





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

**Sahibi/Publisher**

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

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

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**

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

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

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

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



## Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences

e-ISSN:2667-7733

Cilt/Volume: 29, Sayı/Number: 1, 2024

### Baş Editör / Editor in Chief

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

### Yayın Kurulu / Associate Editorial Board of Section

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

### Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

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



### **Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board (Devam/Continued)**

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

### **Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board**

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



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

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

### **Yabancı Dil Editörü / Language Editors**

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

### **Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer**

Uğur CAN



**Araştırma Makalesi / Research Article**

|  |       |
|--|-------|
| <b>Evaluation of goat farms in Mersin province in terms of animal welfare</b><br>Mersin ilindeki keçi işletmelerinin hayvan refahı bakımından değerlendirilmesi<br>Ali KAYGISIZ, İsa YILMAZ, Selma CEYLAN  | 1-13  |
| <b>The relationships between post-calving body condition and fertility traits in Holstein Friesian cows</b><br>Siyah Alaca ineklerde buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri arasındaki ilişkiler<br>Şahin TÜFENK, İbrahim TAPKI   | 14-28 |
| <b>Determination of genetic diversity of edible-seeded watermelon genotypes using SRAP markers</b><br>Çerezlik karpuz genotiplerinin genetik çeşitliliğinin SRAP markırları kullanılarak belirlenmesi<br>Ömer Faruk COŞKUN, Seher TOPRAK, Kazım MAVİ   | 29-37 |
| <b>Determination of polymorphisms in the HSP90AA1 gene region in some Turkish sheep populations by AS-PCR</b><br>Bazı Türkiye yerli koyun populasyonlarında HSP90AA1 gen bölgesindeki polimorfizlerin AS-PZR ile belirlenmesi<br>Eymen DEMİR   | 38-46 |
| <b>Effect of field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i>) addition on fermentation and digestion level in lamb diets</b><br>Tarla sarmaşığı ( <i>Convolvulus arvensis</i> ) otunun kuzu rasyonlarına ilavesinin fermantasyon ve sindirim dereceleri üzerine etkisi<br>Yakup BİLAL, Bilal SELÇUK, Tuğba BAKIR, Hülya AKÇAM  | 47-54 |
| <b>Determination of fresh and dry herb yield and quality characterization of different coriander (<i>Coriandrum sativum</i> L.) populations grown under Eastern Mediterranean conditions</b><br>Doğu Akdeniz koşullarında yetiştirilen farklı kişniş ( <i>Coriandrum sativum</i> L.) popülasyonlarında taze-kuru herba verim ve kalite karakterizasyonlarının belirlenmesi<br>Ahmet MERT, Nadire Pelin BAHADIRLI | 55-61 |
| <b>Determination of some needle characteristics of stone pine tree in Aydın / Koçarlı</b><br>Aydın / Koçarlı'da fıstık çamı ağaçlarının bazı ibre özelliklerinin belirlenmesi<br>Hajir Dawood Sulaiman JOBAN, Serra HEPAKSOY   | 62-70 |

**Araştırma Makalesi / Research Article**

- Investigating the effects of climate change on the perception of safe food and consumption behaviors in Turkey**  
İklim değişiminin Türkiye’de güvenli gıda algısı ve tüketim davranışlarına etkisinin incelenmesi 71-83  
İbrahim Ender KÜNİLİ, Fatma ÇOLAKOĞLU, Hasan Basri ORMANCI, Tuğba GÜNGÖR ERTUĞRAL, Serhat ÇOLAKOĞLU, Selin Özge DİNÇ
- Impact of out of pocket health expenditure on rice producers’ technical efficiency in South-West Nigeria**  
Cepten sağlık harcamalarının Güneybatı Nijerya’da pirinç üreticilerinin teknik verimliliği üzerindeki etkisi 84-95  
Kazeem Oriyomi ABOABA, Ridwan MUKAİLA, Tohib Oyeyode OBALOLA, Solomon Oladele OLADÉJÍ, Samson Oluwaseyi AFOLAYAN
- Change in protein content of potato tubers grown under different irrigation and nitrogen fertilization conditions during storage**  
Farklı sulama ve azotlu gübreleme koşulları altında yetiştirilen patates yumrusunun depolama sırasında protein içeriği değişimi 96-107  
Mustafa AKKAMIŞ, Sevgi ÇALIŞKAN
- Investigation of control methods with field dodder (*Cuscuta campestris* Yuncker) in broad bean (*Vicia faba* L.) cultivation**  
Bakla (*Vicia faba* L.) yetiştiriciliğinde tarla küskütü (*Cuscuta campestris* Yuncker) ile mücadele yöntemlerinin araştırılması 108-119  
Tamer ÜSTÜNER
- Relationships between somatic cell count and milk amyloid A, electrical conductivity, and pH in Holstein cattle, Red Holstein , Simmental breed milk**  
Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental sığır sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler 120-132  
Mürüvvet KURT, Ali KAYGISIZ
- Comparative analysis of fatty acid profiles, phytochemical and mineral contents of pepper spice types in Türkiye**  
Türkiye’deki biber baharat tiplerinin yağ asidi profilleri, fitokimyasal ve mineral madde içeriklerinin karşılaştırmalı analizi 133-147  
Ümit Haydar EROL, Pınar GÜMÜŞ, Bekir Bülent ARPACI
- Differences in physiological indicators of seed germination in durum wheat cultivars subjected to salinity stress**  
Tuz stresine maruz kalan makarnalık buğday çeşitlerinde tohum çimlenmesinin fizyolojik göstergelerindeki farklılıklar 148-157  
Neslihan DORUK KAHRAMAN, Ali TOPAL



