that the choice of distribution point in the study group was influenced by the quantity of vegetables sold, the distance to the local market, the gender of the farmers, the educational level of the household head, family size, level of value added, agricultural experience, off-farm income and marketing or transaction costs. Additionally, Geoffrey et al. (2015) in Kenya, studied factors influencing the choice of pineapple marketing outlets in Kericho County. The results of the multinomial logit model showed that gender, group marketing, quantity of pineapple, price information sources, contractual marketing and vehicle ownership significantly influenced the choice of pineapple marketing outlets. Emanu et al. (2015) identified factors that influence the decisions of potato producers in Ethiopia on the choice of marketing channel. The result of the multinomial logit model showed that farming experience, distance to the nearest market, market information sources, quantity of potatoes sold, post-harvest value added and farmers' bargaining power are significant factors influencing the choice of sales markets. In Ethiopia, Dessie et al. (2018) found that wheat farmers' age, years of formal education, access to credit, number of animals kept, off-farm income, and farmers' total land size significantly influenced their market channel choice. Wosene et al. (2018) analyzed determinants of market outlet choice among smallholder pepper producers in Ethiopia. The multivariate probit model indica-

ted: the amount of pepper produced, experience, extension contact, education, bargaining power, value creation, distance to the market and animal husbandry had a statistically significant influence on the choice of sales outlets. Aduagna et al. (2019) examined the market choice decision and its impact on the income and productivity of smallholder vegetable producers in the Lake Tana Basin in Ethiopia. The result of multivariate probit regression showed that farmers' age, distance to the nearest market and sources of market information significantly influenced the choice of farm-gate sales; while the age of farmers and the education level of farmers influence sales in the local market. Getahun et al. (2020) identified factors influencing market choice of TEF producers in Dendi District, Ethiopia. The empirical results showed that the educational level of the household head, household size, livestock, land area, distance to the nearest market and current market prices for TEF significantly influenced the choice of market outlets of TEF producers. Samuel and Malgwi (2020) in Nigeria showed that consumers' age, gender, education level, household size, distance to nearest market and their weekly expenditure have a significant association with the likelihood of choosing to buy from the farm; home/kiosk purchasing, and roadside outlets for fresh leafy vegetables. Dube et al. (2021) examined the determinants of market outlet choice among smallholder vegetable and fruit producers in Ethiopia. The results of the study showed that the distance from the farm gate to the point of sale, livestock size, socialization, gender and access to agricultural extension services influence the choice of market outlets among vegetable and fruit producers. Berhanu and Atinafu (2022) in Ethiopia found that farmers' age, education, access to market, access to market information sources, access to transportation services, and access to credit services are important factors in pineapple market choice. Ozkan et al. (2022) examined the determinants of market outlet choice and their resulting impact on the welfare of small-scale vegetable and fruit producers in Ethiopia. The results showed that farm distance from main roads, livestock ownership, access to extension services and cooperative membership influenced smallholder farmers' decisions regarding market outlet choice. Arumugam et al. (2022) identified farmers' socioeconomic determinants of market outlet choice for African indigenous vegetables (AIVs) in Zambia. The results of the multinomial logit model showed that farmers' gender and membership in the cooperative group were among the main determinants of market channel choice. Chekol and Mazengia (2022) examined factors influencing garlic producers' market selection decisions in Ethiopia. The results showed that access to extension services, market information sources, the quantity of garlic sold and farm experience had a significant negative association with consumer outlet choice. Adams et al. (2022) identified determinants of the sales market decisions of rural farmers in northern Ghana. The results showed that socialization, storage facilities, access to financial services, knowledge of sustainable intensification, access to guaranteed markets, availability of quality market services and distance to the production market influence the choice of farm-gate sales. Ketema and Lika (2023)

examined the determinants of market choice of smallholder wheat producers in Ethiopia. Using multinomial logistic regression, the study identified farmers' gender, age, education, year of participation, nearby market, nearby road and quantity produced as significant determinants of farmers' choice of outlet.

Available literature indicates that despite the importance of vegetables to the majority of Nigerians, information on the determinants of vegetable marketing outlets in Nigeria is sparse. In recent years, too, there have been changes in the country's macroeconomic environment, which have affected the purchasing power of consumers and the production decisions of farmers in a variety of ways and have had corresponding consequences. For example, there is an increase in poverty, an increase in post-harvest losses, a lack of integration of product prices within the region, increasing income inequality among farmers and malnutrition among rural dwellers, who make up the majority of vegetable producers in the country (Haddabi et al., 2019; Kehinde and Favour, 2020; Morgan and Fanzo, 2020; Igwegbe and Metu, 2021; Ogundele, 2022; Mukaila and Egwue, 2022). Therefore, the economic environment of the country has influenced the social and economic behavior of farmers. This justified the need to re-evaluate the available literature to adapt it to current realities. Again, appropriate marketing decision is crucial for farmers' income generation, which is an essential prerequisite for tackling rural poverty. Therefore, it is very important and necessary to update the development of vegetable farmers' ability to make efficient market decisions as the country intensifies its efforts to increase agricultural production and exports. To achieve this objective, the study was specifically designed to assess the social and economic characteristics of leafy fluted pumpkin (leaf gourd) farmers, identify their most preferred marketing channels/outlets and assess factors influencing the choice of their preferred marketing channel/outlets in the Southern Region of Nigeria.

2. RESEARCH METHODOLOGY

2.1. Study Area and Sample Size Selection

The study was conducted in Uyo and Eket agricultural zones of Akwa Ibom State in the Southern Region of Nigeria. The State is located in the coastal region and has six different agricultural zones. Other agricultural zones in the State are: Oron, Ikot Ekpene, Abak and Etinan. Eket Agricultural Zone consists of seven (7) local government areas namely: Eket, Mkpato-Enin, Ikot Abasi, Unna, Esit Eket, Ibeno and Eastern Obolo while Uyo Zone consists of Uyo, Uruan, Ibesikpo Asutan, Ibi-ono Ibom and Itu consists of local government areas. The State lies in the tropical zone, characterized by thriving rainforest vegetation that supports a wide range of vegetable crops including fluted gourd or pumpkin, waterleaf, carrot, garden egg, tomato, okra, pepper, melon, bitter leaf and *Amaranthus* species among others.

The Cochran (1963) technique of sample size selection was employed. Given the large population of small-scale vegetable farmers (i.e. *Telfairia occidentalis* or leafy fluted pumpkin farmers) in the study areas, the representative sample was obtained using the Cochran (1963) formula shown in equation 1.

$$V_x = \frac{z^2 \rho(1 - \rho)}{D^2} \quad (1)$$

Where V_x represents the estimated sample population of leafy fluted pumpkin farmers in the study area; Z depicts the 95% confidence interval (1.96); ρ is the percentage of leafy fluted pumpkin farmers in the total population of vegetable farmers (estimated at 80%) in the study areas; D denotes the absolute error at 5% probability level of type 1 error. The estimated representative sample was obtained as demonstrated in equation (2):

$$S_n = \frac{(1.96)^2 0.80(1 - 0.80)}{(0.05)^2} = 246 \quad (2)$$

The total of two hundred and forty-six leafy fluted pumpkin farmers were estimated for the study. For the purpose of equality in distribution of respondents across the study areas, the sample size was scaled up to two hundred and fifty.

2.2. Sampling Technique and Method of Data Collection

A multi-stage sampling technique was used to select leafy fluted pumpkin farmers in the study area. In the first stage, a purposive sampling technique was used to select four local government areas in Eket and Uyo agricultural zones of the State. A total of eight (8) local government areas were used in the study. The essence of using purposive sampling technique in this stage was to target and capture heavy production areas within the zones. In the second stage, high production intensity areas were identified within the local government areas, and the predetermined number of villages were randomly sampled as shown in Table 1. The next phase was a random sampling of the predetermined number of leafy fluted pumpkin farmers in each of the selected villages. A total of 250 (two hundred and fifty) leafy fluted pumpkin farmers were randomly sampled and used for the study.

Table 1. Distribution of respondents

Sample Areas	No. of Villages	Farmers per Village	Total Sampled	Percentage of Total
Itu	6	10	60	24.00
Uyo	5	10	50	20.00
Ibesikpo Asutan	4	8	32	12.80
Uruan	3	6	18	7.20
Mkpat Enin	5	5	25	10.00
Ikot Abasi	5	5	25	10.00
Onna	5	5	25	10.00
Eket	3	5	15	6.00
Total	36		250	100.00

Source: computed by the authors.

A cross sectional information were obtained from the sampled leafy fluted pumpkin farmers. The basic instrument of data collection was a structured questionnaire complemented by focus group discussion with some farmers' groups and key informants in the chosen villages. The questionnaire contains information on socioeconomic features of farmers, marketing decisions and other relevant information needed for the study.

2.3. The Conceptual Framework and Data Analysis

The study's conceptual framework was based on the theory of consumer behavior, which posits that vegetable farmers are rational decision-makers. According to this theory, rational consumers seek to maximize their utility by choosing the best option from a range of possibilities. Similarly, rational farmers will always opt for a technique or technology that offers the highest utility or satisfaction compared to other alternatives. When faced with multiple choices, a rational farmer will select the option that provides the greatest level of utility. While the farmer's preferred option is considered a latent variable, the utility derived from selecting that option is not directly observable but is reflected in the decision-making process. This study suggests that the satisfaction a rational farmer gains from choosing a specific option of technology is proportional to the likelihood of selecting that option from the available choices. Assuming that U is the utility a farmer receives from using the option and W is the available options, then the behavior of a rational farmer can be represented in equation (3):

$$V_i = \begin{cases} A \text{ if } U_{max}(W_1) > U_{max}(W_2) > U_{max}(W_3) \\ B \text{ if } U_{max}(W_2) > U_{max}(W_1) > U_{max}(W_3) \\ C \text{ if } U_{max}(W_3) > U_{max}(W_1) > U_{max}(W_2) \end{cases} \quad (3)$$

This means that option “A” is preferred if the benefits derived from it are greater than those of the remaining options. Therefore, Z_i is said to represent the latent variable or probability that explains the farmer’s behavior in selecting various available marketing options. Furthermore, let “ K ” denote the explanatory variable that influenced the farmer’s option choice. Then “ ϑ ” are the coefficients of the explanatory variables, while ε is the random error term. Therefore, the farmer’s behavior can be further simplified as in Equation (4).

$$\begin{cases} Z_1 = \varphi_1 + \vartheta_1 K_1 + \varepsilon_1 \\ Z_2 = \varphi_2 + \vartheta_2 K_2 + \varepsilon_2 \\ Z_3 = \varphi_3 + \vartheta_3 K_3 + \varepsilon_3 \end{cases} \quad (4)$$

The expression indicates that each probability option is a function of a set of independent variables. The explanatory variables (K_i) are assumed to be uncorrelated with the error term ε for each option. The error terms in each alternative are assumed to be independently distributed, hence the independence of irrelevant alternatives (IIA) hypothesis. The above structural form is the similarity of the multinomial logit model structure and the reason why it is the preferred model in the study. The multinomial logit model has errors that are independent and identically distributed. The model produces more stable results when the independence of irrelevant alternatives (IIA) assumption is met (Kropko, 2008). In the given model, the “sale by contract” option was considered as the base category and all logits are made relative to the base category.

The information collected from leafy fluted pumpkin farmers were analyzed in line with the specific objectives of the study. The descriptive tests including means and standard deviation were used to analyze the socio – economic characteristics and marketing outlets options of leafy fluted pumpkin farmers in the study area. The determinants of the use of a particular marketing outlet in comparison with a base category outlet by leafy fluted pumpkin farmers was analyzed using the Multinomial Logit Model (MLM).

2.4. Determinants of Marketing Outlets Option for Small Scale Vegetable Farmers

A multinomial Logit model was estimated to identify the determinants of marketing outlet choice among vegetable farmers. Following Gujarati and Porter (2011), a generalize multinomial Logit model is expressed as thus:

$$\pi_{ij} = P_r(Y_{ij} = 1) = \frac{e^{\alpha_j + \beta_j X_i}}{\sum_{j=1}^n e^{\alpha_j + \beta_j X_i}} \quad (5)$$

The sales through contract arrangement is used as the base category category and all the other Logit are made relative to the base category. Then the multinomial Logit model is specified as follows:

$$\pi_{ij} = P_r(Y_{ij} = j/x) = \frac{\exp(x_i \alpha_j)}{1 + \sum_{k=1}^n \exp(x_i \alpha_k)} \text{ for } j = 1, 2, \dots, k - 1 \quad (6)$$

Where $Y_{ij} = 1$ if a farmer chooses alternative j ($j=1, 2$ and 3). Where $j=1$ (sales by contract agreement); $j=2$ (sales directly in the local market); $j=3$ (sales to middlemen or agents). The β s are a set of coefficients associated with each alternative; while X is a set of explanatory variables that determine the respective probability. The dependent variable (π_{ij}) represents the probabilities with which a farmer chooses alternative 1, 2 or 3. If a farmer has three alternatives available, the sum of the three option probabilities is as follows:

The set of explanatory variables (X 's) that defined equation 6 are given in table 2.

Table 2. Description of explanatory variables

S/n	Variable	Symbol	Unit	Expected Sign
1	Age of a farmer	AGE	Express in years	+ve, or=ve
2	Marital status	MAR	A dummy: 1 for married, 0 otherwise	+ve, or=ve
3	Farming experience	EXP	Express in years	+ve, or=ve
4	Socialization of farmers	SOC	Year(s) of membership in social organization	+ve, or=ve
5	Household size	HHS	Number in household	+ve, or=ve
6	Years of formal education	EDU	Express in years	+ve, or=ve
7	Hectare of land own by a farmer	HLA	Express in hectares	+ve, or=ve
8	Non-farm income (monthly)	NFI	Express in Naira	+ve, or=ve
9	Farm income of a farmer (monthly)	FAI	Express in Naira	+ve, or=ve
10	Household expenditure (monthly)	HHE	Express in Naira	+ve, or=ve
11	Farmer's gender	GEN	Dummy (1 for female, 0 otherwise)	+ve, or=ve

12	Tax paid in the local market	TAX	Express in Naira	+ve, or=ve
13	Access to extension	EXT	Number of time(s) in a planting season	+ve, or=ve
14	Sources of agric. information	SAI	Number of times in a planting season	+ve, or=ve
15	Access to credit	CRE	Express in Naira	+ve, or=ve
16	Distance from the farm to market	DIS	Dummy (1 for far, 0 otherwise)	+ve, or=ve

Source: Prepared by the authors. Note, dependent ratio=Children less than 15 years plus adult greater than 65 years divided by the household size.

Explicitly, the multinomial logit model is expressed as shown in equation 8:

$$P_r = \beta_0 + \beta_1 AGE_1 + \beta_2 MAR_2 + \beta_3 EXP_3 + \beta_4 SOC_4 + \beta_5 HHS_5 + \beta_6 EDU_6 + \beta_7 HLA_7 + \beta_8 NFI_8 + \beta_9 FAI_9 + \beta_{10} HHE_{10} + \beta_{11} GEN_{11} + \beta_{12} TAX_{12} + \beta_{13} EXT_{13} + \beta_{14} SAI_{14} + \beta_{15} CRE_{15} + \beta_{16} DIS_{16} + U_i \tag{8}$$

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. The Summary of some Characteristics of Vegetable Farmers

The summaries of selected socioeconomic characteristics of fluted pumpkin farmers (leaf gourd farmers) are presented in Table 3. The results showed that the majority (62.40%) of leaf gourd farmers are women. As reported by Emegha-Okonkwo et al. (2019), Obiesie et al. (2022) and Akpan et al. (2023), the dominant female population in vegetable farming essentially serves to complement household income generation. The average age of leaf gourd farmers of 42.03 years indicated an active farming population. The marital status of leaf gourd farmers shows that about 57.20% of farmers are married. The average agricultural experience of 4.54 years suggests that vegetable farming is a transitional or temporary agricultural venture popular among married women in the southern region of Nigeria. Additionally, socialization among pumpkin farmers averaged 2.45 years. As Osuji et al. (2022), Akpan et al. (2023) and Igbinidu, and Egbodion, (2023) claim, the ability of vegetable farmers in the region to generate social capital is low. As reported by Akpan et al. (2022), a good level of socialization would facilitate farmers’ access to production and market information and promote cooperation among members. An average household size of 4.00 members per household was found among fluted pumpkin farmers in the region. This indicates a deterioration in families’ labour capacity, which is likely due to the increasing awareness of the need for rural farming families to have a small family size and the improvement in human capacity development of rural farming households in the region. The results also showed that vegetable farmers in the region have acquired an average

of 11.45 years and at least 6.00 years of formal education. The finding confirms the fact that in the southern region of Nigeria, vegetable cultivation is largely carried out by educated farmers. The result also showed that vegetable farmers' access to agricultural extension services is poor, with an average of 0.324 times per farming season. It was also found that vegetable farmers in the region have access to multiple agricultural information sources. The result showed that at least every vegetable farmer has access to a source of agricultural information. This shows that vegetable farmers are educated and exposed to innovations.

Table 3. Summary Statistics of variables

Variable	Mean	Min.	Max.	Std. Dev.	C.V.	Skewness
Farmer's age	42.032	24.000	70.000	11.842	0.282	0.841
Marital status	0.572	0.000	1.000	0.496	0.867	-0.291
Farming experience	4.544	1.000	22.000	3.500	0.770	2.641
Socialization	2.448	0.000	23.000	4.234	1.730	2.423
Household size	4.000	1.000	9.000	1.882	0.610	0.633
Education	11.476	6.000	30.000	3.379	0.294	1.162
Farm size	0.177	0.001	0.940	0.217	1.229	1.666
Non-farm income	34952	0.000	120000	28926	0.828	1.143
Farm income	27729	2400	142200	23166	0.835	2.976
Household expenditure	59806	15000	165000	28676	0.479	1.393
Gender of a farmer	0.624	0.000	1.000	0.485	0.778	-0.512
Tax paid by farmers	273.60	0.000	1000	267.970	0.979	0.825
Access to extension	0.324	0.000	3.000	0.880	2.716	2.512
Sources of agric. information	2.036	1.000	5.000	1.027	0.504	0.730
Distance to the market	0.712	0.000	1.000	0.454	0.637	-0.936
Access to credit	39568	0.000	200000	24029	0.607	1.623

Source: Computed by authors.

About 71.20% of vegetable farmers attested that the distance from the farm gate to the local market was long. The finding indicates a deterioration of rural infrastructure in the study areas. The average monthly non-farm income (₦34,952) of vegetable farmers was found to exceed the farm income (₦27,729), indicating increasing income diversification among them. Average household expenditure of ₦59,806 was reported among vegetable farmers in the region. This result shows that most vegetable farmers in the region relied heavily on both farm and non-farm income sources to meet their family expenses.

3.2. The Marketing Outlet for Vegetable Farmers

The study has identified the top three marketing outlets preferred by vegetable farmers in the study area. The distribution of the frequency and respective percentages of these marketing outlets can be found in Table 4. The findings reveal that the majority (52.00%) of vegetable farmers (leaf gourd farmers) prefer to sell their leafy vegetables directly in the local market. This aligns with expectations, considering the perishable nature of leafy vegetables. Due to limited resources, rural farmers often lack the means to process these vegetables to prolong their shelf life. Consequently, many farmers opt to harvest their leafy vegetables as needed, selling them in the local market to quickly generate income for their families. Unfortunately, this approach often results in the undervaluation of leafy vegetables, as observed in the field.

Table 4. Marketing outlets for vegetable farmers

Marketing channel	Frequency	Percentage
Sales through contract arrangement	52	20.80
Sales directly in the local market	130	52.00
Sales to middlemen/agents	68	27.20
Total	250	100.00

Source: Field survey (2023).