**Araştırma Makalesi / Research Article**

- Analysis of the impact of agricultural credits on agricultural mechanization in Türkiye**  
Türkiye'deki tarımsal kredilerin tarımsal mekanizasyona etkisinin analizi  
Ömer KESKİN 158-167
- The effects of different growing places on budding success and shoot development in fig hybrids**  
İncir melezlerinde aşı başarısı ve sürgün gelişimi üzerine farklı yetiştirme yerlerinin etkileri  
Derya KILIÇ, Oğuzhan ÇALIŞKAN 168-175
- Assessment of leadership effectiveness among the executives and members of farmers' cooperative societies in Osun State, Nigeria: Implication for agricultural development**  
Nijerya'nın Osun Eyaletindeki çiftçi kooperatif birliklerinin yöneticileri ve üyeleri arasındaki liderlik etkinliğinin değerlendirilmesi: Tarımsal kalkınmaya etkisi  
Michael FAMAİNWA, Dorcas Lola ALABİ, Sunday Ismael SALAWU 176-191
- Periodic changes in fruit quality characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) at different altitudes and determination of the optimum harvest period**  
Farklı rakımlarda kivi (Actinidia deliciosa cv. Hayward) meyve kalite özelliklerindeki zamansal değişim ve optimum hasat döneminin belirlenmesi  
Ahmet KARA, Celil TOPLU 192-211
- The first record of *Alternaria alternata* causing shoot drying and dieback in pine trees in Sanliurfa landscape areas in Türkiye**  
Şanlıurfa peyzaj alanlarında çam ağaçlarında sürgün kurumalarına ve geriye doğru ölümlere neden olan *Alternaria alternata* etmeninin Türkiye'deki ilk kaydı  
Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR, Murat DİKİLİTAŞ, Berfin KILINÇ, Eray ŞİMŞEK 212-223
- The effects of altitude and growing season on fruit quality properties in 'Sultan' hawthorn cultivar**  
'Sultan' alıç çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyve kalite özelliklerine etkileri  
Derya KILIÇ, Oğuzhan ÇALIŞKAN, Safder BAYAZIT 224-233
- Determination of the effectiveness of antibiotic addition to nutrient media on mycelial growth during fungicidal activity studies**  
Fungisidal etkinlik çalışmalarında besi ortamlarına antibiyotik eklenmesinin misel gelişimi üzerine etkinliğinin belirlenmesi  
Berfin KILINÇ, Murat DİKİLİTAŞ, Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR 234-241

**Araştırma Makalesi / Research Article**

- Isolation and identification of *Podospora flexuosa* (syn. *Cladorrhinum flexuosum*), a potential biocontrol agent detected in sugar beet cultivation areas in Türkiye**  
Türkiye’de şeker pancarı ekim alanlarından tespit edilen potansiyel biyokontrol ajanı *Podospora flexuosa* (syn. *Cladorrhinum flexuosum*)’nın izolasyonu ve tanımlanması  
Meltem AVAN, Rıza KAYA 242-249
- Consumers’ attitudes toward probiotic dairy products in the post-Covid-19 normalization process**  
Covid-19 sonrası normalleşmede tüketicilerin probiyotik süt ürünlerine yönelik tutumları  
Berrak DELİKANLI KIYAK, İlkay YILMAZ 250-264
- Agricultural crop based water budget model: Seyhan Basin case**  
Tarımsal ürün bazlı su bütçesi modeli: Seyhan Havzası örneği  
Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN, Süha BERBEROĞLU, Mehmet Akif ERDOĞAN 265-280
- Is dual-purpose flax production feasible in the Amik Plain? A preliminary study on cultivar performance and harvesting stage**  
Amik Ovası’nda çift amaçlı keten üretimi yapılabilir mi? Çeşitler ve hasat zamanları üzerine bir araştırma  
Yusuf Ziya AYGÜN, Aysel ARSLAN, Mehmet MERT 281-289

## Mersin ilindeki keçi işletmelerinin hayvan refahı bakımından değerlendirilmesi

Evaluation of goat farms in Mersin province in terms of animal welfare

Ali KAYGISIZ<sup>1</sup>, İsa YILMAZ<sup>2</sup>, Selma CEYLAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

<sup>2</sup>Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim Bölümü, Muş, Türkiye.

<sup>3</sup>Mersin İli Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birliği, Mersin, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 12.05.2023<br/>Accepted / Kabul: 27.08.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Keçi<br/>Refah<br/>İşletme<br/>Sürü yönetimi<br/>Mersin ili</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Goat<br/>Welfare<br/>Farm<br/>Herd management<br/>Mersin province</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Ali KAYGISIZ<br/>alikaiygisiz@ksu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Bu çalışma, Mersin ilinde 20 baş ve üzeri keçiye sahip 120 kişi ile yüz yüze anket yapılarak yürütülmüştür. Sürü yönetimi kapsamında işletmelerde doğuma hazırlık (%70.0), doğum bölmesi kullanımı (%15.8), tırnak bakımı (%5.8) ve koruyucu aşılamaların (%95.8) düzenli olarak yapıldığı belirlenmiştir. Hayvan refahı açısından temel ihtiyaç olarak düşünülen yeterliliklerden; dinlenme alanları, aydınlatma şartları, havalandırma şartları, yemlik alanları ve suluk alanının oranları sırasıyla %91.7, %75.8, %100, %95.8 ve %96.7 olarak belirlenmiştir. Mekanların yeterliliklerinden; oğlak bölmesi, teke bölmesi, revir bölmesi, doğum bölmesi ve sağım bölmesi yeterlilik oranları sırasıyla %64.2, %50.8, %14.2, %11.6 ve %6.7 olarak bulunmuştur. Eklenti kısımlarından; kırım yeri, ayak yıkama havuzu, keçi banyosu, araç banyosu, yükleme rampası ve idare/bakıcı evi varlığı oranları sırasıyla %4.2, %1.7, %1.7, %0.8, %2.5 ve %20.8 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, işletmelerde hayvan refahı açısından temel ihtiyaçların karşılanmasının yeterli olduğu değerlendirilirken, kırım yeri, ayak yıkama havuzu, keçi banyosu, yükleme rampası gibi mekanların da hayvan refahı bakımından gerekliliklerdir. Hayvan refahı ve iklim değişikliği de dikkate alınarak; sürdürülebilir bir keçi yetiştiriciliği ve bu yetiştiriciliğin meslek olarak devamını sağlamak için yetiştirme, barınma, otlatma, hastalıklarla mücadele, hayvan ıslahı ve ırk tercihleri konusunda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>This study was carried out by conducting a face-to-face survey with 120 people with 20 head or more goats in the Mersin province. As herd management, it has been determined that 70.0% of the farms are preparing for birth, 15.8% of the maternity chambers, 5.8% of nail care, and It was determined that 95.8% of preventive vaccinations were done. It was determined that it was done regularly and 4.2% of it was done irregularly. Among the competencies considered as a basic need in terms of animal welfare; Resting areas, lighting conditions, ventilation conditions, feeder areas and drinker area ratios were determined as 91.7%, 75.8%, 100%, 95.8% and 96.7%, respectively. From the adequacy of the venues; The adequacy ratios of kid shed, goat shed, sick animal shed, maternity kennel and milking kennel were found to be 64.2%, 50.8%, 14.2%, 11.6% and 6.7%, respectively. From the add-on parts; Presence of shearing place, foot washing pool, goat bath, vehicle bath, loading ramp and presence of administration/keepers' house were found to be 4.2%, 1.7%, 1.7%, 0.8%, 2.5% and 20.8%, respectively. As a result, while it was determined that it was sufficient to meet the basic needs in terms of animal welfare in the farms, places such as shearing ground, foot washing pool, goat bath, loading ramp are also requirements in terms of animal welfare. Considering animal welfare and climate change; There is a need for more studies on breeding, housing, grazing, fighting diseases, animal breeding and breed preferences in order to ensure a sustainable goat breeding and its continuation as a profession.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>  | <p>Kaygısız, A., Yılmaz, İ., &amp; Ceylan, S. (2024). Mersin ilindeki keçi işletmelerinin hayvan refahı bakımından değerlendirilmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 1-13. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1296386">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1296386</a></p>   |