The result also revealed that about 27.20% of farmers preferred choosing the distribution outlet of middlemen or agents/wholesalers. This option is often characterized by lobbying, advance payments and sometimes the provision of farm inputs to farmers to entice them into an agreement with the middlemen or agents/wholesalers (Opata, 2018). The introduction of this option may provide relief to leafy vegetable farmers' income needs in the short term, but is likely to prove exploitative in the longer term.

However, direct selling through contractual arrangements was the least preferred option among the main options available to leafy vegetable farmers. The result showed that only 20.80% of leafy vegetable farmers entered into direct contractual agreements with buyers. This agreement is most often made before the start of a planting season, while some come into effect during the harvest season. However, this type of marketing outlet is common among farmers who need to resolve financial issues before the planting season begins. The majority of farmers who preferred this marketing option did not enter into contractual agreements voluntarily, but are often forced by situations beyond their financial control (Opata, 2018; Musara et al., 2018).

3.3. Determinants of the Preferred Choice of Marketing Outlet Among Leafy Vegetable Farmers

The results in Table 5 show the multinomial logit estimates for the given marketing outlet selection equation. The chi-square estimates revealed that the likelihood ratio statistics are highly significant ($p < 0.0001$), indicating that the reported models are capable of explaining vegetable farmers' behavior in choosing their preferred marketing outlets. The diagnostic statistics also yielded a pseudo R^2 of 0.664, indicating that 66.40% of the variability in the probability of occurrence of the dependent variable was attributable to the explanatory variables. Note that the coefficients of each explanatory variable in the multinomial logit do not represent the marginal influence or slope coefficient of the explanatory variable on the dependent variable (the probability of choosing a marketing channel). Additionally, all results and interpretations of the multinomial logit estimates are reported relative to the based category. This implies that the probability of occurrence or behavior of a particular variable is explained relative to the reference or base category. The selection of the base or reference category (sale through contract arrangement) was influenced by the increasing prevalence of contractual arrangement sales among vegetable farmers in the region. This marketing channel has developed in response to the persistent poverty faced by vegetable farmers and is seen as a way to alleviate poverty for low-income farm households. Therefore, to interpret the multinomial logit model, the post-estimated marginal effect coefficients, which indicate the change in the probability of using a particular marketing channel due to a change in the explanatory variables, were used.

The results presented in the last column of Table 5 are Variance Inflating Factor (VIF) estimates used to test the nature of collinearity among the specified explanatory variables in the model. The results showed that there were no significant multicollinearity problems in the explanatory variables in the estimated model. The estimated VIF for each independent variable was greater than one but less than the threshold of 10. The result implies that the explanatory variables had their true signs and the estimated standard error was not inflated due to multicollinearity.

3.4. Determinants of the Choice of Direct Sales in the Local Market Outlet (Sale Through Contract Arrangement Option as a Based or Reference Category)

“Note that all explanations are made with respect to the reference category.” The result shows that the age of leafy vegetable farmers has a significant positive association with the probability of choosing direct sales in the local market compared to the contract sales option. This means that as the age of farmers' increases by one unit, the probability of preferring direct sales in the local market to contract sale increases by 0.0025. The reason for the result could be that older or elderly vege-

table farmers are culturally connected to their local markets and would therefore prefer a direct sell in the local market to a contractual arrangement. The finding corroborates Dessie et al. (2018), Adugna et al. (2019), Samuel and Malgwi (2020), Berhanu and Atinafu (2022), Ketema and Lika (2023).

The slope coefficient of vegetable farmers' years of farming experience has a significantly positive relationship with the choice of direct sales in the local market. This means that a 1.00% increase in farming experience would likely result in a 0.033% increase in the probability of using direct sales in the local market option instead of contract sales. The increasing experience of vegetable farmers has to do with the conservative nature of farmers, which often stems from cultural affiliation. Therefore, it might be difficult for them to switch from their usual marketing option compared to the contractual agreement option. The result aligns with the contributions of Magogo et al. (2015), Emanu et al. (2015), Wosene et al. (2018), Chekol and Mazengia (2022).

Likewise, the socialization or membership in a social organization coefficient (at 1% level); household size (at 1% level); and years of formal education (at 5% level) showed a significant positive association with the likelihood of direct sales in the local market by vegetable farmers relative to the contract sales. The result revealed that a one unit increase in years of membership in social organizations, household size, and years of formal education increased the probability of choosing direct selling in the local market by 0.0045, 0.0007 and 0.0059 respectively, compared to contract sales.

Table 5. Multinomial estimates on direct sales in the local market option (Sale through contract arrangement option as a based category)

Variable	Direct Sales in the Local Market Option					
	Coefficient	Std. Error	t-test	Slope	Prob.	VIF
Constant	3.1126	1.0926	2.8488***	-	0.0044	-
Farmer's age	0.0055	0.0025	2.2067**	0.0025	0.0338	2.687
Marital status	0.5632	0.4269	1.3191	0.0906	0.1871	1.251
Farming experience	0.2787	0.0795	3.5080***	0.0333	0.0005	1.639
Socialization	0.0256	0.0034	7.5553***	0.0045	0.0000	1.229
Household size	0.5139	0.1396	3.6824***	0.0007	0.0000	1.992
Education	0.0039	0.0019	2.0285**	0.0059	0.0404	1.277
Farm size	-0.6284	0.3571	-1.7597*	-0.1009	0.0815	1.164
Non-farm income	4.38e-06	9.56e-06	0.4588	7.68e-07	0.6464	1.319
Farm income	1.12e-05	3.07e-06	3.6446***	2.84e-06	0.0001	1.511
Household expenditure	1.90e-05	8.08e-06	2.3543**	3.72e-06	0.0186	1.306

Gender of a farmer	-0.5286	0.4750	-1.1128	-0.1123	0.2658	1.185
Tax paid by farmers	-0.0002	0.0009	-0.2117	-0.00002	0.8324	1.303
Access to extension	0.3577	0.2147	1.6661*	0.0599	0.0957	1.307
Sources of agric. information	0.1812	0.0466	3.8884***	0.0113	0.0000	1.231
Distance to the market	-0.0381	0.0199	-1.9146*	-0.0121	0.0476	1.171
Access to credit	-8.79e-06	7.99e-06	-1.0999	-1.66e-06	0.2714	1.051
Sales to Middlemen/Agent Option						
Constant	4.5625	1.2602	3.6205***	-	0.0003	-
Farmer's age	-0.0678	0.0286	-2.3722**	-0.0032	0.0177	2.687
Marital status	0.6087	0.4522	1.3461	0.1089	0.1783	1.251
Farming experience	0.0316	0.0118	2.6865***	0.0268	0.0054	1.639
Socialization	0.1580	0.0408	3.8725***	0.0067	0.0001	1.229
Household size	-0.0439	0.0135	-3.2580***	-0.0628	0.0009	1.992
Education	0.1350	0.0700	1.9286*	0.0044	0.0538	1.277
Farm size	-0.6220	0.2709	-2.2959**	-0.1278	0.0214	1.164
Non-farm income	2.71E-05	9.23E-06	2.9394***	3.21e-07	0.0033	1.319
Farm income	3.33E-05	1.09E-05	3.0576***	2.95e-06	0.0022	1.511
Household expenditure	3.30E-05	9.65E-06	3.4182***	3.22e-06	0.0006	1.306
Gender of a farmer	1.02252	0.5159	1.9818*	0.1263	0.0475	1.185
Tax paid by farmers	-3.24E-05	0.0000	-2.9164***	-0.00004	0.0040	1.303
Access to extension	-0.407854	0.2680	-1.5218	-0.0624	0.1281	1.307
Sources of agric. information	0.6838	0.2768	2.4699**	0.0028	0.0135	1.231
Distance to the market	-0.3323	0.1872	-1.7752*	-0.0086	0.0752	1.171
Access to credit	-1.41E-05	8.88E-06	-1.5854	-1.18e-06	0.1129	1.051
Log likelihood	-187.435		Pseudo R ²		0.6636	
No. of cases 'correctly predicted	205 (82.00%)		LR chi2(32)		134.20***	

Source: Data from 2023 planting season in the study area. *, **, and *** represent a significance at 10%, 5% and 1% respectively.

In most rural communities in the region, farm products are sold mostly in groups or unions in community/local markets. Therefore, ties can easily be formed between vegetable farmers in the local market, making it difficult for them to adopt alternative marketing options such as the contractual arrangement. Additionally, increasing household size will incentivize cheap labor, allowing them to bring their bulky leafy vegetables to the local market with less effort. Prolonged formal trai-

ning for vegetable farmers would improve their intellectual and managerial abilities to access other channels and make decisions concerning market opportunities. Hence, the choice of direct sale in the local market by vegetable farmers in the region is boosted by increase in farmers' years of formal education relative to the contract sale option. A similar result was reported by Magogo et al. (2015), Dessie et al. (2018), Wosene et al. (2018), Getahun et al. (2020), Samuel and Malgwi (2020), Dube et al. (2021), Berhanu and Atinafu (2022), Ozkan et al. (2022), Arumugam et al. (2022), Adams et al. (2022) and Ketema and Lika (2023).

In addition, the marginal effects of farm income (at the 1% level), household expenditure (at the 5% level), access to agricultural extension services (at the 10% level) and the number of agricultural information sources (at the 1% level) have a significant positive influence on the likelihood of vegetable farmers using direct sales in the local market outlet instead of choosing contract sales option. The results imply that a unit increase in farm income, household expenditure, access to extension services and the number of farm information sources would produce a small increase in the probability of choosing direct sales in the local market by $2.84e-06$, $3.72e-06$, 0.0599 and 0.0113 respectively. The increase in household spending could tempt vegetable farmers to seek immediate intervention through quick sales in the local market rather than considering a contractual arrangement. Additionally, expanding extension services would expose vegetable farmers to new technologies that would likely increase production and create a local market in production areas. Furthermore, expanding agricultural information sources would likely increase vegetable farmers' ability to analyze a particular marketing outlet and enhance efficiency in marketing decision. While a continued increase in vegetable farmers' income would likely mean continued use of the option of local market sales compared to contractual outlets. The finding is substantiated by Magogo et al. (2015), Geoffrey et al. (2015), Emanu et al. (2015), Wosene et al. (2018), Adugna et al. (2019), Samuel and Malgwi (2020), Dube et al. (2021), Berhanu and Atinafu (2022), Ozkan et al. (2022), Chekol and Mazengia (2022).

On the contrary, the slope coefficients of farm size (at the 10% level) and the distance from the farm gate to the local market (at the 10% level) showed significant negative relationships with the probability of using direct sales in the local market relative to the base category. The result suggests that vegetable farmers' chance of exploiting direct sales in the local market decreases as farm size increases and the distance from their farms to the point of sale in the local market increases. More specifically, an increase in farm size and distance from the farm to the local market would result in a decrease in the probability of using direct sales by 0.1009 and 0.0121 , respectively. As farm size increases, production would increase, potentially exceeding demand capacity in the local market. Due to the perishable nature of leafy vegetables, excess production would likely result in post-harvest losses and a decline in farm income. To avoid this situation, vegetable farmers would prefer

contract selling, where bulk purchasing is improved and farmers' risks are drastically minimized. Furthermore, increasing the distance between the farm gate and the point of sale at the local market would likely increase the transaction costs associated with marketing the leafy vegetables and reduce farmers' income. To avoid this situation, farmers would prefer the contractual sales option which reduces the marketing cost compared to the local market sales option. The result is reported by Magogo et al. (2015) validated; Emanu et al. (2015), Dessie et al. (2018), Adugna et al. (2019), Getahun et al. (2020), Samuel and Malgwi (2020), Samuel and Malgwi (2020), Dube et al. (2021), Ozkan et al. (2022), Adams et al. (2022), Ketema and Lika (2023).

3.5. Determinants of the Choice of Sales to Middlemen/Agent Outlet (Sale Through Contract Arrangement Option as a Based or Reference Category)

“Note that all explanations are made with respect to the reference category.” The empirical results showed that the age of vegetable farmers (at the 5 percent level), household size (at the 5 percent level), and farm size (at the 5 percent level) have a significant negative correlation with the probability of selecting the middleman/agent instead of contract sales or reference category. The result revealed that an increase in the age, household size and farm size of the vegetable farmer leads to a decrease in the probability of using middlemen/agents as an alternative market by 0.0032, 0.0628 and 0.1278, respectively. Increasing age of vegetable farmers would likely be associated with reduced farmer mobility. Therefore, older farmers would likely prefer a less cumbersome option and accordingly choosing a middlemen/agent is less preferred to a contractual arrangement option. Furthermore, an increase in household size would increase household expenditure, a situation that is sometimes best resolved through contractual arrangements for a prepayment system. Increasing the size of farms, on the other hand, leads to economies of scale, which is likely to lead to an increase in farm production. A continuous increase in farm output will trigger off-taking arrangement which is often best propelled through contractual arrangement. The findings are substantiated by Magogo et al. (2015), Dessie et al. (2018), Adugna et al. (2019), Getahun et al. (2020), Samuel and Malgwi (2020), Berhanu and Atinafu (2022), Ketema and Lika (2023).

Likewise, the coefficients of taxes paid in the local market and the distance from the farm to the local market have a significantly negative association with the probability of using the middlemen/agent relative to the choice of contractual arrangement. These results suggest that a 10% increase in taxes paid and distance to market would result in a decrease in the probability of choosing the middleman/agent option by 0.0004 and 0.086 units, respectively. Increase in tax and the distance between the farm gate and the point of sale at the local market would increase vegetable farmers' overall transaction costs and reduce farmers' income.

To avoid this situation, vegetable farmers would probably prefer the contractual arrangement option over the middleman/agent option. The results are confirmed by Magogo et al. (2015), Emanu et al. (2015), Adugna et al. (2019), Samuel and Malgwi (2020), Dube et al. (2021), Ozkan et al. (2022) and Adams et al. (2022).

On the contrary, experience in vegetable cultivation (at 1% level), socialization (at 1% level), and years of acquiring formal education (at 10% level) have a significant positive relationship with the probability of using the middlemen/agent marketing outlet relative to the contractual sale option. The result suggests that increasing farmers' experience, year of socialization, and year of schooling by approximately 0.027, 0.007, and 0.004 units would lead to an increase in the probability of using the middleman/agent option instead of contractual sale option. Increasing farming experience strengthens farmers' conservative attitude and increases evaluation capacity, making them more likely to stick with their current marketing option rather than a given alternative option. Longer membership in social organizations would lead to stronger bonds between farmers and buyers and ensure better information and understanding between farmers and buyers. This situation would likely make it more difficult for farmers to give up their preferred option over an alternative option such as the contractual arrangement. While the number of years of formal education improves vegetable farmers' ability to access and process marketing information among alternative outlets. Therefore, educated vegetable farmers would prefer the middleman/agent option over the contractual arrangement option. The result corroborate Magogo et al. (2015), Emanu et al. (2015), Dessie et al. (2018), Wosene et al. (2018), Getahun et al. (2020) Samuel and Malgwi (2020), Dube et al. (2021), Berhanu and Atinafu (2022), Ozkan et al. (2022), Arumugam et al. (2022), Chekol and Mazengia (2022), Adams et al. (2022), Ketema and Lika (2023).

Furthermore, the empirical results showed that non-farm income (at the 1% level), farm income (at the 1% level) and household expenditure (at the 1% level) have a significant positive correlation with the probability of choosing the option of the middlemen/agent rather than the contractual arrangement option. The results suggest that as farm income, non-farm income and household expenditure increase, the probability of using middlemen/agents increases accordingly. The results are consistent with the results of Magogo et al. (2015), Emanu et al. (2015) and Dessie et al. (2018).

Similarly, the vegetable farmer's gender or being a female farmer (at the 10 percent level) and sources of agricultural information (at the 5 percent level) have a significant positive relationship with the probability of using middlemen/agent marketing option instead of the contractual arrangement outlet. The results indicate that women farmers preferred the "middlemen/agents" marketing option over the contractual arrangement option. Vegetable farmers' improved access to

agricultural information also favors the choice of middleman/agent option compared to the contractual sale option. The results are consistent with Magogo et al. (2015), Geoffrey et al. (2015), Emanu et al. (2015), Adugna et al. (2019), Samuel and Malgwi (2020), Dube et al. (2021), Berhanu and Atinafu (2022), Arumugam et al. (2022), Chekol and Mazengia (2022), Ketema and Lika (2023).

4. CONCLUSION

Agricultural products marketing is an essential tool for sustainable agricultural production and crucial to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) now and in the future. Sustainable vegetable production plays a key role in reducing rural poverty and achieving the Federal Government of Nigeria's food self-sufficiency policy. Therefore, removing all obstacles to sustainable production of vegetables (e.g. leaf gourd) is extremely necessary and unavoidable, especially since the agricultural sector is the country's preferred investment destination. Based on these facts, the study identified three key marketing outlets (namely: contract sales, direct sales in the local market and sales through middlemen/agents) utilized by the leafy fluted pumpkin (leaf gourd) farmers in the southern region of Nigeria. However, the study confirmed that direct sales in the local market (52.00%) is the most preferred marketing channel by leafy fluted pumpkin farmers in the region. Analyses of the social and economic characteristics of leafy fluted pumpkin farmers revealed that women dominated the sub-sector. The majority of vegetable farmers were relatively young, experienced, educated, married, and had an average household size of four members. Social capital formation among the majority of leafy vegetable farmers was poor, although with increasing preference for non-farm income-generating activities.

The empirical results generated from the multinomial logit regression estimates revealed the determinants of the choice of marketing option preferred by leafy vegetable farmers in the region. The positive significant determinants of choosing direct sales in the local market with contract sales as the base category were: farmers' age, agricultural experience, years in social organization, household size, years of formal education, farm income, household expenses, access to agricultural extension services and sources of agricultural information. On the contrary, the farm size and the distance from the farm gate to the point of sale in the local market were identified as significant negative determinants of the choice of direct sales in the local market compared to the reference category. Similarly, the middleman/agent option was positively and significantly influenced by farm experience, social organization membership, years of formal education, agricultural income, non-agricultural income, household expenditure, farmer gender and agricultural sources information determined. On the other hand, it was shown that the age of farmers, household size, farm size, taxes paid in the local market and the distance

from the farm gate to the point of sale in the local market have a significant negative influence on the choice of middlemen/agents outlet. Based on these findings, the leafy fluted pumpkin (leaf gourd) farmers are recommended to improve their levels of formal education and build social capital to increase efficiency in selecting their marketing outlets. This could be achieved through adult education programs organized in rural areas. Reducing the taxes paid by farmers in the local market and providing a good road network in rural areas to bridge the distance between the farm gate and the point of sale in the local market will also improve the decision making in choosing marketing outlets for leafy vegetables farmers in the Region. Providing numerous agricultural information sources and strengthening agricultural extension services in the region are key to efficient decision-making in selecting marketing outlets among vegetable farmers. Furthermore, moderation of farmers' household sizes are prerequisites for efficient marketing decisions among leafy vegetable farmers in the region.