## GİRİŞ

Tarih boyunca insanlara yoldaş olan keçiler (*Capra hircus*), kırsal alanda yaşamını sürdüren insanların hayvansal kaynaklı gıda ihtiyaçlarının önemli bir kısmını sağlamışlardır (Lu & Miller, 2019). Keçi türünün tahmini olarak 10.000 yıl öncesinde neolitik dönemde Yakın Doğu'da evcilleştirildiği ve buradan kıtalara götürüldüğü kabul edilmektedir (Fernández ve ark., 2006). Keçiler sürü içgüdüsü yüksek hayvanlar olup, sosyal gruplar halinde yaşamayı tercih ederler. Keçiler insanlar ile ilişki kurmaktan hoşlanırlar ve bunu sıklıkla göstermeye çalışırlar (Koyuncu & Öziş Altınçekiç, 2010). Et, süt ve diğer hayvansal ürünlerin elde edildiği keçiler, kalitesi düşük mera, fundalık ve çalılık alanları iyi değerlendirmeleri ile bilinirler (Günlü & Alaşahan, 2010). Türkiye de 2023 yılına ait mevcut küçükbaş sayısı 56 266 000 baş olup keçi sayısı (11 578 000 baş), küçükbaş hayvanların %20.58'ini oluşturmaktadır (TÜİK, 2023).

Birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye'de de keçiler, ticari faaliyetin yanısıra, aile içi et ve süt ihtiyacının karşılanması amacıyla da yetiştirilen bir çiftlik hayvan türüdür (Anitaş ve ark., 2017). Sütünün insan sağlığı açısından faydalı içeriğe sahip olması ve hekimler tarafından tüketiminin tavsiye edilmesi gibi faktörler keçi sütünün tercihinde etkili olmaktadır (Skoufos ve ark., 2016; Tapkı, 2021). Peynir üretiminde çoğunlukla inek sütü kullanılsa da, son dönemlerde özellikle keçi sütünün insan sağlığı açısından sahip olduğu özelliklerinin farkına varılması, keçi peynirine olan ilgiyi artırmıştır (Çayır & Güzeler, 2020). Keçi ürünlerine artan talep ile birlikte de tüketicilerin zihninde, keçilerden ürün elde edilirken, hayvan refahına uyulup uyulmadığı konusunda cevabı merak edilen birçok soru söz konusu olmuştur (Koyuncu & Öziş Altınçekiç, 2010). Çünkü hayvan refahı, yüksek kaliteli ve sağlıklı çiftlik hayvanı yetiştiriciliğinin ön koşulu olup, yüksek refah standartları altında yetiştirilen hayvanlardan elde edilen ürünlerin kalitesinin de yüksek olduğu bilinmektedir (Işık & Erzurum, 2023).

Hayvan refahının önemli göstergelerinden birisi de, hayvanın doğası ve türüne özgü özellikleri itibarıyla istediği davranışları rahat bir şekilde sergileyebilmesidir (Savaş ve ark., 2010). Refah bir hayvanın davranış ve fizyolojisi kadar onun duygularını ve sağlığını da kapsamakta olup, refah seviyesi iyiden kötüye doğru değişim göstermektedir (Koyuncu & Öziş Altınçekiç, 2010). Bu nedenle hayvansal ürünler için yetiştirilen hayvanların refahı ile ilgili geniş bir uluslararası tartışma da vardır (Bracke, 2009). Yapılan bilimsel çalışmalarda pek çok bilim insanı, hayvan refahına uyularak elde edilen hayvansal ürünlerin tüketiciler tarafından daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir (Ortega ve ark., 2016). Bu yüzden hayvan refahı, hayvansal bazlı ürünlerin kalitesini artırırken, aynı zamanda tüketicilerin etik ve ahlaki olarak olmasını istedikleri şartlarında yerine getirileceği düşünülmektedir (Liang ve ark., 2022).

Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (WOAH, 2023) tarafından hayvan refahının bilimsel, etik, ekonomik, kültürel, sosyal, dini ve politik boyutları olan karmaşık ve çok yönlü bir konu olduğu ve sivil toplumdaki giderek artan bir ilgi gördüğü bildirilmiştir (WOAH, 2023). Bununla birlikte WOAH'ın (2023) Kara Hayvanları Yasası'na göre hayvan refahının, "bir hayvanın yaşadığı ve öldüğü koşullarla ilgili olarak fiziksel ve zihinsel durumu" anlamına geldiği ifade edilmiştir.

Yapılan bir çok çalışma, hayvan refahının yalnız hayvanın büyüme ve sağlığı ilgili değil, aynı zamanda elde edilen ürünlerin kalitesi üzerine de olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Phillips ve ark., 2010; Bitzios ve ark., 2011). Hayvanların yaşam ortamları, fizyolojik ve davranışsal alışkanlıklarına göre değiştirilmesi, hayvanlarda stresini azaltmakla birlikte; tüketiciler için ciddi sağlık tehlikeleri oluşturan pestisitlerin, yem katkı maddelerinin ve ilaçların kullanımını da azaltmaktadır (Liang ve ark., 2022).

Bu çalışmanın amacı, Mersin ilinde keçi yetiştiriciliği yapılan işletmelerde yetiştiricilik ve keçi ürünleri üretimi sırasında hayvan refahı gerekliliklerine uyulup uyulmadığının tespit edilmesi ve çalışma sonuçlarına dayalı olarak hayvan refahının artırılması konusunda önerilerde bulunmaktır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmanın materyalini Mersin ilinde keçi yetiştiriciliği yapan 20 baş ve üzeri hayvana sahip 120 keçi işletmeleri oluşturmuştur. Bu amaçla 120 yetiştirici ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

### Örnek büyüklüğünün tespiti

Anket yönteminde tam sayım ile elde edilen veriler daha doğru sonuçlar yansıtır. Popülasyonun küçük ve bilgi eldesi kolay ise tam sayım yapılmalıdır (Çiçek & Erkan, 1996; Yamane, 2010). Aksi durum söz konusu ise, örneklem yöntemini seçmek daha doğru olur. Bu nedenle toplam işletme sayısını gösteren N (popülasyon büyüklüğü) biliniyorken, ayrıntılı bilgilere ulaşamıyor ise (standart sapma ve varyans değerleri bilinmiyor) Basit Tesadüfü Örneklem Yöntemi kullanılabilir (Yamane, 2010). Bu çalışmada söz konusu Eşitlik 1’de verilen formül kullanılarak örneklem büyüklüğü belirlenmiştir. Bu yöntem Topçu ve ark. (2012), Karadaş ve ark. (2015 & 2018) tarafından da hayvancılıkla ilgili çalışmalarda kullanılmıştır.

Araştırmanın yapıldığı Mersin ilinde 2 990 adet keçi işletmesi mevcut mevcuttur (Aydoğan, 2019). Bu işletmelerden belirlenen örnek büyüklüğü kadar, 20 baş ve üzeri keçi varlığına sahip işletme çalışmaya dahil edilmiştir.

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

n= Örnek büyüklüğü

N= İşletme sayısı

D= Kabul edilen veya arzu edilen örneklem hatası

t= Tablo değeri

p= Hesaplanması istenen oran

q=1-p

$$n = \frac{2990 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{((2990 - 1) \times 0,1^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5)}$$

Örneklem sayısı 93 adet tespit edilmiş olup, örneklem hatalarını en aza indirmek için bu büyüklüğün %30 fazlası çalışmaya dahil edilerek 120 işletmeye tamamlanmıştır.