Conflict of Interest

Authors declared no conflicts of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

Authors Contribution Rates

Design of Study: GEE(%60), SBA(%40)

Data Acquisition: GEE(%50), SBA(%50)

Data Analysis: GEE(%40), SBA(%60)

Writing Up: GEE(%50), SBA(%50)

Submission and Revision: GEE(%50), SBA(%50)

REFERENCES

- Abokyi, E., Strijker, D., Asiedu, K. F., Daams, M. N., 2020. The impact of output price support on smallholder farmers' income: evidence from maize farmers in Ghana. *Heliyon*, 6 (9): e05013. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05013>.
- Achille, B. A., Denis, A. H., Gervasio, S., 2020. Price risk and farmers' decisions: A case study from Benin, *Scientific African*, Volume 8, Pages e00311, <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00311>.
- Adams, A., Caesar, L. D., and Asafu-Adjaye, N. Y., 2022. What Informs Farmers' Choice of Output Markets? The Case of Maize, Cowpea and Livestock Production in Northern Ghana. *International Journal of Rural Management*, 18(1); 56 -77. <https://doi.org/10.1177/0973005221994425>.
- Adugna, M., Ketema, M., Goshu, D., Debebe, S., 2019. Market outlet choice decision and its effect on income and productivity of smallholder vegetable producers in Lake Tana basin, Ethiopia. *Review of Agricultural and Applied Economics, Acta Oeconomica et Informatica*, 2 (1); 83-90, doi: 10.15414/raae.2019.22.01.83-90.
- Akpan, S. B., 2010. Encouraging Youth Involvement in Agricultural Production and Processing in Nigeria. Policy Note No. 29: International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Akpan, S. B., Okon, U. E., 2019. Vegetable Consumption Paradox: Has Domestic Consumption Match the International Recommended Minimum Standard in Nigeria?. *International Journal of Advances in Agriculture Sciences*; 4(3); pp. 1 - 7.
- Akpan, S. B., Monday, I., 2021. Factors Productivity in small scale upland Vegetable Production in the South - South region of Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 21(1); 35 - 45.
- Akpan, S. B., Antia, E. J., Nkanta, V. S., 2022. Sustainable technical efficiency: evidence from vegetable (waterleaf: *Talinum triangulare*) production in southern Nigeria. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 66(4), 297-309.
- Akpan, S. B., Aya, E. A., Essien, U. A., Akpan, O. D., and Bassey, N. E., (2011). Analysis of Total Factor Productivity among small-holder Vegetable Farmers in Akwa-Ibom State, Nigeria. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*. 7(4):68-74.
- Akpan, S. B., Ini-mfon V. P., Samuel J. U., Edem A. O., Ubong E. E., 2013. Determinants of vegetable farmers' decision to use poultry litter in the southern region of Nigeria. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 2(2); 077-083.
- Akpan, S. B., Monday, J., Okon, U. E., 2018. Factors that influence total factor productivity of Upland vegetable farmers in Oruk Anam local government area of Akwa Ibom State, Nigeria. *AKSU Journal of Agricultural Economics, Extension and Rural Development*; 1 (1):129 - 137.
- Akpan, S. B., Udoh, E. J., Nkanta, V. S., 2023. The Pull and Push Factors of Farm Income Diversification among Fluted Pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) Farmers in Akwa Ibom State, Southern Nigeria. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 33(2): 207-218. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1177296>.
- Akpasi S. O., Oghenejoboh, K. M., Shoyiga, H. O., Kiambi, S. L., Mahlangu, T. P., 2023. Investigation of the Nutrient Composition of Fluted Pumpkin (*Telfairia occidentalis*) under Herbicide Treatment. *Sustainability*. 2023; 15(4):3383. <https://doi.org/10.3390/su15043383>.
- Arumugam, Z. S., Govindasamy, R., and Simon, J. E., Wyk, E. V., Ozkan, B., 2022. *Agricultural and Food Economics*, 10:28. <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00235-6>.
- Auwal, Y., Bardea, M. I., Imam, N., Murtala, A., 2023. Proximate Analysis of *Telfairia Occidentalis* (Fluted Pumpkin) and *Telfairia Pedata* (Oyster Nut) Leaves Consumed in Katsina Metropolis: A Comparative Study. *Recent Advances in Natural Sciences*, 8 (1):1-4.
- Berhanu, D., Atinafu, A., 2022. Determinants of market outlet choices of pineapple producing farmers: A case of Chuko district, Sidama region, Southern Ethiopia. *Advances in Agriculture, Food Science and Forestry*, 10 (3): 08-26.
- Borsellino, V., Schimmenti, E., El Bilali, H., 2020. Agri-food markets towards sustainable patterns. *Sustainability*, 12(6), 2193.
- Chekol, F., Mazengia, T., 2022. Determinants of garlic producers market outlet choices in Goncha Siso Enese District, Northwest Ethiopia: A multivariate probit regression analysis. *Advances in Agriculture*, 2022(1), 6719106.
- Christiaensen, L., Rutledge, Z., Taylor, J. E., 2021. Viewpoint: The future of work in agri-food. *Food policy*. 99, 101963. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101963>.
- Cochran, W. G., 1963. *Sampling Techniques*, 2nd Ed., New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Dessie, A. B., Abate, T. M., Mekie, T. M., 2018. Factors affecting market outlet choice of wheat producers in North Gondar Zone, Ethiopia. *Agricultural & Food Security*, 7:91.

- Dube, A. K., Ozkan, B., Uygun, H., Gujrati, R., 2023. The determinants of market outlet choice of smallholder Vegetable and Fruit producers in Ethiopia. *VIMARSH*, 12(2):53-62.
- Emegha-Onkonkwo, K., Achoja, F. O., Okeke, D. C., 2019. Financial Benefit Analysis of Organic Farming of Fluted Pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. F.): Evidence from Nigeria. *Anadolu, J. of AARI*, 29 (2): 93-102.
- Emana, B., Ketema, M., Mutimba, J. K., Yousu, J., 2015. Factors Affecting Market Outlet Choice of Potato Producers in Eastern Hararghe Zone, Ethiopia. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(15): 159-172.
- Ogundele, F., 2022. Post-Harvest Losses and Food Security in Nigeria: An Empirical Review. *African Journal of Agriculture and Food Science* 5(3), 77-89. DOI: 10.52589/AJAFS-C0442Z7).
- Geoffrey, S. K., Bett, K. H., Kiprop, K. J., Odipo, O. T., 2015. Factors Influencing the Choice of Marketing Outlets among Small-Scale Pineapple Farmers in Kericho County, Kenya. *International Journal of Regional Development*, 2 (2): 1-11.
- Getahun, A., Goshu, D., Bekele, A., 2020. Determinants of Market Outlet Choices of Tef. *Journal of World Economic Research*, 9(2); 99-109. doi: 10.11648/j.jwer.20200902.14
- Geza, W., Ngidi, M., Ojo, T., Adetoro, A. A., Slotow, R., Mabhaudhi, T., 2021. Youth Participation in Agriculture: A Scoping Review. *Sustainability*, 13(16), 9120. <https://doi.org/10.3390/su13169120>.
- Gujarati, D.N., Porter, D.C., 2011. *Basic Econometrics*. AMGH, Porto Alegre.
- Haddabi, A. S., Ndehfru, N. J., Aliyu, A., 2019. Analysis of food security status among rural farming households in Mubi North local government area of Adamawa state, Nigeria. *International Journal of Research-Grant-haalayah*, 7(7), 226-246.
- Ifeoma, O. N., Akoroda M. O., Chukwunyem, O.E., 2018. Diversity and production methods of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook F); Experience with vegetable farmers in Makurdi, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 7 (8); 944-954.
- Igbinidu, O., Egbodion, J., 2023. Economic Analysis of waterleaf and fluted pumpkin production in Benin Metropolis, Edo state, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 27 (11); 2375-2379.
- Igwegbe, N. I., Metu, A. G., 2021. Determinants of income inequality in Nigeria. *Journal of Economic Studies (JES)*, 18 (1); 73-87.
- Ketema, S., Lika, T., 2023. Determinants of market outlet choice by smallholder wheat producers in Arsi Zone of Oromia National Regional State, Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1), 2163578.
- Kamara, A., Conteh, A., Rhodes, E. R., Cooke, R. A., 2019. The Relevance of Smallholder Farming to African Agricultural Growth and Development. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 2019; 19(1):14043-14065. DOI: 10.18697/ajfand.84.BLFB1010.
- Kehinde, T., Favour, E., 2020. Food Insecurity and Nutrition Status of Farm Households in North-western Nigeria. *Journal of Food Security*, 8(3); 98-104.
- Kropko, J., 2008. *Choosing Between Multinomial Logit and Multinomial Probit Models for Analysis of Unordered Choice Data*. University of North Carolina at Chapel Hill.
- Magogo, J. R., Mshenga, P. M., Saidi, M., Nkurumwa, A., Oradu, S. I., 2015. Determinants of Choice of Marketing Outlets for African Indigenous Vegetables among the Agro-Pastoral Maasai of Narok and Kajiado Counties of Kenya. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(8):29-42.
- Morgan, A. E., Fanzo, J., 2020. Nutrition Transition and Climate Risks in Nigeria: Moving Towards Food Systems Policy Coherence. *Current environmental health reports*, 7(4), 392-403. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00292-3>.
- Mukaila, R., Egwue, L. O., 2022. Analysis of rural income inequality in Nigeria: before and during the democratic era. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22 (4): 443-452.
- Musara, J. P., Musemwa, L., Mutenje, M., Mushunje, A., Pfukwa, C., 2018. Market participation and marketing channel preferences by small scale sorghum farmers in semi-arid Zimbabwe. *Agrekon* 2018, 57, 64-77.
- Ncube, D., 2020. The Importance of Contract Farming to Small-scale Farmers in Africa and the Implications for Policy: A Review Scenario. *The Open Agriculture Journal*, 14; 59-86. DOI: 10.2174/18743315020140100059.
- Obiesie, C. I., Komolafe, O.J., Meludu, N. T., 2022. Profitability of organically produced fluted pumpkin among small holder farmers in Anambra State. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 15 (2): 09-17.
- Oluwalana, T., Okeleke, S. O., Akinbosoye, T. B. S., 2019. Economics Analysis of Small-Scale Vegetable Production in Odeda Local Government Area of Ogun State. *Direct Research Journal of Social Science and Educational Studies*, 6 (9): 127-132.
- Oluwasola, O., 2015. Vegetable Production, Livelihood Diversification and Employment Generation in Oyo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Science*, 7 (8); 165-174.
- Opata, P.I., 2018. Determinants of the choice of marketing channel among cocoyam farmers in south east Nigeria. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 28(4): 1142-1151

- Orhuamen, E. O., Orunmaiye, K. S., Adeyemi, C. O., 2012. Proximate Analysis of Fresh and Dry Leaves of *Telfairia occidentalis* (Hook.f) and *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* 7 (3-4); 188-191.
- Osuji E. E., Munonye J. O., Olaolu M. O., Onyemauwa C. S., Tim-Ashama A. C., Ibekwe C. C., Obasi I. O., Obike K. C., Ebe F. E., Onu S. E., Obi J. N., Izuogu C. U., Orji J. E., Inyang P., 2022. Econometric Analysis of Fluted Pumpkin Production in Nigeria; Empirical In-Depth Analysis. *Journal of Agriculture and Crops*, 8 (2); 105-114.
- Ozkan, B., Dube, A.K., Govindasamy, R., 2022. Market Outlet Choice and Its Effects on the Welfare of Smallholder Vegetable and Fruit Producers in Ethiopia. *Horticulturae*, 8, 1148. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121148>.
- Pawlak, K., Kołodziejczak, M., 2020. The Role of Agriculture in Ensuring Food Security in Developing Countries: Considerations in the Context of the Problem of Sustainable Food Production. *Sustainability*, 12(13):5488. <https://doi.org/10.3390/su12135488>.
- Pham, Q. H., Huynh, V. K., 2020. Transaction cost, price risk perspective and marketing channel decision of small-scale chili farmers in Tra Vinh Province, Vietnam. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 10(1), 68-80.
- Samson, I. I., Isaac, O., 2019. Haematology and comparative study of fluted pumpkin leave vegetable and seed nutrients (*Telfairia occidentalis*). *Archives of Nutrition and Public Health*, 1, 23-29.
- Samuel, E. E., Malgwi, A. S., 2020. Consumers' choice of market outlets for fresh leafy vegetables among rural and urban households in federal capital territory, Nigeria. *RJOAS*, 8(104); 197-211. DOI 10.18551/rjoas.2020-08.22.
- Udoh, E. J., Akpan, S. B., 2007. Measuring Technical Efficiency of Waterleaf (*Talinum triangulare*) production in Akwa Ibom State, Nigeria. *American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2 (5); 518 - 522.
- Utobo, O., Ezeano, C. I., Umehali, E. E., Okeke, C. C., Nwibo, M. O., 2022. Profitability analysis of dry season fluted pumpkin production among smallholder farmers in Okigwe, south-eastern Nigeria. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 8 (1); 8-17.
- Alders, R., Bagnol, B., De Bruyn, J., Li, M., Wong, J., Grieve, H., Pym, R., 2017. Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review, *Global Food Security*, 15; 43-52, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.003>.
- Woodhill, J., Kishore, A., Njuki, J., Kishore, A., Jones, K., Hasnam, S., 2022. Food systems and rural wellbeing: challenges and opportunities. *Food Sec.* 14; 1099-1121. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01217-0>.
- Wosene, G., Ketema, M., Ademe, A., 2018. Factors affecting market outlet choices of pepper producers in Wonberma district, north-west Ethiopia: Multivariate Probit approach. *Cogent Food & Agriculture*, 4: 1558497. <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1558497>.
- Xaba, B. G., Masuku, M. B., 2013. Factors Affecting the Productivity and Profitability of Vegetables Production in Swaziland. *Journal of Agricultural Studies*, 1(2); 37 - 52.
- Zhu, M., Shen, C., Tian, Y., Wu, J., Mu, Y., 2022. Factors Affecting Smallholder Farmers' Marketing Channel Choice in China with Multivariate Logit Model. *Agriculture*, 12, 1441. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091441>.



Muğla İli Fethiye İlçesi Arıcılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Beekeeping Activities in Fethiye District of Muğla Province

Hande İŞİL AKBAĞ¹, Damla ÖZSAYIN², Bilal İNCE³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Çanakkale
· hiulku@comu.edu.tr · ORCID > 0000-0002-7325-4453

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği
Bölümü, Gökçeada/Çanakkale
· dozsayin@comu.edu.tr · ORCID > 0000-0003-1127-267X

³Fethiye İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Fethiye/ Muğla
· bilalince1@hotmail.com · ORCID > 0009-0006-7616-3828

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 17 Ekim/October 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 31 Ocak/January 2025

Yıl/Year: 2025 | Cilt-Volume: 40 | Sayı-Issue: 1 | Sayfa/Pages: 139-158

Atrf/Cite as: Akbağ, I. H., Özsayın, D., İnce, B. "Muğla İli Fethiye İlçesi Arıcılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi"
Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), Şubat 2025: 139-158.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Damla ÖZSAYIN

MUĞLA İLİ FETHİYE İLÇESİ ARICILIK FAALİYETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

Bu çalışmada, Muğla ili Fethiye ilçesindeki arıcıların arıcılık faaliyetlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın ana materyalini, basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenen 152 arıcıdan anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri, 2023 yılının Kasım ve Aralık aylarını kapsamaktadır. Araştırma verilerinin analizinde tanımlayıcı istatistikler, 5'li likert ölçeği ve lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, arıcıların %94.7'sinin erkek, genel yaş ortalamasının 57.5, ortalama eğitim süresinin 6.5 yıl, ortalama hanehalkı büyüklüğünün 3.2 kişi ve ortalama arıcılık deneyiminin 23.6 yıl olduğunu ortaya koymuştur. Arıcılar açısından en önemli risk kaynağı ve risk önlemi sırasıyla girdi maliyetlerinin yüksekliği ve arılı kovan sigortası yaptırma olarak bulunmuştur. Arıcıların yaşı, eğitim düzeyi, tarım dışı gelire sahip olma durumu, yüksek kâr sağlama durumu, tarımsal kredi kullanma durumu, arılı kovan sigortası yaptırma durumu ve arıcılık eğitimi alma durumunun, arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, araştırma bulgularının ilçenin arıcılık potansiyelinin sürdürülebilirliğine ve arıcılıkla ilgili uygulamalarda ise politika yapıcı ve karar vericilere katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arıcılık, Fethiye, Likert Ölçeği, Lojistik Regresyon.



EVALUATION OF BEEKEEPING ACTIVITIES IN FETHİYE DISTRICT OF MUĞLA PROVINCE

ABSTRACT

The purpose of this study evaluate the beekeeping activities of beekeepers in Fethiye district of Muğla province. Study's main material consists of data obtained through a survey from 152 beekeepers defined using simple random sampling method. The study data cover the months of November and December 2023. Descriptive statistics, 5-point Likert scale and logistic regression analysis were used in the analysis of the study data. According to the study results, 94.7% of the beekeepers were male, the general average age was 57.5, the average education period was 6.5 years, the average household size was 3.2 people and the average beekeeping experience was 23.6 years. It was found that the most important risk source and risk precaution for beekeepers were high input costs and having beehive insurance, respectively. It has been determined that the age of the beekeepers, their level of

education, their non-agricultural income, their high profitability, their use of agricultural credit, their beehive insurance status and their beekeeping training status are effective on their tendency to continue beekeeping activities. As a result, it is expected that the research findings will contribute to the sustainability of the district's beekeeping potential, and to policy and decision makers in beekeeping-related practices.

Keywords: Beekeeping, Fethiye, Likert Scale, Logistic Regression.



1. GİRİŞ

Arıcılık, modern tarımın önemli alanlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu faaliyet, hayvancılıkla ilgili diğer faaliyetlere göre daha az sermaye ve emek gerektiren bir uğraş olmakla birlikte kırsal kesim için de önemli bir gelir kaynağıdır (Kutlu, 2019). Arıcılık faaliyetinde, bal üretiminin yanısıra polen, arı sütü, balmumu gibi yan ürünler de elde edilmektedir (İnci ve ark., 2022). Arıcılık, Türkiye'nin her bölgesinde gerçekleştirilen tarımsal bir faaliyettir. Ülkemizin coğrafi konumu, iklimi ve sahip olduğu bitki örtüsü arıcılık faaliyetinde verimi yüksek sonuçlar alınmasına imkân sağlamaktadır (İlgar, 2018). Dünyada bulunan ve bal salgılayan bitki türlerinin ise %75'i Türkiye'de yetişmektedir (Karahan ve Karaca, 2016). Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri, ülkemizin arıcılık potansiyelinin yüksek olduğu ve kovan varlığı ile bal üretiminin ise önemli olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler, Türkiye bal üretiminin yaklaşık %65'ini oluşturmaktadır (Topal ve ark., 2020). Arıcılık faaliyetiyle ilgili daha önce yapılmış bilimsel çalışmalarda, arıcıların sosyo-ekonomik yapısını, işletme özelliklerini ve sorunlarını ele alan çeşitli çalışmalara rastlanmıştır. Çakmak ve ark. (2003), Güney Marmara Bölgesindeki arıcılığın (kovan sayısı, ana arı ticareti, bal pazarlama v.s) ve arıcıların genel özelliklerini (yaş, cinsiyet, eğitim vs.) ortaya koymuştur. Düzce ili Yığılca ilçesinde yürütülen çalışmada, arıcılık faaliyetlerinin mevcut durumu değerlendirilmiş ve bu faaliyetdeki eksiklikler ile eğitim, pazarlama, hastalıklarla mücadele ve koloni yönetimine ilişkin bilgilere yer verilmiştir (Kekeçoğlu ve Rasgele, 2013). Söğüt ve ark. (2019) tarafından Bingöl ilinde yürütülen çalışmada, arıcılık işletmelerinin mevcut durumu, temel sorunları ve bu sorunlara ilişkin çözüm önerileri değerlendirilmiştir. Aydın, İzmir ve Muğla illerinde yürütülen çalışmada, arıcılık işletmelerinin sürdürülebilirlik düzeyleri sosyal, ekonomik ve çevresel boyutta belirlenerek sürdürülebilirliği etkileyen faktörler ortaya koyulmuştur (Şengül, 2020). Karahan ve ark. (2021) tarafından Muğla ve Afyonkarahisar illerinde yürütülen çalışmada, arıcıların sorunları ve çözüm önerileri saptanmıştır. Ayrıca, yapılan literatür taramasında Muğla ili özeline ilişkin de arıcılık faaliyetiyle ilgili çeşitli çalışmalara rastlanmıştır. Çukur (2014) tarafından Muğla ili Milas ilçesinde yürütülen çalışmada,

arıcılık faaliyetinin sürdürülebilirliği ve buna ilişkin sorunlar değerlendirilmiştir. Muğla ilinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada, arıcılık faaliyetinin risk kaynakları ve risk yönetim stratejileri ortaya koyulmuştur (Şengül, 2022). Özsayın ve ark. (2024) tarafından Muğla ili Fethiye ilçesinde yürütülen diğer bir çalışmada, arıcılık işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısı ve sorunları değerlendirilmiştir. Arıcılık faaliyetiyle ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde; arıcıların sosyo-ekonomik yapısını, karşılaştıkları riskleri ve arıcılık faaliyetine devam etme eğilimlerini birlikte ele alarak inceleyen bir çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu nedenle; mevcut çalışma içerik, kapsam ve yöntem bakımından daha önceki çalışmalardan farklılık göstermektedir.

Arıcılık faaliyeti ile ilgili Türkiye'nin en önemli illerden biri olan Muğla ili, sahip olduğu arıcılık işletmesi ve koloni sayısının yanısıra arı ürünlerindeki çeşitliliği bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Bu il, Türkiye'nin çam balı üretiminin yaklaşık %75-80'lik kısmını karşılamaktadır. Ayrıca, Muğla ili ılık geçen kış mevsimine sahip olması nedeniyle, arıcılara bütün yıl floral kaynak sunmakta ve bu imkânlar sayesinde arıcılar sahip olduğu kolonilerini iyileştirme ve geliştirme fırsatı bulmaktadır. İldeki bal üretimi ise yoğun olarak Milas, Marmaris ve Köyceğiz ilçelerinde gerçekleştirilmektedir. Muğla ilinin ilçelerinden biri olan Fethiye, arıcılık faaliyeti bakımından şanslı fakat bal üretiminin ise sahada daha az olduğu bir ilçedir (Avcı, 2021). Muğla ilinde 2023 yılı arıcılık yapan işletme sayısı 5517 ve kovan sayısı 982.601'dir (TUİK, 2023). Fethiye ilçesinde 2023 yılı arıcılık yapan işletme sayısı 431 ve kovan sayısı 31.996'dır (Anonim, 2023a). Arıcılık açısından önemli potansiyeli olan bu ilçenin arıcılık faaliyetlerinin incelenmesi hem literatüre olan katkısı hem de ilçe arıcılığının genel durumunun tespiti açısından gereklidir. Bu nedenle, bu çalışmanın kapsamını Muğla ilinin Fethiye ilçesi oluşturmakta ve bu çalışmada, Fethiye ilçesindeki arıcılık faaliyetlerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Fethiye ilçesinde Özsayın ve ark. (2024) tarafından daha önce yürütülmüş olan araştırma ile mevcut çalışma arasında içerik, kapsam ve yöntem açısından farklılık olup bu konu kapsamında ilçedeki arıcıların sosyo-ekonomik yapısını, karşılaştıkları riskleri ve arıcılık faaliyetine devam etme eğilimlerini birlikte ele alarak inceleyen bir çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bu nedenle, Muğla ili Fethiye ilçesinin arıcılık faaliyetlerinin daha başarılı olabilmesi için bu faaliyetin genel durumunu ortaya koyacak ve sahada gerçekleştirilen uygulamaları da inceleyecek çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu durumdan hareketle, ilçe arıcılarının profil yapısının değerlendirilmesi ve onların arıcılık faaliyeti konusundaki deneyimlerinin belirlenmesi açısından bu çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışmadan elde edilecek bulguların, ilçedeki arıcılık faaliyetini olumlu yönde etkilemesi ve bu faaliyetin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından ilçe ekonomisine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Muğla İli Fethiye ilçesindeki arıcılık işletmelerinden basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen 152 arıcıdan anket uygulanarak elde edilen veriler, çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. İlçedeki arıcılık işletmeleri, Fethiye İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından yararlanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada arıcılık faaliyetiyle ilgili daha önce yapılmış araştırma bulgularının yanısıra ilgili kurumlardan elde edilen veriler kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Çalışmanın ana kitlesini, Fethiye ilçesinde arıcılık yapan 431 adet işletme oluşturmaktadır (Anonim, 2023b). Ana kitleden örnek büyüklüğü belirlenirken işletmelerin kovan sayısı ile arıcılık faaliyetinin yoğun olduğu işletmeler dikkate alınmıştır. Ayrıca, çalışma verilerinin bu işletmelerden toplanabilmesi için gerekli olan etik kurul onayı da Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (26.10.2023 tarihli 13/22 sayılı karar numarası) alınmıştır. Anket uygulanacak işletme sayısının belirlenmesinde, basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk ve ark., 2012; Karadaş, 2017).

$$n = \frac{N \times \sigma^2 \times t^2}{(N-1) \times D^2 + \sigma^2 \times t^2}, D = \frac{d}{t} \quad [1]$$

Bu formülde, n= arıcılık işletmesi sayısı, N= toplam arıcılık işletmesi sayısı (432), σ = popülasyonun standart sapması (28.6), d=kabul edilebilir hata payı (popülasyon ortalamasınının ($\times 0.05$)), = ortalama kovan varlığı (71.7), t= %95 güven sınırlarında tablo değeri (1.96) olarak ifade edilmiştir. Formülle yapılan hesaplama sonucunda %95 güven aralığı ve %5 hata payı ile anket uygulanacak arıcılık işletmesi sayısı (n) 152 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Arıcılık işletmeleri**Table 1.** *Beekeeping enterprises*

İl	İlçe	Köy	Arıcılık İşletmesi Sayısı
Muğla	Fethiye	Çamköy	35
		Esenköy	30
		Gökçeovacık	26
		İncirköy	24
		Karaağaç	20
		Karaçulha	17
Toplam			152

Çalışmanın anket formlarının hazırlanmasında, arıcılık faaliyeti ile ilgili daha önce yapılmış bilimsel çalışmalardan yararlanılmıştır (Çakmak ve ark., 2003; Tunca ve Çimrin, 2012; Özmen Özbakır ve ark., 2016; Söğüt ve ark., 2019). Hazırlanan anketler, arıcılara 2023 yılı Kasım ile Aralık ayları arasında yüz yüze görüşme tekniği yoluyla uygulanmıştır. Anket formlarında, arıcılara ve arıcılık faaliyetine yönelik sorular yer almaktadır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde ise SPSS programı kullanılmıştır (SPSS, 2008). Çalışmalarda kullanılacak veri setlerinin yapılacak analizler açısından güvenilirliğinin test edilmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle, bu güvenilirliği test etmek için farklı analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak, bu yöntemlerden en yaygın olanı Cronbach Alpha (α) katsayısı değerinin hesaplanmasıdır. Mevcut çalışmanın amacı ve kullanılan verilerin özellikleride dikkate alınarak, bu çalışmada kullanılan veri setlerinin güvenilirlik analizi Cronbach Alpha (α) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde, güvenilirlik katsayısı, 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu rakam 1'e yaklaştıkça güvenilirlik artmaktadır (Özdamar, 2013). Sorular için bulunan α değeri ise mevcut anketin toplam güvenilirliğini işaret etmekte olup bu değer 0.6'dan büyük olması istenmektedir. Ölçeğin güvenilirliği ve iç tutarlılığı açısından kullanılan değerler; $\alpha < 0.40$ ise ölçek güvenilir değildir, $0.40 \leq \alpha < 0.50$ ise ölçek çok düşük güvenilirlik düzeyine sahiptir, $0.50 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçek düşük güvenilirlik düzeyine sahiptir, $0.60 \leq \alpha < 0.70$ ise ölçek yeterli güvenilirlik düzeyine sahiptir, $0.70 \leq \alpha < 0.90$ ise ölçek yüksek güvenilirlik düzeyine sahiptir ve $\alpha \geq 0.90$ ise ölçek çok yüksek güvenilirlik düzeyine sahiptir şeklinde yorumlanmaktadır (Ural ve Kılıç, 2006; Özdamar, 2013). Bu çalışmada, arıcıların sosyo-ekonomik özellikleri tanımlayıcı istatistiklerden (orsal değerler ile ortalamalar) yararlanılarak belirlenmiştir (Uzgören, 2012). Arıcılık işletmelerinde karşılaşılan riskler ve bu risklere karşı alınan önlemler ise 5'li likert ölçeği yöntemiyle ortaya konulmuştur. Bu ölçekle, bireylerin bir konuya ilişkin davranış puanları belirlenmektedir (Karagöz ve Ekici, 2004). Ölçekte ise ölçülme istenen tutumla ilgili çok sayıda olumlu ve olumsuz ifadeler ve bu ifadeler için çeşitli cevaplar (tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım gibi) bulunmaktadır. Her cevaplayıcı da bu cevaplar ile ölçekteki her ifadeye katılma ya da katılmama de-

recesini ifade etmektedir (Özdamar ve ark., 1999; Tavşancıl, 2014). Ayrıca, çalışmanın likert ölçeğine dayalı sonuçlarının ortaya konulmasından sonra arıcılık işletmelerinde riskler ve bu risklere karşı alınan önlemler ile ilgili belirlenen ifadeler arasında karşılaştırma yapmak, onların önem derecelerini ifade etmek için de mevcut ifadelerle ağırlık verilmiş ve bu ağırlıklar ise ifadelerin yüzde değerleri ile çarpılıp toplanmak suretiyle skor değerler elde edilmiştir. Hesaplanan skor değerlerin sırasına göre de ifadeler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır (Everest ve Yercan, 2016; Everest vd., 2019). Arıcıların, arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri üzerine etkili olan faktörlerin belirlenmesi aşamasında ise lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Bu analiz, cevap değişkeninin (Y) kategorik olarak ikili, üçlü ve çoklu kategorilerde gözlemlendiği durumlarda açıklayıcı değişkenlerle sebep-sonuç ilişkisini belirlemede kullanılan bir yöntemdir (Hosmer ve Lemeshow, 2000). Bağımlı değişken kategorik olmakla birlikte bağımsız değişkenler sürekli, kategorik ya da ikili olabilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2001). Bu analizde, bağımlı değişkenin alacağı değerlerden birinin gerçekleşme olasılığının tahmin edilmesinde aşağıdaki model kullanılmaktadır (Özdamar, 2013).

$$P = \frac{e^{\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_k X_k}}{1 + e^{\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_k X_k}} \quad [2]$$

Formülde, P: incelenen olayın gözlenme olasılığını, β_0 : bağımsız değişkenler sıfır değerini aldığı bağımlı değişkenin değerini, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: bağımsız değişkenlerin regresyon katsayılarını, X_1, X_2, \dots, X_k : bağımsız değişkenleri, k: bağımsız değişken sayısını, e: 2.71 sayısını göstermektedir. Bu analizde, modelin uyum iyiliği Hosmer-Lemeshow testi ile ölçülmüştür. Bu test, modelin lojistik regresyon analizi için uygun olup olmadığına karar vermektedir. Test için anlamlılık düzeyinin ise 0.05'den büyük olması gerekmektedir. Model katsayılarının uygunluğu için de Omnibus testi kullanılmıştır. Bu test, modelde yer alan tüm açıklayıcı değişkenlerin, bağımlı değişkeni tahmin etme kabiliyetini ölçmekte olup bu testin anlamlı çıkması (0.05'den küçük) durumunda da en az bir değişkenin bağımlı değişkenle anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu ve böylece modelin verilere uygun olduğunu göstermektedir (Çukur, 2014). Ayrıca, verilerde çoklu doğrusal bağlantı probleminin olup olmadığını belirlemek için de tolerans (T) ile varyans büyütme oranı VIF (variance inflation factor) değerleri kullanılmıştır. Bu iki değer hesaplanmasında kullanılan formüller ise aşağıda ifade edilmiştir

$$VIF = 1/(1-R^2) \quad [3] \quad T = 1-R^2 \quad [4]$$

Formüldeki R^2 değerleri, incelenen modelde yer alan her bir bağımsız değişkenin sırasıyla bağımlı değişken ve geriye kalan diğer bağımsız değişkenlerin de bağımsız değişken olduğu regresyon modelinde modelin tahmini sonucunda elde edilen belirtme katsayılarıdır. Bu hesaplamalarda VIF değerinin 10'dan küçük, tolerans değerinin ise 0.2'den büyük olması durumunda bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığı kabul edilmektedir (Akdi, 2011).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Arıcıların Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Bu çalışmada, Fethiye ilçesindeki arıcıların sosyo-ekonomik özelliklerinin belirlenmesinde tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Arıcıların sosyo-ekonomik özellikleri

Table 2. Socio-economic characteristics of beekeepers

Cinsiyet	Sayı	Yüzde (%)
Erkek	144	94.7
Kadın	8	5.3
Toplam	152	100.0
Yaş	Sayı	Yüzde (%)
28-39	10	6.6
40-50	25	16.4
51-61	57	37.5
≥62	60	39.5
Toplam	152	100.0
Eğitim Durumu	Sayı	Yüzde (%)
İlkokul Mezunu	69	45.4
Ortaokul Mezunu	27	17.8
Lise Mezunu	40	26.3
Üniversite Mezunu	16	10.5
Toplam	152	100.0
Asıl Mesleği	Sayı	Yüzde (%)
Çiftçi	76	50.0
Esnaf	29	19.1
Memur	20	13.2
Arıcı	18	11.8
Diğer	9	5.9
Toplam	152	100.0
Hane Halkı Büyüklüğü(kişi)	Sayı	Yüzde (%)
≤3	86	56.6
≥4	66	43.4
Toplam	152	100.0
Yıllık Ortalama Arıcılık Faaliyeti Geliri (TL)	Sayı	Yüzde (%)
≤40.000	46	30.3
40.001-70.000	33	21.7
≥70.001	73	48.0
Toplam	152	100.0
Arıcılık Deneyimi (yıl)	Sayı	Yüzde (%)
≤10	17	11.2
11-21	52	34.2
22-32	59	38.8
≥33	24	15.8
Toplam	152	100.0

Bu sonuçlara göre; ilçedeki arıcıların %94.7'sinin erkek olduğu belirlenmiştir. Bingöl ve Çanakkale illerinde yürütülen çalışmalarda, arıcıların sırasıyla %97.9'unun ve %53'ünün erkek olduğu saptanmıştır (İnci ve ark., 2022; Semerci ve Topal, 2023). Bu sonuç, arıcıların erkek olma oranının Bingöl ilindeki arıcılardan daha düşük, Çanakkale ilindeki arıcılardan ise daha fazla olduğunu göstermektedir. İlçedeki arıcıların %39.5'i 62 yaş ve üzerinde, genel yaş ortalaması da 57.5'dir. Arıcıların %77'sinin 51 yaş ve üzerinde olduğu dikkate alındığında; özellikle 40 yaş ve altı daha genç nüfusun da arıcılık faaliyetinin sürdürülebilirliği açısından bu faaliyete katılımlarının teşvik edilmesi gereklidir. Bu durumdan hareketle, genç çiftçilerin arıcılık konusunda bilinçlendirilmelerini desteklemek için onların arıcılıkla ilgili eğitim almalarına yönelik çalışmaların yapılması, arıcılık konusundaki desteklerden faydalanmalarını sağlayacak projelerin artırılması ve onların bu projelere katılımlarının sağlanması oldukça önemlidir. Adıyaman ve Iğdır illerinde yapılan çalışmalarda, arıcıların genel yaş ortalamasının sırasıyla 53.3 yıl ve 49.7 yıl olduğu saptanmıştır (Özmen Özbakır ve ark., 2016; Kaya ve Kılıç Topuz, 2023). Bu sonuç, araştırma alanındaki arıcıların yaş ortalamasının Adıyaman ve Iğdır illerindeki arıcılardan daha fazla olduğunu göstermektedir. İlçedeki arıcıların %45.4'ü ilkokul mezunu ve ortalama eğitim süresi ise 6.5 yıldır. Adıyaman ve Muğla illerinde yürütülen çalışmalarda, arıcıların %45.3'ünün ve %78'inin ilkokul mezunu olduğu saptanmıştır (Özmen Özbakır ve ark., 2016; Karahan ve Özmen Özbakır, 2020). Bu sonuç, arıcıların eğitim seviyesinin Adıyaman ilindeki arıcılar ile benzer ve Muğla ilindeki arıcılardan ise daha yüksek olduğunu göstermektedir. İlçedeki arıcıların %18'inin asıl mesleğinin arıcılık faaliyeti olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre; arıcıların asıl mesleğinin arıcılık faaliyeti olma oranının oldukça düşük olduğu ve arıcıların büyük çoğunluğunun bu mesleği ek gelir, hobi, boş zamanı değerlendirme gibi sebeplerden dolayı yaptıkları görülmektedir. Ardahan ve Bingöl illerinde yürütülen çalışmalarda, arıcıların sırasıyla %18'inin ve %56.4'ünün asıl mesleğinin arıcılık olduğu saptanmıştır (Aydın, 2014; İnci ve ark., 2022). İlçe arıcılarının asıl mesleğinin arıcılık olma oranının Ardahan ilindeki arıcılar ile benzer ve Bingöl ilindeki arıcılardan ise daha düşük olduğu söylenebilir. İlçe arıcılarının %56.6'sının hanehalkı büyüklüğünün 3 kişi ve altında olduğu ve ortalama hanehalkı büyüklüğünün ise 3.2 kişi olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre, Türkiye'nin 2023 yılı ortalama hanehalkı büyüklüğü (3.14 kişi) dikkate alındığında; ilçedeki arıcıların aile nüfusu bakımında kalabalık olmadığı ifade edilebilir (TUİK, 2023a). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve Çanakkale ilinde yürütülen çalışmalarda, ortalama hanehalkı büyüklüğünün sırasıyla 4.7 ve 3.18 olduğu (Karahan ve Özmen Özbakır, 2020; Semerci ve Topal, 2023) dikkate alındığında; arıcıların ortalama hanehalkı büyüklüğünün Çanakkale ilindeki arıcılar ile benzer ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki arıcılardan daha az olduğu söylenebilir. İlçedeki arıcıların beyanları doğrultusunda; %48'inin yıllık ortalama arıcılık faaliyeti gelirinin 70.001 TL ve üzerinde olduğu, %52'sinin ise 70.000 TL ve altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, arıcıların büyük çoğunluğunun 70.000 TL ve altında gelire sahip olduğunu göstermektedir. İlçedeki arıcıların %38.8'inin arıcılık deneyiminin 22 ile 32

yıl arasında olduğu, %11.2'sinin 10 yıl ve altında olduğu ve ortalama arıcılık deneyimlerinin ise 23.6 yıl olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre; genel olarak arıcıların tecrübeli olduğu ancak arıcılık faaliyetinin sürdürülebilirliği açısından bu faaliyete yeni başlayacak arıcılara da ihtiyaç olduğu görülmektedir. Van ili ve İzmir ilinin Kemalpaşa ilçesinde yürütülen çalışmalarda, arıcıların ortalama arıcılık deneyimleri sırasıyla 15 yıl ve 18.1 yıl olarak bulunmuştur (Onuç ve ark., 2019). Bu sonuç, ilçedeki arıcıların arıcılık deneyimlerinin Van ili ve İzmir ili Kemalpaşa ilçesindeki arıcılardan daha fazla olduğunu göstermektedir.

3.2. Arıcılık Faaliyetindeki Riskler ve Risklere Karşı Alınan Önlemler

Arıcılık faaliyetinde karşılaşılan riskler ile bu risklere karşı alınan önlemlerin belirlenmesinde kullanılan likert ölçeğinde, işletmelerde karşılaşılan riskler 12 ifadeden (Çizelge 3) ve bu risklere karşı alınan önlemler ise 7 ifadeden (Çizelge 4) oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan 5'li likert ölçeği (kesinlikle katılmıyorum (1), katılmıyorum (2), kararsızım (3), katılıyorum (4), kesinlikle katılıyorum (5)) şeklinde hazırlanmıştır. Ancak, risklerin ve bu risklere karşı alınan önlemlerin belirlenmesi aşaması öncesinde mevcut ifadelerin istatistiki analizlere uygunluğu ölçülmüştür. Risk (12 ifade) ve önlemlere (7 ifade) ilişkin bu değerlendirme, güvenilirlik analizi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre, risk ve önlemlere ilişkin ifadelerin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0.793 ve 0.796 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, 12 ve 7 ifadeli ölçeklerin çalışmaya uygun ve "yüksek güvenilirlik düzeyine sahip" olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Hoteling T² testine göre risk ve önlemlere ilişkin ifadelerin ortalamaları arasındaki farklar ise sırasıyla 270.540 (p=0.001) ve 22.816 (p=0.002) şeklinde olup bu değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

İlçedeki arıcıların arıcılık faaliyetinde karşılaştıkları riskler incelendiğinde, arıcıların %83'ünün "girdi maliyetlerinin yüksek olması" ve %79.6'sının ise "besin/besleme yetersizliği" ifadelerine katıldığını bildirmiştir. Bu sonuç, arıcıların arı beslemede sorun yaşadıklarını, bu durumu önemli bir risk olarak gördüklerini ve arıcılık faaliyetinin sürdürülebilirliğiyle ilgili endişelerinin olduğunu göstermektedir. Arıcıların %78.4'ü "hastalık kayıpları" ifadesine katıldığını ifade etmiştir. Bu sonuç, hastalık ve zararlıların arıcılık faaliyeti üzerindeki olumsuz etkilerine ve meydana gelebilecek ekonomik kayıplara karşı farkındalıklarının yüksek olduğunu ortaya koymuştur. "Kovan hırsızlığı" ifadesine arıcıların %69.1'i katıldığını bildirmiştir. Bu sonuç, arıcılar açısından kovan hırsızlığı riskinin en az girdi maliyeti yüksekliği, besin/besleme yetersizliği ve hastalık kayıpları riskleri kadar arıcılık faaliyetinde önemli olduğunu ve bu faaliyetin sürdürülebilirliği açısından kovan hırsızlığı riskinin olumsuz etkilerinin azaltılması ya da ortadan kaldırılması için gerekli uygulamaların yapılmasının önemli olduğunu göstermektedir. Arıcıların %50'den fazlası "kredi alınamaması" ve "uygun arıcılık yerinin seçiminde yönlendirme yapılmaması" ifadelerine katılmadığını ya da kararsız kaldığını bildirmiştir.

tir. Bu sonuç, kredi alıp-almama ve uygun arıcılık yeri seçimi risklerinin arıcılar açısından önemli bir sorun teşkil etmediğini göstermektedir. Skor değerlere ilişkin sonuçlar (Çizelge 3) ise arıcıların karşılaştığı en önemli risk kaynağının “girdi maliyetlerinin yüksekliği” olduğunu göstermiştir. Bu riski, ilk beş sırada yer alan “hastalık kayıpları”, “besin/besleme yetersizliği”, “kışlatma kayıpları” ve “kovan hırsızlığı” riskleri izlemektedir. Bu sonuç, arıcılık faaliyetinin devam ettirilmesinde girdi maliyeti yüksekliğinin arıcılar için önemli bir risk oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Girdi maliyetlerinin yüksekliği kovan başına elde edilecek kâr oranının düşmesine neden olduğundan arıcıların uygun olmayan ve ürün kalitesini olumsuz etkileyen bazı girdileri kullanmaya zorlamaktadır. Bu durum ise onların bu maliyetleri karşılayabilmeleri için borçlanmalarına neden olmaktadır (Şengül, 2022). Bu nedenle, arıcılık faaliyetindeki girdi maliyetlerini azaltıcı yönde uygulama ve çalışmaların yapılması bu faaliyetin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Abebe ve ark. (2016) tarafından yürütülen bir araştırmada, arıcılık faaliyetinin yaygınlaşması ve gelişmesinin önündeki engellerden birinin arıcılık faaliyetiyle ilgili ekipman maliyetlerinin yüksekliği olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, araştırma alanındaki arıcılık işletmelerinden elde edilen sonuç ile benzerlik göstermektedir. Dünyada ve ülkemizde arıcılık faaliyetinde ortaya çıkan hastalık ve zararlılar önemli koloni kayıplarına neden olmakta ve bu kayıplar ise arıcılık işletmelerine ciddi ekonomik yükler getirmektedir (Çukur, 2014; Varalan ve Çevrimli, 2023). Uluslararası ve ulusal literatürlerde yürütülen çeşitli çalışmalarda, arıcılık faaliyetinde en fazla karşılaşılan zararlının Varroa paraziti olduğu ve hastalıkların ise yavru çürüklüğü, kireç hastalığı ve Nosema olduğu bildirilmiştir (Higes ve ark., 2010; Chauzat ve ark., 2016; Meana ve ark., 2017). Bu çalışmada, arıcılar tarafından risk kaynağı olarak görülen hastalık ve zararlılar incelendiğinde; en fazla karşılaşılan hastalıkların kireç hastalığı, Nosema ve yavru çürüklüğü olduğu, zararlıların ise Varroa paraziti olduğu saptanmıştır. Bu duruma göre; mevcut çalışma sonuçlarının daha önceki araştırma bulguları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Arıcılık faaliyetinde yeterli beslenme oldukça önemlidir. Çünkü, gıda eksikliği sonucunda meydana gelen yetersiz beslenme sorunu, arıcıların kolonilerinde çeşitli kayıplara neden olmaktadır (Varalan ve Çevrimli, 2013). Aydın (2014) ve Van der Zee (2014) tarafından yürütülen çalışmalarda, kışlatma riski nedeniyle koloni kayıplarının yaşandığı belirlenmiştir. Güney Marmara Bölgesinde ve Tanzanya’da yürütülen çalışmalarda ise arıcıların karşılaştığı önemli risklerin hırsızlık ve kovan çalınmaları olduğu saptanmıştır (Çakmak ve ark., 2003; Wagner ve ark., 2019). Hindistan’da ve Elazığ ilinde yapılan çalışmalarda, pazarlamanın (ürünlerin değerinde satılamaması, tüketicilerin ürünler hakkındaki tedirginliği, belirli bir fiyatının olmaması) arıcılık faaliyetinde önemli bir risk kaynağı olduğu belirlenmiştir (Seven ve Akkılıç, 2005; Monga ve Manocha, 2011). İzmir ilinin Kemalpaşa ilçesinde yürütülen bir çalışmada, arıcıların karşılaştığı ilk üç riskin balın taklit ve tağşişi, girdi maliyetleri ve iklim koşulları-kuraklık olduğu saptanmıştır (Onuç ve ark., 2019). Bu sonuçlara göre, bu araştırma bulgularının önceki çalışmaların sonuçları ile benzer-

lik gösterdiği ve özellikle girdi maliyetlerinin yüksekliğine ilişkin risklerin arıcılık faaliyeti açısından önem taşıdığı söylenebilir.

Çizelge 3. Arıcılık işletmelerinde karşılaşılan riskler

Table 3. Risks encountered in beekeeping farms

Riskler	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum	Skor	Sıralama
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
Girdi maliyetlerinin yüksek olması	1.2	0.7	15.0	83.0	0	379.8	(1)
Hastalık kayıpları	0.7	1.3	17.6	78.4	2.0	379.7	(2)
Besin/besleme yetersizliği	0	3.9	14.5	79.6	2.0	379.6	(3)
Kışlatma kayıplarının olması	0	2.0	29.6	65.8	2.6	369.1	(4)
Kovan hırsızlığı	1.3	3.3	24.3	69.1	2.0	367.1	(5)
Hastalık ve zararlılarla mücadelenin yetersiz olması	1.3	3.3	29.6	61.8	3.9	363.8	(6)
Taklit ve tağşiş durumunun haksız rekabet yaratması	2.6	2.0	31.6	61.8	2.0	358.6	(7)
Çevre kirliliğinin olumsuz etkisi	0	2.6	37.5	59.9	0.0	357.2	(8)
Teknik donanım eksikliği	2.0	3.9	35.5	55.9	2.6	353.3	(9)
Olumsuz iklim koşulları	3.3	4.6	38.8	52.6	0.7	342.8	(10)
Kredi alınmaması	2.6	13.2	52.0	30.9	1.3	315.1	(11)
Uygun arıcılık yerinin seçiminde yönlendirme yapılmaması	5.9	32.2	40.1	19.1	2.6	280.3	(12)

İlçedeki arıcıların arıcılık faaliyetinde karşılaştıkları risklere karşı aldıkları önlemler incelendiğinde; arıcıların %24'ünün "arılı kovan sigortası yaptıрма" risk önlemi ifadesine katıldığı ancak %71.1'nin arılı kovan sigortası yaptıрма konusunda kararsız olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, arılı kovan sigortasının arıcıların beklentilerini tam olarak karşılamadığını ve bu nedenle de onların sigorta yaptıрма konusunda net bir karara varamadıklarını göstermektedir. Ülkemizdeki devlet destekli arıcılık (arılı kovan) sigortası teminatı kapsamında; fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, taşıt çarpması, sel ve su baskını, vahşi hayvan saldırısı ve kovanların nakliyesi esnasında çarpma, çarpışma, devrilme, yanma gibi nedenlerden dolayı doğrudan karşılaşılan zararlar yer almaktadır. Ancak, hırsızlık ve kovan çalınması, zirai ilaçlama sonucunda kovanların sönmesi, arının zarar gördüğü her türlü hastalık ve balın zarar görmesi gibi durumlar ise teminat kapsamının dışında tutulmaktadır (TARSİM, 2024). Oysaki sigorta uygulamaları, işletmeciler tarafından gerçekleştirilecek faaliyetlerde onların çeşitli risklerden olumsuz etkilenmemesi ve bu faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Özellikle, hırsızlık ve kovan çalınması risklerinin arıcılık sigortası teminatı kapsamında olmaması ilçe arıcı-

larının sigorta yaptırmaya eğilimlerini olumsuz etkilediği ve bu risklerin de teminat kapsamına alınmasını istedikleri görülmüştür. Ayrıca, hırsızlık ve kovan çalınmasının sigorta kapsamına alınmasının işletmecilerin arıcılık sigortası yaptırmaya kararlarını olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Arıcıların %24.3'ünün "hastalık ve zararlılara karşı mücadele etme" risk önlemi ifadesine katıldığı ancak %71.7'sinin hastalık ve zararlılara karşı mücadele etmede kararsız olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, arıcıların hastalık ve zararlılar ile mücadele etme eğilimlerinin düşük olduğunu ve hastalık ile zararlıların arıcılık faaliyetinde meydana getireceği ekonomik kayıplarla ilgili de yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, ilçe arıcılarına arıcılık faaliyetinde karşılabilecekleri hastalık ve zararlılar ile ilgili eğitimlerin düzenlenmesi, onların bu konu ile ilgili uzman personellerden destek alması ve onların hastalık-zararlılar konusunda bilgi sahibi olması oldukça önemlidir. Böylece, arıcılar hatalı uygulamalar yapmadan kaçınarak hastalık ve zararlılarla daha bilinçli mücadele edebilirler. Arıcıların %23.7'sinin "kitle iletişim araçlarını etkin bir şekilde kullanma" risk önlemi ifadesine katıldığı ancak %73'ünün kitle iletişim araçlarını etkin kullanmada kararsız olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, arıcıların kitle iletişim araçlarından (telefon, TV, internet, radio vb.) faydalanma eğilimlerinin oldukça düşük olduğunu ve grup-bireysel yayım metodlarının (demonstrasyon ve çiftçi görüşmeleri gibi) ise araçlar tarafından daha fazla tercih edilebileceğini ortaya koymuştur. Bu nedenle; araştırma alanında arıcılık faaliyetiyle ilgili gerçekleştirilecek tarımsal yayım ve eğitim faaliyetleri, arıcılara önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, arıcıların kitle iletişim araçlarına yönelik eğilimlerinin artırılması, onların arıcılık faaliyetiyle ilgili bilgi ve yeniliklere ulaşmasını kolaylaştıracaktır. Arıcıların yaklaşık %70'den fazlasının "kooperatif veya birliklere üye olma", "tarım kuruluşları ile iletişim halinde olma", "pazar hakkında bilgi sahibi olma" ve "etkin kovan yönetimi için kurslara katılma" ile ilgili risk önlemi ifadelerini uygulamada kararsız olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; kooperatif veya birliklerin arıcılık faaliyetiyle ilgili uygulama ve çalışmaları arttırmalarının, arıcıların risk önlemleri alma konusundaki eğilimlerini olumlu yönde etkileyecektir. Ayrıca, arıcıların tarım kuruluşları ile iletişim halinde olmaları da onların arıcılıkla ilgili karşılaştıkları veya karşılaşacakları riskleri önleme ya da onların etkisini azaltmada yardımcı olacaktır. "Pazar hakkında bilgi sahibi olma" ve "etkin kovan yönetimi için kurslara katılma" risk önlemi ifadelerine karşı arıcıların yaklaşık %77'sinin kararsız olduğu belirlenmiştir. Bu durumdan hareketle, arıcıların ürünlerini satabilecekleri pazarları belirleyebilmeleri ve bu pazarlara ilişkin de bilgi sahibi olmalarına yönelik çalışmaların (kurs, toplantı, seminer vs.) yapılması, onların mevcut ve yeni pazarlar hakkında bilgi sahibi olmalarına ve bu pazarlardan faydalanma yollarını öğrenmelerine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, arıcıların etkin kovan yönetimi ile ilgili kurslara ya da bu konuya ilişkin diğer etkinlik ve uygulamalara katılımlarının teşvik edilmesi ya da desteklenmesi arıcılık faaliyetinin geliştirilmesine ve sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Çizelge 4'deki skor değerlere ilişkin sonuçlar incelendiğinde, arıcılar için en önemli risk önleminin "arılı kovan sigortası yaptırmaya" olduğu belirlenmiştir. Bu risk önlemini ise ilk beş sırada yer alan "kitle iletişim araçlarını etkin bir şekilde kullanma", "hastalık ve zararlılara karşı mücadele etme", "kooperatif veya birliklere üye olma" ve "pazar hakkında

bilgi sahibi olma” izlemektedir. Bu sonuçlardan hareketle, arıcılık faaliyetindeki risklere karşı arılı kovan sigortası yaptırmanın arıcılar açısından önemli olduğu ancak arıcıların beklentileri doğrultusunda, arılı kovan sigortası uygulama kapsamına yönelik iyileştirmelerin yapılması ve dolayısıyla da bu uygulamayla ilgili arıcıların beklentilerinin de karşılanmasının önemli ve gerekli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Arıcılık işletmelerinde karşılaşılan risklere karşı alınan önlemler

Table 4. Precautions taken against risks encountered in beekeeping farms

Risk önlemleri	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum	Skor	Sıralama
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
Arılı kovan sigortası yaptırma	0	3.3	71.1	24.3	1.3	323.7	(1)
Kitle iletişim araçlarını etkin bir şekilde kullanma	0	3.3	73.0	23.7	0	320.4	(2)
Hastalık ve zararlılara karşı mücadele etme	1.3	2.6	71.7	24.3	0	319.1	(3)
Kooperatif veya birliklere üye olma	0	5.3	73.0	21.7	0	316.4	(4)
Pazar hakkında bilgi sahibi olma	0.7	5.3	77.0	17.1	0	310.5	(5)
Tarım kuruluşları ile iletişim halinde olma	2.6	6.6	70.4	19.7	0.7	309.2	(6)
Etkin kovan yönetimi için kurslara katılma	1.3	5.3	77.6	15.8	0	307.9	(7)

3.3. Arıcıların Arıcılık Faaliyetine Devam Etme Eğilimleri Üzerine Etkili Olan Faktörler

Arıcıların, arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri üzerine etkili olan faktörlerin belirlenmesinde lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Bu analizin bağımlı değişkeni, arıcıların arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri olarak belirlenmiştir. Buna göre; arıcılık faaliyetine devam etmek isteyen arıcılar (1) ve devam etmek istemeyen arıcılar ise (0) olarak kodlanmıştır. Bağımsız değişkenler ise yaş, eğitim düzeyi, tarım dışı gelire sahip olma durumu, tarımsal kredi kullanma durumu, yüksek kâr sağlama durumu, arılı kovan sigortası yaptırma durumu ve arıcılık eğitimi alma durumu olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Bağımsız değişkenler ve tanımlayıcı istatistikler**Table 5.** Independent variables and descriptive statistics

Değişkenler	Sayı	%	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	152	100	57.5	10.9
Eğitim Düzeyi				
0: İlkokul Mezunu	69	45.4		
1: Ortaokul Mezunu	27	17.8	1.01	1.07
2: Lise Mezunu	40	26.3		
3: Üniversite Mezunu	16	10.5		
Tarım Dışı Gelire Sahip Olma Durumu				
0: Tarım Dışı Geliri Yok	42	27.6	0.27	0.45
1: Tarım Dışı Geliri Var	110	72.4		
Tarımsal Kredi Kullanma Durumu				
0: Tarımsal Kredi Kullanmıyor	102	67.1	0.67	0.47
1: Tarımsal Kredi Kullanıyor	50	32.9		
Yüksek Kâr Sağlama Durumu				
0: Yüksek Kâr Sağlamıyor	61	40.1	0.59	0.49
1: Yüksek Kâr Sağlıyor	91	59.9		
Arılı Kovan Sigortası Yaptırma Durumu				
0: Arılı Kovan Sigortası Yaptırmıyor	100	65.8	0.66	0.48
1: Arılı Kovan Sigortası Yaptırıyor	52	34.2		
Arıcılık Eğitimi Alma Durumu				
0: Arıcılık Eğitimi Almayan	64	42.1	0.58	0.50
1: Arıcılık Eğitimi Alan	88	57.9		

Lojistik regresyon analizi öncesinde ise modelde yer alan bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı probleminin olup olmadığının tespiti için tolerans ve VIF değerleri hesaplanmıştır. Buna göre, VIF değerleri 10'un altında ve tolerans değerleri ise 0.2'nin üstünde bulunmuştur. Bu sonuçlar, bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı probleminin olmadığını göstermiştir. Ayrıca, modelin uyum iyiliği ölçüsü (Hosmer-Lemeshow testi) ve model katsayılarının uygunluğu (Omnibus testi) için kullanılan test sonuçları ise sırasıyla 0.97 ($p>0.05$) ve 0.000 ($p<0.05$) olarak bulunmuştur (Çizelge 6). Bu sonuçlar, modelin lojistik regresyon analizi için uygun olduğunu ve bağımlı-bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, arıcıların %89.5'inin arıcılık faaliyetine devam etme eğiliminde olduğu ve %10.5'inin ise devam etme eğiliminde olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, arıcılık faaliyeti ile uğraşan arıcıların bu faaliyet alanıyla ilgili

gelecek beklentilerinin olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Arıcıların, arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri üzerine etkili faktörler incelendiğinde; bu faktörler arıcının yaşı, eğitim düzeyi, tarım dışı gelire sahip olma durumu, yüksek kâr sağlama durumu, tarımsal kredi kullanma durumu, arılı kovan sigortası yaptırma durumu ve arıcılık eğitimi alma durumu olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Arıcıların arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri üzerine etkili olan faktörler

Table 6. Factors affecting the tendency of beekeepers to continue beekeeping activities

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Wald	Serbestlik Derecesi	p ^{***} Değeri	Odds ^{**} Oranı	Çoklu Bağlantı İstatistikleri	
							Tolerans Değerler	VIF
Sabit	-7.506	2.628	8.158	1	0.004 [*]	0.001		
Yaş	0.171	0.070	6.009	1	0.014 [*]	1.187	0.980	1.021
Eğitim Düzeyi			8.437	3	0.038 [*]		0.994	1.006
Eğitim Düzeyi (1)	3.500	1.300	7.248	1	0.007 [*]	33.116		
Eğitim Düzeyi (2)	2.929	1.204	5.921	1	0.015 [*]	18.709		
Eğitim Düzeyi (3)	3.601	1.490	5.842	1	0.016 [*]	36.646		
Tarım Dışı Gelire Sahip Olma Durumu	2.798	1.002	7.799	1	0.005 [*]	16.414	0.978	1.022
Yüksek Kâr Sağlama Durumu	-3.418	1.281	7.121	1	0.008 [*]	1.033	0.916	1.092
Tarımsal Kredi Kullanma Durumu	2.876	1.533	3.519	1	0.041 [*]	17.741	0.967	1.034
Arılı Kovan Sigortası Yaptırma Durumu	2.713	1.286	4.452	1	0.035 [*]	15.077	0.932	1.073
Arıcılık Eğitimi Alma Durumu	3.006	1.144	6.909	1	0.009 [*]	20.201	0.939	1.065

Omnibus Test: ki-kare (X^2)= 52.674 (p=0.000<0.05)

Hosmer and Lemeshow test: 0.529 (p>0.05) Cox & Snell R^2 = 0.293

Likelihood Ratio: LR $\chi^2(7)$ = 49.621 Nagelkerke R^2 = 0.598

^{*}%5 düzeyinde anlamlı, ^{**}Bahis oranı, ^{***}Anlamlılık düzeyi (p-değeri)

Araştırma alanındaki arıcıların yaşı ile onların arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu sonuca göre; arıcının yaşının 1 yıl artması, onların arıcılık faaliyetine devam etme eğilimlerini 1.2 kat arttıracaktır. Arıcıların yaşındaki artış, onların bu faaliyete devam etme eğilimleri de artacaktır. Bu sonuca göre; arıcıların yaşındaki artışa bağlı olarak onların bu faaliyet alanındaki tecrübelerinin artması ve bu faaliyet alanı ile ilgili tercih ve beklentilerinin de olumlu yönde etkilenmesi beklenmektedir. Ayrıca, araştırma alanındaki arıcıların büyük çoğunluğu-

nun 50 yaş ve üzerinde olduğu ve genel yaş ortalamasının da 57.5 olduğu dikkate alındığında; arıcılık faaliyetinin sürdürülebilirliği açısından 50 yaş ve altındaki bireylerin de arıcılık faaliyetine eğilimlerinin arttırılması oldukça önemlidir. Arıcıların eğitimi düzeyi ile arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Arıcıların eğitim düzeyinin 1 yıl artması, onların arıcılık faaliyetine devam etme eğilimlerini arttıracaktır. Bu durumdan hareketle, arıcılık faaliyetine devam etmek isteyen arıcıların, devam etmek istemeyen arıcılara göre ortaokul mezunu olanlarda 33.1 kat, lise mezunu olanlarda 18.7 kat ve üniversite mezunu olanlarda 36.6 kat daha fazladır. Buna göre; arıcıların %45.4'ünün ilkokul mezunu olduğu dikkate alındığında, onların eğitim düzeylerindeki artışa bağlı olarak bilgi ve beceri düzeylerinin artması ve mevcut yeniliklere adaptasyon süreçlerinin de hızlanması beklenmektedir. Arıcıların tarım dışı gelire sahip olma durumu ile arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre; tarım dışı gelire sahip olan arıcıların, tarım dışı gelire sahip olmayanlara göre arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri 16.4 kat daha fazladır. Bu durumdan hareketle, tarım dışı gelire sahip olan arıcıların tarım dışı gelire sahip olmayan arıcılara göre arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri artacaktır. İlçedeki arıcıların %72.4'ünün tarım dışı gelire sahip olduğu dikkate alındığında; onların tarım dışı kaynaklardan elde ettikleri gelirleri ile mevcut finansman kaynaklarının artması ve bu kaynakların da arıcılık faaliyetinde kullanılarak bu faaliyete finansal destek sağlaması beklenmektedir. Çünkü, tarımsal faaliyetten (arıcılık, vs.) elde edilen gelirler dışında tarım dışı gelire de sahip olan arıcıların, işletme gelirlerindeki artışa bağlı olarak arıcılık faaliyetine devam etme eğilimlerinin de artacağı düşünülmektedir. Arıcıların tarımsal kredi kullanma durumu ile arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre; tarımsal kredi kullanan arıcıların, kullanmayan arıcılara göre bu faaliyete devam etme eğilimleri 17.7 kat daha fazladır. Tarımsal kredi kullanan arıcıların (%32.9) bu faaliyete devam etme eğilimlerinin yüksek olduğu söylenebilir. Arıcılık faaliyetine devam etmek isteyen ancak yeterli sermaye birikimine sahip olmayan arıcılar ise tarımsal kredileri arıcılık faaliyetiyle ilgili masraflarını karşılamak ya da bu faaliyetle ilgili yeni teknolojileri uygulamak amacıyla kullanmaktadır. Ancak, araştırma alanındaki arıcıların büyük çoğunluğunun (%67.1) tarımsal kredi kullanmadığı dikkate alındığında; onların tarımsal kredi kullanımı konusunda bazı endişelerinin olduğu görülmektedir. Bu endişelerinin en önemli nedenleri arasında ise kredi alma sırasında karşılaştıkları prosedürleri ve krediyi geri ödemede yaşadıkları zorlukları göstermektedir. Ayrıca, arıcılar tarımsal kredi kullanarak mevcut borçlarına ek olarak bir de kredi borcu yükünü üstlenmek istemeyerek mevcut sermaye kaynaklarını korumak istemektedir. Bu nedenle, tarımsal kredi uygulamalarının arıcıların endişelerini ortadan kaldıracak şekilde düzenlenerek iyileştirilmesi hem arıcılık faaliyetine hem de arıcılık ürünlerinin üretimine katkı

sağlayacaktır. Arıcıların yüksek kâr sağlama durumu ile arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre; arıcılık faaliyetinden yüksek kâr sağlayan arıcıların, yüksek kâr sağlamayan arıcılara göre arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri 1.03 kat daha azdır. Bu durumdan hareketle; ilçedeki arıcıların %59.9'unun bu faaliyetten yüksek kâr sağladığı ancak arıcıların büyük çoğunluğunun bu faaliyeti yüksek kâr beklentisi amacıyla yapmadığı, bu faaliyeti geçim kaynağı, eskiden kalan bir alışkanlık, kendi mesleği, baba mesleği, hobi, zaman geçirme ve ek gelir gibi amaç/amaçları ön planda tutarak yaptığı görülmüştür. Ayrıca, arıcıların büyük çoğunluğunun (%72.4) tarım dışı gelire sahip olduğu sonucunun da araştırma bulgularını desteklediği söylenebilir. Arıcıların arılı kovan sigortası yaptırma durumu ile arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre; arılı kovan sigortası yaptıran arıcıların, yaptırmayan arıcılara göre bu faaliyete devam etme eğilimleri 15.1 kat daha fazladır. Arıcıların %65.8'inin arılı kovan sigortası yaptırmadığı dikkate alındığında; arılı kovan sigortası kapsamının arıcıların beklentileri doğrultusunda genişletilerek iyileştirilmesinin önemli olduğu söylenebilir. Çünkü, Ülkemizdeki devlet destekli arıcılık (arılı kovan) sigortası teminatı kapsamında; fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, taşıt çarpması, sel ve su baskını, vahşi hayvan saldırısı ve kovanların nakliyesi esnasında çarpma, çarpışma, devrilme, yanma gibi nedenlerden dolayı doğrudan karşılaşılan zararlar yer almaktadır. Ancak, hırsızlık ve kovan çalınması, zirai ilaçlama sonucunda kovanların sönmesi, arının zarar gördüğü her türlü hastalık ve balın zarar görmesi gibi durumlar ise teminat kapsamının dışında tutulmuştur (TARSİM, 2024). Oysaki, sigorta uygulamaları gerçekleştirilecek faaliyetlerin çeşitli risklerden olumsuz etkilenmemesi ve bu faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu nedenle; arılı kovan sigortası kapsamının arıcıların beklentileri doğrultusunda genişletilmesinin onların sigorta yaptırmaya eğilimlerini olumlu yönde etkileyecektir. Arıcıların arıcılık eğitimi alma durumu ile arıcılık faaliyetine devam etme eğilimleri arasında %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre; arıcılık eğitimi alan arıcıların, eğitim almayan arıcılara göre bu faaliyete devam etme eğilimleri 20.2 kat daha fazladır. Arıcıların %57.9'unun arıcılık eğitimi aldığı dikkate alındığında; onların bu eğitimler sayesinde arıcılık faaliyetlerini daha bilinçli olarak devam ettirmek istedikleri söylenebilir. Ayrıca, arıcıların arıcılık eğitimi alma isteklerinin yüksek olduğu sonucundan hareketle; arıcılıkla ilgili eğitim ve toplantı gibi etkinliklerin daha fazla düzenlenmesinin ve arıcıların da bu etkinliklere katılımlarının sağlanmasının arıcılık faaliyetinin geliştirilmesi açısından önemli olduğu ifade edilebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Muğla ili Fethiye ilçesindeki arıcıların arıcılık faaliyetlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, arıcıların çoğunluğunun 51 yaş ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durumdan hareketle, özellikle araştırma alanındaki 50 yaş altındaki genç nüfusu da arıcılık faaliyetlerine katılımlarının sağlanması, bu faaliyetin geliştirilmesi açısından önemlidir. Arıcıların çoğunluğunun ortalama deneyiminin 23.6 yıl olduğu dikkate alındığında, bu faaliyetin sürdürülebilirliği açısından özellikle yeni arıcıların da arıcılık faaliyetine olan eğilimlerinin artırılması önerilmektedir. Araştırma alanındaki arıcıların karşılaştığı en önemli risk kaynağının girdi maliyetlerinin yüksekliği olması nedeniyle, bu faaliyetin sürdürülebilirliği açısından girdi maliyetlerinin azaltılması yönünde gerçekleştirilecek çalışmalar değer kazanacaktır. Ayrıca, arıcıların en önemli risk önleminin, arılı kovan sigortası yaptırma olması nedeniyle, bu sigorta kapsamının arıcıların beklentileri doğrultusunda iyileştirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Arıcıların büyük çoğunluğu tarımsal kredi kullanmayı tercih etmemektedir. Bu nedenle, onların kredi kullanma konusunda endişe duydukları durumları ortadan kaldıracak ve aynı zamanda onların kredi kullanma eğilimlerini de arttıracak iyileştirilmelerin yapılması önerilmektedir. Arıcılık faaliyeti ile ilgili mevcut durumlar gözönünde bulundurulduğunda; çeşitli tarımsal destek ve teşviklerin yanısıra gerçekleştirilecek tarımsal politikalar ile mevcut sorunlara çözüm önerilerinin getirilmesi bu faaliyetin sürdürülebilirliği açısından önemlidir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik

Çalışmada, Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (26.10.2023 tarihli 13/22 sayılı karar numarası) onay alınmıştır.

Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): HIA(%40), DÖ(%40), Bİ(%20)

Veri Toplanması (Data Acquisition): HIA(%35), DÖ(%35), Bİ(%30)

Veri Analizi (Data Analysis): HIA(%30), DÖ(%60), Bİ(%10)

Makalenin Yazımı (Writing Up): HIA(%40), DÖ(%40), Bİ(%30)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): HIA(%20), DÖ(%70), Bİ(%10)

KAYNAKLAR

- Abebe, A., Yilma, T., Yohannes, E., Mulisa, F., Habtamu, A., 2016. Analysis of honey production systems in three agro-ecologies of Benishangul-Gumuz, Western Ethiopia. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 8 (3): 29-38. doi: 10.5897/JAERD2014.0705
- Akdi, Y., 2011. Matematiksel İstatistiğe Giriş. Gazi Kitabevi, 528 s, Ankara.
- Anonim, 2023a. Hayvancılık istatistikleri (arıcılık verileri), Fethiye İlçesi Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtları.
- Anonim, 2023b. Arıcılık istatistikleri (işletme sayısı), Fethiye İlçesi Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtları
- Avcı, E., 2021. Fethiye ilçesinin tarım coğrafyası. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 121 s, Ankara.
- Aydın, A., 2014. Ardahan ilinde arıcılık faaliyetleri ve sorunları. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 61 s, Erzurum.
- Büyükköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., Demirel, F., 2012. Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Pegem Akademi, Onüçüncü Baskı, Ankara, 342 s.
- Chauzat, M.P., Jacques, A., Laurent, S., Bougeard, S., Hendrikx, P., Ribiere-Chabert, M., 2016. Risk indicators affecting honeybee colony survival in Europe: one year of surveillance. *Apidologie*, 47 (3): 348-378. doi: 10.1007/s13592-016-0440-z
- Çakmak, İ., Aydın, L., Seven, S., Korkut, M., 2003. Güney Marmara Bölgesinde arıcılık anket sonuçları. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 3 (1): 31-36. doi:10.31467/uluaricilik.373727
- Çukur, F., 2014. Muğla ili Milas ilçesinde arıcılık faaliyetinin sürdürülebilirliği üzerine bir değerlendirme. 11. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Cilt 1, 40-47, 3-5 Eylül, Samsun.
- Everest, B., Yercan, B., 2016. Kooperatif ortaklarının kooperatifçilik ilkelerini algılamaları üzerine bir araştırma: Tarım Kredi Kooperatifleri örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (1): 67-73.
- Everest, B., Yavaş, A.G., Tatar, E., Çakar, F., Acar, İ., 2019. Çiftçilerin kooperatifçilik eğitimi alma isteğini etkileyen faktörler: Çanakkale ili örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34 (1): 40-46. doi: 10.7161/omuanajas.408742
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Martínez-Salvador, A., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A.V., Meana, A., Bernal, J.L., Del Nozal, M.J., Bernal, J., 2010. A preliminary study of the epidemiological factors related to honey bee colony loss in Spain. *Environmental Microbiology Reports*, 2 (2): 243-250. doi: 10.1111/j.1758-2229.2009.00099.x
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S., 2000. *Applied Logistic Regression*. John Wiley/Sons Inc., Second Edition, 373 s, New York.
- Ilgar, R., 2018. Çanakkale ilinde arıcılık faaliyetleri. *Electronic Turkish Studies*, 13 (26): 713-724. doi: 10.7827/TurkishStudies.14134
- İnci, H., Karakaya, E., Topluk, O., 2022. Bingöl ili arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9 (4): 996-1013. doi: 10.30910/turkjans.1174465
- Karadaş, K., 2017. Şanlıurfa ilinde koyunculuk işletmelerinin sosyo-ekonomik durumu: Siverek ilçesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2): 268-279.
- Karagöz, Y., Kıcı, S., 2004. Sosyal bilimlerde yapılan uygulamalı araştırmalarda kullanılan istatistiksel teknikler ve ölççekler. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5 (1): 25-43.
- Karahan, A., Karaca, İ., 2016. Adana ve Konya illerindeki arıcılık faaliyetleri ve koloni kayıpları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (2): 226-235. doi: 10.19113/sdufbed.07632
- Karahan, Ş., Özmen Özbakır, G., 2020. Güneydoğu Anadolu'da arıcılık faaliyetlerinin ve bal tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (4): 1148-1158. doi: 10.30910/turkjans.775427
- Karahan, A., Kutlu, M. A., Karaca, İ., 2021. Muğla ve Afyonkarahisar illeri arıcılık faaliyetleri, sorunları ve çözüm önerileri. *ADYUTAYAM Dergisi*, 9 (2): 112-128.
- Kaya, Ö., Kılıç Topuz, B., 2023. Arıcılık işletmelerinin sürdürülebilirliğinin sosyal boyutunun ölçülmesi: Iğdır ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10 (2): 299-310. doi: 10.30910/turkjans.1233834
- Kekeçoğlu, M., Rasgele, P.G., 2013. Düzce ili Yığılca ilçesindeki arıcılık Faaliyetleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 13 (1): 23-32. doi: 10.31467/uluaricilik.162298
- Kutlu, M.A., 2019. Uludere ilçesi arıcılık işletmelerinin genel yapısı ve arıcılık faaliyetleri üzerine bir çalışma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (3): 511-517. doi: 10.30910/turkjans.595369
- Meana, A., Llorens-Picher, M., Euba, A., Bernal, J.L., Bernal, J., García-Chao, M., Dagnac, T., Castro-Hermida, J.A., González-Porto, A.V., Higes, M., Martín-Hernandez, R., 2017. Risk factors associated with honey bee colony loss in apiaries in Galicia, NW Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(1): e0501. doi: 10.5424/sjar/2017151-9652
- Monga, K., Manocha, A., 2011. Adoption and constraints of beekeeping in district Panchkula (Haryana), India. *Livestock Research for Rural Development*, 23 (5): 3.

- Onuç, Z., Yanar, A., Saner, G., Güler, D., 2019. Arıcılık faaliyetinin ekonomik yönü üzerine bir analiz: İzmir-Kemalpaşa ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (1): 11-20. doi: 10.20289/zfdergi.420370
- Özdamar, K., Odabaşı, Y., Hoşcan, Y., Bir, A. A., Kırcalı, G., Özmen, A., Uzuner, Y., 1999. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 1081, 225 s, Eskişehir.
- Özdamar, K., 2013. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Nisan Kitabevi, Dokuzuncu Basım, 584 s, Eskişehir.
- Özmen Özbakır, G., Doğan, Z., Öztokmak, A., 2016. Adıyaman ili arıcılık faaliyetlerinin incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20 (2): 119-126. doi: 10.29050/harranziraat.259102
- Özsayın, D., Akbağ, H.I., Ince, B., 2024. Arıcılık işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısı ve sorunları: Muğla ili Fethiye ilçesi örneği. *Ege Zirvesi 11. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, Cilt 1, 489-502, 1- 3 Haziran, İzmir.
- Semerci, A., Topal, A.Y., 2023. Çanakkale ili arıcılık işletmelerinin sosyo-ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10 (2): 380-397. doi: 10.30910/turkjans.1188662
- Seven İ, Akkılıç, M.E., 2005. Elazığ'daki arıcılık işletmelerinin üretim ve pazarlama problemlerinin tespiti ve çözüm önerileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 45(2): 41-52.
- Söğüt, B., Şeviş, H.E., Karakaya, E., İnci, H., 2019. Arıcılık işletmelerinde mevcut durum, temel sorunlar ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma (Bingöl ili örneği). *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19 (1): 50-60. doi: 10.31467/uluaricilik.527115
- SPSS, 2008. SPSS Statistics Base 17.0 for Windows User's Guide. SPSS Inc., 640 s, Chicago.
- Şengül, Z., 2020. Ege Bölgesinde arıcılık yapan işletmelerin sürdürülebilirlik yönünden değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 270 s, İzmir.
- Şengül, Z., 2022. Arıcılıkta risk kaynakları ve risk yönetim stratejileri: Muğla ili örneği. *Agro International Conference on Agriculture*, Cilt 1, 189-205, 4-6 Haziran, Azerbaycan.
- Tabachnick, B.G., Fidell, L.S., 2001. *Using Multivariate Statistic*. Third Edition, Harper Collins College Publishers, 880 s, New York.
- TARSIM, 2024. Arıcılık sigortası. Tarım Sigortaları Havuzu. <https://www.tarsim.gov.tr/subPage/aricilik-sigortasi> (Erişim tarihi: 10.06.2024).
- Tavşancıl, E., 2014. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi. Nobel Akademik Yayıncılık, Beşinci Basım, 224 s, Ankara.
- Topal, E., Adanacıoğlu, H., Karaman, S., Köseoğlu, M., Bayar, F., 2020. Arıcılık işletmelerinin bilgi transfer kaynakları: İzmir ili örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7 (1): 150-161.
- Tunca, R.I., Çimrin, T., 2012. Kırşehir ilinde bal arısı yetiştiricilik aktiviteleri üzerine anket çalışması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (2): 99-108.
- TÜİK, 2023. Hayvancılık istatistikleri (arıcılık verileri). Türkiye İstatistik Kurumu kayıtları. <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=ar%C4%B1c%C4%B1l%C4%B1k&dil=1> (Erişim tarihi: 13 Kasım 2023)
- TÜİK, 2023a. Bölgesel istatistikler (nüfus ve göç). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Türkiye İstatistik Kurumu bülteni. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2023-49684> (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2024)
- Ural, A., Kılıç, I., 2006. Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. Detay Yayıncılık, İkinci Basım, 302 s, Ankara.
- Uzğören, N., 2012. Bilimsel Araştırmalarda Kullanılan Temel İstatistiksel Yöntemler ve SPSS Uygulamaları, Ekin Yayınevi, İkinci Baskı, 415 s, Bursa.
- Wagner, K., Meilby, H., Cross, P., 2019. Sticky business - Why do beekeepers keep bees and what makes them successful in Tanzania? *Journal of Rural Studies*, 66: 52-66. doi: 10.1016/j.jrurstud.2019.01.022
- Van der Zee, R., Brodschneider, R., Brusbardis, V., Charriere, J.D., Chlebo, R., Coffey, M.F., Dahle, B., Drazic, M.M., Kaško, L., Kretavicius, J., Kristiansen, P., Mutinelli, F., Otten, C., Peterson, M., Raudmets, A., Santrac, V., Seppala, A., Soroker, V., Topolska, G., Vejsnaes, F., Gray, A., 2014. Results of international standardised beekeeper surveys of colony losses for winter 2012-2013: analysis of winter loss rates and mixed effects modelling of risk factors for winter loss. *Journal of Apicultural Research*, 53 (1): 19-34. doi: 10.3896/IBRA.1.53.1.02
- Varalan, A., Çevrimli, M.B., 2023. Arıcılık sektöründeki risk faktörlerinin incelenmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 94 (2): 188-201. doi: 10.33188/vetheder.1246102



Impact of Quince Seed Mucilage on Quality Traits and Bioactive Components of 'Hayward' Kiwifruit Cultivar During Cold Storage

Ayva Çekirdeği Müsilajının Soğuk Depolama Sırasında 'Hayward' Kivi Çeşnin Kalite Özellikleri ve Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Etkisi

Umut ATES¹

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya
· umutates.es@gmail.com · ORCID > 0000-0002-8050-0616

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 19 Ağustos/August 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 14 Kasım/November 2024

Yıl/Year: 2025 | **Cilt-Volume:** 40 | **Sayı-Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 159-171

Atıf/Cite as: Ates, U. "Impact of Quince Seed Mucilage on Quality Traits and Bioactive Components of Kiwifruit 'Hayward' Cultivar During Cold Storage" Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 40(1), February 2025: 159-171.

IMPACT OF QUINCE SEED MUCILAGE ON QUALITY TRAITS AND BIOACTIVE COMPONENTS OF 'HAYWARD' KIWIFRUIT CULTIVAR DURING COLD STORAGE

ABSTRACT

The main objective of this study was to evaluate the effects of quince seed mucilage (QSM) treatment on kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward') quality characteristics and bioactive compounds during cold storage. In the study, fruit were stored at $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 5\%$ relative humidity (RH) for 120 day. At day 60th, QSM-treated fruits showed lower weight loss compared to controls. The respiration rate of QSM-treated fruits was lower than that of the control during the first 30 days, but higher in the subsequent measurement periods. QSM treatment significantly improved fruit firmness in the last two periods, with firmness about 50% higher at 90 days and 70% higher at 120th days compared to controls. However, QSM treatment did not significantly affect fruit skin and flesh color. The soluble solids content of QSM-treated kiwifruit was higher than the control at 90th and 120th days, but it was lower until day 60th. Vitamin C levels in QSM-treated fruits were higher at 60th and 120th days but lower at 30th and 90th days. Titratable acidity was lower in QSM-treated fruits at day 30th. Total phenolics and FRAP antioxidant activity were lower in QSM-treated fruits during the first two measurement periods but higher in the last two. DPPH tests indicated higher antioxidant activity in QSM-treated fruits throughout storage, and total flavonoid content was generally higher except at 90th days. As a result, QSM could be used as an effective tool to maintain fruit firmness and bioactive compounds of kiwifruit.

Keywords: Antioxidant, Edible Coating, Total Flavonoids, Total Phenolics, Vitamin C.



AYVA ÇEKİRDEĞİ MÜSİLAJININ SOĞUK DEPOLAMA SIRASINDA 'HAYWARD' KİVİ ÇEŞİNİN KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOAKTİF BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZ

Bu çalışmanın temel amacı, ayva tohumu müsilajı (QSM) uygulamasının soğuk depolama sırasında kivi (Actinidia deliciosa cv. 'Hayward') kalite özellikleri ve biyoaktif bileşenleri üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada, meyveler $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve 90 ± 5 bağıl nem koşullarında 120 gün depolanmıştır. 60. gün itibarıyla, QSM ile uygulanan meyveler kontrol grubuna göre daha düşük ağırlık kaybı göstermiştir. QSM uygulanan meyvelerin solunum hızı ilk 30 gün boyunca kontrol grubundan düşük, ancak sonraki ölçüm dönemlerinde daha yüksek bulunmuştur. QSM uygulaması, meyve sertliğini son iki ölçüm döneminde önemli ölçüde artırmış; 90. gün ve 120. günlerde sertlik sırasıyla %50 ve %70 oranında kontrol grubundan daha yüksek olmuştur. Ancak, QSM uygulamasının

meyve kabuğu ve et rengi üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır. QSM uygulanan kivilerin suda çözünür kuru madde içeriği 90 ve 120. günlerde kontrol grubundan daha yüksek, ancak 60. güne kadar kontrolden daha düşük bulunmuştur. QSM uygulanan meyvelerin C vitamini seviyeleri 60. ve 120. günlerde kontrol grubundan yüksek, 30. ve 90. günlerde ise daha düşüktür. Titre edilebilir asit miktarı, 30. gün QSM uygulanan meyvelerde daha düşüktür. Toplam fenolikler ve FRAP antioksidan aktivitesi, QSM uygulanan meyvelerde ilk iki ölçüm döneminde daha düşük, son iki dönemde ise daha yüksek bulunmuştur. DPPH testleri, depolama süresince QSM uygulanan meyvelerde daha yüksek antioksidan aktivite olduğunu göstermiş ve toplam flavonoid içeriği genellikle daha yüksek bulunmuştur, ancak 90. günde bu durum geçerli olmamıştır. Sonuç olarak, QSM, kivi meyvelerinin sertliğini ve biyoaktif bileşenlerini korumada etkili bir araç olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, C Vitamini, Toplam Fenol, Toplam Flavonoid, Yenilebilir Kaplama.



1. INTRODUCTION

In recent years, factors such as increasing population, decreasing agricultural areas and production quantities, access to safe food and the search for healthy nutrition make the storage process of fruits and vegetables and the safety of this process important (Wang, 2012; Neme et al., 2021; Güner et al., 2022; Peksen et al., 2023). Furthermore, continuous innovations and developments in the food industry have made it imperative to investigate new strategies for the storage of fresh fruits and vegetables (Lin and Zhao, 2007; Campos et al., 2011). The focus of these strategies is on maintaining product quality and providing healthy products to consumers in line with consumer demands. In this context, coating materials derived from edible natural resources have significant potential.

Although edible film materials may seem like a new technology at first, they actually have a history dating back to the 12th century (Hardenburg, 1967). Edible coatings are natural or nature-identical materials, generally less than 0.3 mm thick (Embuscado and Huber, 2009), that can be used in addition to or in place of natural protective wax coatings to prevent the movement of moisture, oxygen and soluble substances on foods (Smith et al., 1987; Avena-Bustillos et al, 1997; McHugh and Senesi, 2000). Edible coatings provide protection during storage of fruits and vegetables by forming a barrier on their surface, which preserves product quality (Rojas-Graü et al., 2008; Porat and Fallik, 2008; Falguera et al., 2011; Tezotto-Uliana et al., 2014; Ates et al., 2022).

Seeds offer a good potential for use in the food industry because they can be used as waste material, are accessible and safe for health. One of these uses is as a natural edible coating material. Quince seed mucilage (QSM), one of the na-

tural edible coating materials, is a natural polysaccharide material and is known for its gel forming properties (Jouki et al., 2013; Yousuf and Maktedar, 2023). The major water-soluble polysaccharides found in QSM were reported to be partially O-acetylated (4-O-methyl-D-glucurono)-D-xylan with a high proportion of glucuronic acid residues (Lindberg et al., 1990). QSM is also characterized by its hydrophilic properties and superior barrier, mechanical and antioxidant performances (Jouki et al., 2014a; Jouki et al., 2014b). Due to these properties, it reduces water loss in fruits during storage and prolongs storage life by maintaining fruit flesh firmness (Shahbazi et al., 2021). Indeed, it has been reported that postharvest natural edible coatings preserved fruit quality and reduced weight losses in many fruit species such as pear (Dave et al., 2017), apple (Thakur et al., 2019), and sweet cherry (Hu and Feng, 2022).

Kiwifruit is an important part of people's daily diet due to its rich bioactive content (Karakaya et al., 2019). Kiwifruit, which shows climacteric characteristics, is consumed with pleasure by consumers during the eating stage. It can be kept in cold storage for about 4-6 months (Ozturk et al., 2019). However, due to ethylene sensitivity, ripening continues during storage and softening of the fruit flesh may occur (Boquete et al., 2014; Korkmaz et al., 2023). Therefore, in addition to favorable conditions, some additional measures should be taken to delay aging. Generally, post-harvest preservative measures include packaging (Ozturk et al., 2024), modified atmosphere packaging (Karakaya et al., 2019), natural or natural-identical coatings (Hassani et al., 2012; Huang et al., 2017; Vivek and Subbarao, 2018). As the storage periods of products are extended with postharvest practices, significant advantages are provided in the chain from the orchard to the consumer, which can make significant contributions to both the household economy and the country economy.

The hypothesis of this study was that QSM used as an edible coating material can minimize quality losses and extend the storage life of kiwifruit during cold storage. The aim of this study was to determine the effects of QSM, a plant-based edible biofilm, on the postharvest storage performance of kiwifruit.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Plant Materials

The plant material used in this study was the 'Hayward' cultivar (*Actinidia deliciosa*), which is widely grown in Türkiye. Fruits with similar size and skin surface color were hand-harvested when they reached a soluble solids content (SSC) of 6.5%. Following harvest, the fruits were transported to the laboratory using a refrigerated vehicle maintained at $10 \pm 1.0^\circ\text{C}$ with $80 \pm 5.0\%$ RH, within a 30 min. The fruit brought to the laboratory, any fruit exhibiting deformities or signs of disease or pest were discarded.

2.1.1. Methods

For each analysis period, 45 fruit were used (15 fruit per rep). In total, 225 fruit were utilized throughout the cold storage. A natural edible coating was prepared for the treatment. The coating material was obtained by mixing 100 g of quince seeds in 100 mL of distilled water using a magnetic stirrer for 24 h. Subsequently, it was left at room temperature for 48 h. During this period, the resulting gel-like coating material was separated from the seeds and diluted with 5 L of distilled water. The fruit, except for the control, were immersed in this solution for approximately 2 min. The control fruits were immersed in distilled water for the same duration. After treatment, the fruit were placed on paper towels to allow the surface water to remove. The fruits were then placed in trays, with 15 fruit per trays, and stored in a cold storage. The fruit stored in the cold storage were maintained at $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 5\%$ RH for 120 d, with evaluations conducted at 30-day intervals (days 30, 60, 90, and 120).

2.2.1. Weight Loss, Respiration Rate and Firmness

Weight loss was measured using a digital scale (± 0.01 g) (Radwag PS 4500/C/1, Poland) for the fruit designated for each analysis period (3 rep). Weight loss was determined as the difference between the initial and final weights. The measurement values were expressed as a percentage (%). Respiration rate was determined by placing 5 randomly selected fruits from each replicate (total of 15 fruit) into a 2 L gas-tight measurement chamber. A gas sensor (Vernier, Oregon, USA) was then placed inside the chamber. Measurements were conducted over a 1 h period while the fruit was in the chamber. The CO_2 produced during this time was measured, and the average value was calculated. Results were expressed as $\text{nmol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$. A penetrometer (FT-327, McCormick Fruit Tech., WA, USA) with an 11.1 mm tip was used to determine fruit firmness. A piece of peel was removed from the surface of the fruit (in 10 fruit) to be measured. Then, the tip of the device was inserted into the fleshy part of the fruit placed on a stable surface with the peeled surface upwards. At the end of the process, the value on the screen was recorded. This recorded value was presented as Newton (N) (Ozturk et al., 2019).

2.2.2. Fruit Color (Skin and Flesh Color)

Color characteristics (L^* , a^* and b^*) were measured by placing opposite surfaces of the fruit (in 10 fruit) directly in contact with the fruit using a colorimeter (Minolta, model CR-400, Japan). Color evaluations were presented according to the CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) (McGuire, 1992).

2.2.3. Soluble Solids Content (SSC), Titratable Acidity (TA), and Vitamin C

For measurements of soluble solids content (SSC), titratable acidity, and vitamin C, 5 fruit from each replicate were used. The selected fruit were pureed using a blender. The puree was then passed through a strainer to separate the liquid from the solid parts. A small amount of the homogenized liquid was dripped onto the lens of a digital refractometer (PAL-1, McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash., USA) for reading. The resulting SSC value was expressed as a percentage (%) (Karakaya et al., 2020). To determine titratable acidity, 10 mL of the obtained liquid was combined with 10 mL of distilled water and stirred until homogeneous. After dilution, 0.1 mol L⁻¹ sodium hydroxide was added until the pH reached 8.2. The values were expressed as malic acid equivalents (%) (Öztürk and Ağlar, 2019). For vitamin C, an ascorbic acid test kit (Catalog no: 116981, Merck) was immersed in the prepared liquid for 2 seconds. The kit was then taken out and left for up to 8 s to oxidize and remove excess contamination. The kit was placed in the inner chamber of the Reflectoquant plus-10 (Merck RQflex plus-10) for reading and after waiting for 5 s, the value on the digital display was recorded. The recorded value was expressed as mg 100 g⁻¹ (Ozturk et al., 2019).

2.2.4. Total Phenolics, Total Flavonoids, and Antioxidant Activity

For the determine the bioactive contents, the fruit juices pureed in each analysis period were stored in falcone tubes at -20°C until the day of analysis. On the day of analysis, the samples were thawed at room temperature (21°C) and measurements for total phenolics, total flavonoids, and antioxidant activities (DPPH and FRAP) were performed using a spectrophotometer. Total phenolics were measured according to the method established by Beyhan et al. (2010). The values were expressed as g gallic acid equivalents (GAE) kg⁻¹ of fresh weight (fw). Total flavonoids were measured following the method described by Chang et al. (2002). The total flavonoids were expressed as g quercetin equivalents (QE) kg⁻¹ fw. The DPPH assay was conducted based on the method of Blois (1958), while the FRAP assay was performed according to the method of Benzie and Strain (1996). The antioxidant activity readings (DPPH and FRAP) were presented as mmol Trolox equivalents (TE) kg⁻¹ fw.

2.2.5. Statistical Analysis

Normality of the data was evaluated using the Kolmogorov-Smirnov test, while the Levene test was employed to check for homogeneity of variances. For datasets that satisfied these criteria, variance analysis was performed alongside the computation of descriptive statistics. The significance of differences between treatment groups was assessed using two-sample *t*-tests, with a significance threshold set at $p < 0.05$. All statistical procedures were conducted using Minitab® 17 software (Minitab Inc., State College, PA, USA).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Weight Loss, Respiration Rate and Firmness

In the study, no significant effect of edible coating treated to postharvest kiwifruit fruits on weight loss was observed overall. Only on day 60th, fruit treated with QSM exhibited a lower weight loss compared to control. However, there were significant differences in respiration rates. Specifically, at days 60th, 90th, and 120th, the edible coating treatment resulted in statistically lower respiration rates than the control. Conversely, on day 30th, a higher respiration rate was observed in the coated fruit. Regarding firmness values, no significant effect of the QSM treatment on fruit firmness was detected up to day 60th of storage. However, at days 90th and 120th, the coating treatment was significantly more effective in maintaining firmness compared to the control (Table 1).

Table 1. Effects of quince seed mucilage on weight loss, respiration rate and firmness of kiwifruit during cold storage

Treatments	Weight loss (%)			
	30	60	90	120
Control	0.17 a	0.30 a	0.83 a	1.76 a
QSM	0.17 a	0.23 b	0.86 a	1.77 a

Treatments	Respiration rate (nmol CO ₂ kg ⁻¹ s ⁻¹)				
	Harvest	30	60	90	120
Control	0.79 a	0.74 b	4.99 a	14.74 a	17.32 a
QSM	0.79 a	1.58 a	3.74 b	4.53 b	5.01 b

Treatments	Firmness (N)				
	Harvest	30	60	90	120
Control	55.62 a	45.62 a	36.5 a	19.42 b	10.39 b
QSM	55.62 a	41.98 a	36.8 a	31.40 a	17.36 a

*Means in columns with the same letter do not differ according to *t*-tests at $P < 0.05$.

Although the coating treatment forms a barrier on the fruit surface that inhibits respiration, it is hypothesized that it does not influence weight loss because internal degradation processes, such as the breakdown of nutrients like pectin and starch into simpler sugars and other substances, continue. Consistent with our findings, Shahbazi et al. (2021) reported that both pure okra mucilage and QSM treatments were similarly effective as the control in preventing weight loss during storage. However, Kozlu and Elmacı (2020) reported that in mandarins coated with QSM, the coating was effective in reducing weight loss during storage and in maintaining firmness from the 4th day of storage onward. Similarly, Yousuf and

Maktedar (2022) found that QSM had a significant effect on delaying weight loss in stored walnuts, and Yousuf and Maktedar (2024) identified a significant impact of QSM on delaying weight and firmness losses in stored apples. Ozturk et al. (2022) also found that *Aloe vera* treatments slowed the respiration rate of medlar fruit during storage and significantly retarded weight and firmness losses compared to the control. Islam et al. (2022) observed that *Aloe vera* treatment resulted in weight loss in jujube fruit similar to that of the control (with the exception of day 7th), and that respiration rate and firmness (with the exception of day 28th) were lower in edible coatings compared to the control. Similarly, Aglar et al. (2017) reported that edible coatings were similarly effective as the control in preventing weight and firmness loss in sweet cherry by day 21st. However, Hashemi et al. (2017) reported that a coating material derived from basil seeds was effective in delaying weight loss in apricots. Noshad et al. (2019) indicated that, when treatment mucilages from *Plantago major*, *P. psyllium*, and *Descurainia sophia* to store sliced apples, the firmness values were generally similar to the control (with the exception of *Plantago psyllium* mucilage).

3.2. Fruit Color (Skin and Flesh Color)

In terms of color values, the study observed a decrease in nearly all parameters as storage duration progressed. Additionally, it was found that the edible coating treatment had no significant effect on the skin color change of kiwifruit. However, for flesh color change, the b^* values (on days 30th, 60th, and 90th) were significantly higher in fruit treated with the edible coating. Only on day 120th did the fruits with edible coating show a significantly lower L^* value compared to the control (Table 2).

Color change in fruit is associated with the degradation of chlorophyll (Knee, 1972), and color change in stored products is generally undesirable. In this context, although the coating treatments in this study did not have a significant effect on color values, they resulted in less color change compared to the control. Similarly, Noshad et al. (2020) reported that QSM has a significant effect in reducing color changes in foods. Kozlu and Elmacı (2020) found that, in their study, the L^* values of control mandarins gradually increased, while there was no significant change in the L^* values of mandarins coated with QSM. In contrast, Yousuf and Maktedar (2022) emphasized that QSM affected the color changes in stored walnuts, with the highest L^* values measured in coated samples on day 35th of storage. Shahbazi et al. (2021) reported that strawberries coated with a combination of okra mucilage and QSM had numerically higher L^* values compared to the control, with no negative impact on the strawberries' original color. Sabir et al. (2023) found that the L^* values of 'Alphonse Lavallée' and 'Red Globe' grape cultivars treated with *Aloe vera* at different concentrations were generally higher than those of the control during storage. However,

Islam et al. (2022) stated that the effect of *Aloe vera* on color changes in stored jujube fruit was significant only in the last two measurement periods, with the measured values being lower than those of the control.

Table 2. Effects of quince seed mucilage on L*, a* and b* of skin and flesh color of kiwifruit during cold storage

Treatments		Skin Color				
		Harvest	30	60	90	120
Control	L*	48.05 a	46.94 a	45.18 a	39.87 a	40.57 a
QSM		48.05 a	46.78 a	44.58 a	39.89 a	40.29 a
Control	a*	4.41 a	4.90 a	4.28 a	3.46 a	3.78 a
QSM		4.41 a	4.03 a	4.29 a	3.36 a	3.68 a
Control	b*	28.90 a	29.20 a	29.52 a	17.05 a	16.87 a
QSM		28.90 a	29.37 a	29.65 a	17.07 a	16.90 a
Treatments		Flesh Color				
		Harvest	30	60	90	120
Control	L*	61.09 a	55.79 a	58.83 a	48.36 a	50.04 a
QSM		61.09 a	55.83 a	57.14 a	49.77 a	47.63 b
Control	a*	15.01 a	14.85 a	13.99 a	11.27 a	10.45 a
QSM		15.01 a	15.29 a	13.29 a	10.73 a	9.83 a
Control	b*	33.26 a	31.54 b	30.44 b	19.25 a	17.23 b
QSM		33.26 a	33.12 a	31.95 a	19.07 a	18.04 a

*Means in columns with the same letter do not differ according to *t*-tests at $P < 0.05$.

3.3. Soluble Solids Content (SSC), Titratable Acidity (TA), and Vitamin C

When examining the biochemical characteristics of the study, significant differences in SSC (%), emerged from day 60th of storage. On day 60th, the coating treatment resulted in a lower SSC, whereas on days 90th and 120th, the control showed a lower SSC. The vitamin C content ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) decreased over the storage period for both control and coating treatments. Additionally, the vitamin C values decreased more significantly in control throughout storage. In this context, the coating treatment was more effective in preserving vitamin C content compared to the control, with this effect being particularly significant on days 60th and 120th. No significant differences in TA (% malic acid), were found between treatments, except on day 30th (Table 3). The determination of harvest time and the end of the storage period are primarily based on SSC and TA (Faizy et al., 2021). Shahbazi et al. (2021) reported that strawberries stored with a coating of okra mucilage and QSM had lower TA compared to the control. Noshad et al. (2019) found that

when treating mucilages from *Plantago major*, *P. psyllium*, and *Descurainia sophia* to stored sliced apples, the TA and SSC were lower compared to the control. However, ascorbic acid content was higher, particularly in apples treated with *Plantago psyllium* mucilage. Tamjidi et al. (2023) reported that, in strawberries stored with coatings containing *Lallemantia iberica* seed mucilage and cinnamon essential oil, the coating treatments had an effect on TA, but did not have a significant impact on SSC. Regarding other edible coating treatments, Islam et al. (2022) demonstrated that *Aloe vera* treatments were effective in preserving the SSC, TA and vitamin C content of stored jujube fruit. Aglar et al. (2017) reported that the edible coating material (Parka™), maintained a lower SSC level in cherries compared to the control and had no significant effect on TA and vitamin C content. Hashemi et al. (2017) found that the SSC content of cut apricots of the edible coating obtained from basil seed was lower than the control until the 6th day of storage, but higher than the control on the last measurement day.

Table 3. Effects of quince seed mucilage on soluble solids content (SSC), vitamin C and titratable acidity of kiwifruit during cold storage

Treatments		Biochemical characteristics				
		Harvest	30	60	90	120
Control QSM	SSC (%)	6.50 a	12.70 a	13.35 a	11.10 b	12.05 b
		6.50 a	12.60 a	13.10 b	12.95 a	13.70 a
Control QSM	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)	31.5 a	24.1 a	20.3 b	21.4 a	10.2 b
		31.5 a	22.0 b	21.5 a	18.9 b	11.1 a
Control QSM	Acidity (% malic acid)	0.89 a	0.37 a	0.27 a	0.14 a	0.16 a
		0.89 a	0.29 b	0.26 a	0.12 a	0.17 a

*Means in columns with the same letter do not differ according to *t*-tests at $P < 0.05$.

*SSC: soluble solids concentration (%), TA: titratable acidity (% malic acid), Vit C: Vitamin C (mg 100 g⁻¹)

3.4. Total Phenolics (TPC), Total Flavonoids (TFC), and Antioxidant Activity

When examining bioactive compounds, significant differences were observed among treatments throughout the storage period. The TPC was higher in control on days 30th and 60th of storage, whereas it was higher in the coating treatment on days 90th and 120th. The coating treatment was found to be effective in preserving the TFC, with the differences observed during storage being statistically significant. Similarly, the coating treatment resulted in significantly higher DPPH values compared to the control throughout storage. However, the effect of the coating on FRAP values was significant only on days 90th and 120th. Overall, the edible coating treatment had a significant impact on the preservation of bioactive compounds. This effect was consistent for TFC and DPPH throughout the storage period, while it was significant for TPC and FRAP in the later stages of storage (Table 4).

Table 4. Effects of quince seed mucilage on total phenolics, total flavonoids and antioxidant activity (in DPPH and FRAP assays) of kiwifruit during cold storage

Treatments		Bioactive Compounds				
		Harvest	30	60	90	120
Control QSM	TPC	13.55 a	12.08 a	8.82 a	9.58 b	9.53 b
		13.55 a	8.21 b	8.03 b	10.87 a	13.75 a
Control QSM	TFC	8.64 a	5.94 b	2.93 b	4.89 a	3.05 b
		8.64 a	7.90 a	3.53 a	4.84 a	4.31 a
Control QSM	DPPH	18.91 a	13.14 b	11.88 b	9.00 b	8.83 b
		18.91 a	18.19 a	18.09 a	18.20 a	9.91 a
Control QSM	FRAP	32.16 a	31.96 a	27.44 a	26.37 b	22.14 b
		32.16 a	23.26 b	26.57 b	30.40 a	35.89 a

*Means in columns with the same letter do not differ according to *t*-tests at $P < 0.05$.

*TPC: Total phenolics (g GAE kg⁻¹ fw). TFC: Total flavonoids (g QE kg⁻¹ fw). DPPH and FRAP (mmol TE kg⁻¹ fw)

Overall, in this study, the QSM coating was found to be effective in preserving bioactive compounds ($P \leq 0.05$). A similar study by Yousuf and Maktedar (2024) also demonstrated that QSM-based coating materials were more effective than the control in maintaining bioactive contents. Additionally, Yousuf and Maktedar (2022) highlighted that QSM-coated internal walnuts had higher bioactive content compared to the control on days 7th and 35th. Kozlu and Elmacı (2020) observed that while both QSM and control treatments showed a gradual reduction in total phenol content in segmented mandarin fruit during storage, the decrease was less pronounced with QSM treatment. Again the researcher, in the antioxidant (DPPH) test, control values decreased progressively, whereas the coating treatment exhibited fluctuating increases and decreases, indicating that coating treatments were more effective in preserving antioxidant content. Hashemi et al. (2017) reported that different concentrations of basil gum treated to fresh-cut apricots resulted in lower total phenolics and DPPH contents in low-concentration coatings compared to the control until the 6th day of storage, but higher contents on the final measurement day (8th day). Islam et al. (2022), treating *Aloe vera*, found that TPC (except on days 14th and 28th), DPPH, and FRAP (except on day 14th) contents in stored jujube fruits were higher compared to the control, although TFC content was similar to that of the control. Conversely, Ozturk et al. (2022) found that *Aloe vera*+MAP treatment had a significant impact on TPC, TFC, DPPH, and FRAP activity in medlar fruit during storage. Aglar et al. (2017) reported that the biofilm, an edible coating material, had similar TPC levels compared to the control (except on day 14th), but a significantly different FRAP content (except on day 14).

4. CONCLUSIONS

As an edible coating, the treatment of QSM has been found to reduce respiration rates and preserve firmness during storage. Additionally, it has been shown to have significant effects on total phenolics, total flavonoids, and antioxidant activity throughout the storage period. Generally, QSM was determined to be effective in the storage of kiwifruit. In this context, QSM, as an edible coating material, is thought to offer environmentally and economically sustainable alternatives to storage materials with health-unfriendly contents or traditional storage methods.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Ethics

This study does not require ethics committee approval.

REFERENCES

- Aglar, E., Ozturk, B., Guler, S.K., Karakaya, O., Uzun, S., Saracoglu, O. 2017. Effect of modified atmosphere packaging and 'Parka' treatments on fruit quality characteristics of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L. '0900 Ziraat') during cold storage and shelf life. *Scientia horticulturae*, 222, 162-168.
- Ates, U., Islam, A., Ozturk, B., Aglar, E., Karakaya, O., Gun, S. 2022. Changes in quality traits and phytochemical components of blueberry (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) fruit in response to postharvest *Aloe vera* treatment. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 303-316.
- Benzie, I.F., Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Beyhan, Ö., Elmastas, M., Gedikli, F. 2010. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11), 1065-1072.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Boquete, E.J., Trincherro, G.D., Frascina, A.A., Vilella, F., Sozzi, G.O. 2004. Ripening of 'Hayward' kiwifruit treated with 1-methylcyclopropene after cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 32(1), 57-65.
- Campos, C.A., Gerschenson, L.N., Flores, S.K. 2011. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food and Bioprocess Technology*, 4, 849-875.
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10(3), article 3.
- Dave, R.K., Ramana Rao, T.V., Nandane, A.S. 2017. Improvement of post-harvest quality of pear fruit with optimized composite edible coating formulations. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 3917-3927.
- De Avena-Bustillos, R.J., Krochta, J.M., Saltveit, M.E. 1997. Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride film. *Journal of Food Science*, 62(2), 351-354.
- Embuscado, M.E., Huber, K.C. 2009. *Edible films and coatings for food applications*. New York, NY, USA: Springer, Vol. 9, 169-208.
- Faizy, A.H., Ozturk, B., Aglar, E., Yildiz, K. 2021. Role of methyl jasmonate application regime on fruit quality and bioactive compounds of sweet cherry at harvest and during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), e15882.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jiménez, A., Muñoz, J.A., Ibarz, A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292-303.
- Freitas, T.K.F.S., Oliveira, V.M., De Souza, M.T.F., Geraldino, H.C.L., Almeida, V.C., Fávoro, S.L., Garcia, J.C. 2015. Optimization of coagulation-flocculation process for treatment of industrial textile wastewater using okra (*A. esculentus*) mucilage as natural coagulant. *Industrial Crops and Products*, 76, 538-544.

- Güner, E., Evrenosoğlu, Y., Mertoğlu, K. 2022. The effects of different doses of thyme and lavender oil on quality preservation in apple (cv. Fuji) after harvest. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17, 64-69
- Hardenburg, R.E. 1967. Wax and related coatings for horticultural products; a bibliography. *ARS* 51, 15.
- Hashemi, S.M.B., Khaneghah, A.M., Ghahfarrokhi, M.G., Eş, I. 2017. Basil-seed gum containing *Origanum vulgare* subsp. *viride* essential oil as edible coating for fresh cut apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 125, 26-34.
- Hassani, F., Garousi, F., Javanmard, M. 2012. Edible coating based on whey protein concentrate-rice bran oil to maintain the physical and chemical properties of the kiwifruit *Actinidia deliciosa*. *Trakia J. Sci*, 10(1), 26-34.
- Hu, W., Feng, K. 2022. Effect of edible coating on the quality and antioxidant enzymatic activity of postharvest sweet cherry (*Prunus avium* L.) during storage. *Coatings*, 12(5), 581.
- Huang, Z., Li, J., Zhang, J., Gao, Y., Hui, G. 2017. Physicochemical properties enhancement of Chinese kiwi fruit (*Actinidia chinensis* Planch) via chitosan coating enriched with salicylic acid treatment. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 184-191.
- Islam, A., Acikalin, R., Ozturk, B., Aglar, E., Kaiser, C. 2022. Combined effects of *Aloe vera* gel and modified atmosphere packaging treatments on fruit quality traits and bioactive compounds of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit during cold storage and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 187, 111855.
- Jouki, M., Mortazavi, S.A., Yazdi, F.T., Koocheki, A. 2014. Characterization of antioxidant-antibacterial quince seed mucilage films containing thyme essential oil. *Carbohydrate polymers*, 99, 537-546.
- Jouki, M., Yazdi, F.T., Mortazavi, S.A., Koocheki, A. 2013. Physical, barrier and antioxidant properties of a novel plasticized edible film from quince seed mucilage. *International journal of biological macromolecules*, 62, 500-507.
- Jouki, M., Yazdi, F.T., Mortazavi, S.A., Koocheki, A. 2014b. Quince seed mucilage films incorporated with oregano essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 36, 9-19.
- Karakaya, O., Ağlar, E., Öztürk, B., Gün, S., Ateş, U., Öcalan, O.N. 2020. Changes of quality traits and phytochemical components of jujube fruit treated with preharvest GA_3 and Parka during cold storage. *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*, 2(2), 30-37.
- Karakaya, O., Öztürk, B., Kadim, H. 2019. Kivi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) meyvesinin biyoaktif bileşikleri üzerine farklı map uygulamalarının etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(1), 11-17.
- Knee, M. 1972. Anthocyanin, carotenoid, and chlorophyll changes in the peel of Cox's Orange Pippin apples during ripening on and off the tree. *Journal of Experimental Botany*, 184-196.
- Korkmaz, M., Ozturk, B., Uzun, S. 2023. How Does the Agro-Ecological Conditions Grown Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Affect the Fruit Quality Traits and Bioactive Compounds during Shelf Life?. *Horticulturae*, 9(11), 1182.
- Kozlu, A., Elmaci, Y. 2020. Quince seed mucilage as edible coating for mandarin fruit; determination of the quality characteristics during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), e14854.
- Lin, D., Zhao, Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(3), 60-75.
- Lindberg, B., Mosihuzzaman, M., Nahar, N., Abeysekera, R.M., Brown, R.G., Willison, J.M. 1990. An unusual (4-O-methyl-D-glucurono)-D-xylan isolated from the mucilage of seeds of the quince tree (*Cydonia oblonga*). *Carbohydrate Research*, 207(2), 307-310.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. 27(12), 1254-1255.
- McHugh, T.H., Senesi, E. 2000. Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh cut apples. *Journal of Food Science*, 65(3), 480-485.
- Neme, K., Nafady, A., Uddin, S., Tola, Y.B. 2021. Application of nanotechnology in agriculture, postharvest loss reduction and food processing: food security implication and challenges. *Heliyon*, 7(12).
- Noshad, M., Nasehi, B., Anvar, A. 2020. Effects of Quince Seed Mucilage and Green Tea Extract as Active Edible Coatings on Quality of Pacific White Shrimps During Cold Storage. *Nutrition and Food Sciences Research*, 7(2), 29-36.
- Noshad, M., Rahmati-Joneidabad, M., Badvi, Z. 2019. Effects of natural mucilage as an edible coating on quality improvement of freshly-cut apples. *Nutrition and Food Sciences Research*, 6(2), 21-27.
- Ozturk A, Ozturk B, Karakaya O, Gun S, Ates U, Yildiz K, Siddiqui MW, Gundogdu M 2022 Preliminary results: Combination of MAP and *Aloe vera* gel in Medlar fruit. *Erwerbs-Obstbau* 64(1), 37-45
- Ozturk, B., Uzun, S., Karakaya, O. 2019. Combined effects of aminoethoxyvinylglycine and MAP on the fruit quality of kiwifruit during cold storage and shelf life. *Scientia Horticulturae*, 251, 209-214.
- Öztürk, B., Ağlar, E. 2019. The influence of modified atmosphere packaging on quality properties of kiwifruits during cold storage and shelf life. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(2), 614-625.

- Ozturk, B., Bekimoglu, C.A., Olcer, M.A., Ates, U., Uzun, S., Karakaya, O. 2024. Changes in quality characteristics of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit packed with perforated polyethylene terephthalate during cold storage. *Applied Fruit Science*, 66, 1377-1386.
- Peksen, A., Ates, U., Iç, S., Ozturk, B. 2023. Impact of biodegradable mulches on qualitative characteristics and bioactive compounds of capia pepper (*Capsicum Annum* L.) under cold storage. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(3), 4412-4425.
- Porat, R., Fallik, E. 2008. Production of off-flavours in fruit and vegetables under fermentative conditions. In *Fruit and Vegetable Flavour*, Woodhead Publishing, 150-164.
- Rojas-Graü, M.A., Tapia, M.S., Martín-Belloso, O. 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT-Food Science and Technology*, 41(1), 139-147.
- Sabir, F.K., Unal, S., Sabir, A. 2023. Postharvest *Aloe vera* gel coatings delay the physiological senescence of 'alphonse lavallée' and 'red Globe' grapes during cold storage as an alternative to SO₂. *Erwerbs-Obstbau*, 65(6), 1889-1898.
- Shahbazi, Y., Shavisi, N., Karami, N. 2021. Development of edible bioactive coating based on mucilages for increasing the shelf life of strawberries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 394-405.
- Smith, S., Geeson, J., Stow, J. 1987. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. *HortScience*, 22, 772-776.
- Tamjidi, R., Rahmati-Joneidabad, M., Zare-Bavani, M. 2023. Evaluation of the effect of edible coating based on ShahriBalangu seed mucilage containing cinnamon essential oil on physicochemical, microbial, and sensory properties of strawberry during storage. *Iran Journal of Food Sciences and Industries*, 20, 59-68.
- Tezotto-Uliana, J.V., Fargoni, G.P., Geerdink, G.M., Kluge, R.A. 2014. Chitosan applications pre- or postharvest prolong raspberry shelf-life quality. *Postharvest Biology and Technology*, 91, 72-77.
- Thakur, R., Pristijono, P., Scarlett, C.J., Bowyer, M., Singh, S.P., Vuong, Q.V. 2019. Starch-based edible coating formulation: Optimization and its application to improve the postharvest quality of "Cripps pink" apple under different temperature regimes. *Food Packaging and Shelf Life*, 22, 100409.
- Vivek, K., Subbarao, K.V. 2018. Effect of edible chitosan coating on combined ultrasound and NaOCl treated kiwi fruits during refrigerated storage. *International Food Research Journal*, 25(1), 101-108.
- Wang, S.Y. 2012. Postharvest for wealth and health. In *VII International Postharvest Symposium*, 1012 (785-796).
- Yousuf, S., Maktedar, S.S. 2022. Influence of quince seed mucilage-alginate composite hydrogel coatings on quality of fresh walnut kernels during refrigerated storage. *Journal of Food Science and Technology*, 59(12), 4801-4811.
- Yousuf, S., Maktedar, S.S. 2023. Utilization of quince (*Cydonia oblonga*) seeds for production of mucilage: functional, thermal and rheological characterization. *Sustainable Food Technology*, 1(1), 107-115.
- Yousuf, S., Maktedar, S.S. 2024. Exploring the use of quince seed mucilage as novel coating material for enhancing quality and shelf-life of fresh apples during refrigerated storage. *Sustainable Food Technology*, (29th July 2024).