### Verilerin analizi

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde, IBM SPSS İstatistik 20.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS, 2011). Verilerin değerlendirilmesi yüzdeler ve ortalamalar şeklinde değerlendirme yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Mersin ilinde keçi yetiştiricilerinin demografik özellikleri ve sahip oldukları varlıklara ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1’te verilmiştir. Yetiştiricilerin eğitim durumları incelendiğinde; sadece %8.4’ünün diplomasız ancak okur-yazar olduğu, diğer yetiştiricilerin tamamının bir diploma derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin %2.5’inin üniversite mezunu olması dikkat çekici bulunmuştur (Çizelge 1). Daha önce yapılan çalışmalarda, Bilginturan ve Ayhan (2008) Burdur ilinde keçi üreticilerinin %97.50’sinin ilkokul ve %2.50’sinin de lise mezunu olduğunu, Acar ve Ayhan (2012) Burdur ilinde keçicilik yapanların %75.76’sinin ilkokul, %14.55’inin ortaokul, %7.27’sinin ise lise mezunu olduğunu, Elmaz ve ark. (2014) ise keçi yetiştiricilerinin %77.2 oranıyla ilkokul mezunu olduklarını, Kızıloğlu ve Karakaya (2023) Bingöl ilinde küçükbaş hayvan işletmesi sahiplerinin %49.7’sinin ilkokul, % 13.4’ünün lise, %5.0’inin yüksek okul, %9.3’ünün okuryazar olmadığını, Ceyhan ve ark. (2015)’nin da Niğde ili keçicilik işletmelerinde

işletme sahiplerinin %89,5'inin ilkokul, %5.3'ünün ortaokul ve %5.3'ünün'de lise mezunu olduğunu, Örnek (2018) ise Gaziantep ilinde keçi üreticilerinin %77.0'sinin ilkokul mezunu olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Yetiştiricilerin demografik özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Table 1. Descriptive statistics of breeders' demographics features

| İncelenen Özellikler                         | Alt gruplar          | n   |       | İncelenen Özellikler              | Alt gruplar          | n   |       |
|--|----------------------|-----|-------|-----------------------------------|----------------------|-----|-------|
|  |                      | 120 | 100.0 |                                   |                      | 120 | 100.0 |
| Yetiştiricinin<br>Tahsil durumu              | Okur-Yazar           | 10  | 8.4   | İşletmelerde<br>bulunan<br>ırklar | Kıl keçisi           | 114 | 95.0  |
|  | İlkokul              | 73  | 60.8  |                                   | Kıl keçisi+Honamlı   | 2   | 1.7   |
|  | Ortaokul             | 25  | 20.8  |                                   | Honamlı              | 2   | 1.7   |
|  | Lise                 | 9   | 7.5   |                                   | Saanen+Honamlı       | 1   | 0.8   |
|  | Üniversite           | 3   | 2.5   |                                   | Saanen+Honamlı+Alpin | 1   | 0.8   |
| Yetiştiricinin yaşı (yıl)                    | 21-40                | 34  | 28.3  | Keçi sürüsü büyüklüğü<br>(baş)    | 20-50                | 2   | 1.7   |
|  | 41-60                | 72  | 60.0  |                                   | 51-100               | 13  | 10.8  |
|  | >61                  | 14  | 11.7  |                                   | 101-200              | 44  | 36.7  |
| Yetiştiricinin<br>mesleği                    | Çiftçi               | 117 | 97.5  | Keçi sürüsü büyüklüğü<br>(baş)    | 201-300              | 43  | 35.8  |
|  | Serbest              | 3   | 2.5   |                                   | 301-400              | 15  | 12.5  |
| Keçi yetiştiriciliğini<br>yapma nedeni       | Ana geçim<br>kaynağı | 90  | 75.0  | Keçi sürüsü büyüklüğü<br>(baş)    | 401-500              | 2   | 1.7   |
|  | Ek gelir için        | 30  | 25.0  |                                   | >500                 | 1   | 0.8   |
| Keçi yetiştiriciliğini<br>Yapma süresi (yıl) | 1-10                 | 21  | 17.5  | İşletme arazi varlığı<br>(dekar)  | Yok                  | 35  | 29.2  |
|  | 11-20                | 28  | 23.3  |                                   | 1-50                 | 50  | 41.6  |
|  | 21-30                | 39  | 32.5  |                                   | 51-100               | 27  | 22.5  |
|  | >31                  | 32  | 26.7  |                                   | > 101                | 8   | 6.7   |
| Keçi sürüsünü edinme<br>şekli                | Aileden kalma        | 97  | 80.8  | Ağıl (barınak) tipi               | Açık                 | 110 | 91.7  |
|  | Satın alma           | 23  | 19.2  |                                   | Yarı açık            | 3   | 2.5   |
|  |                      |     |       |                                   | Kapalı               | 7   | 5.8   |

Yetiştiricilerden elde edilen verilere göre yaş ortalamalarının 46.8 yıl olduğu belirlenmiştir. Yetiştiricilerin %28.30'ü 21-40 yaş grubunda, %60.0'ı 41-60 yaş grubunda ve %11.7'si ise 61 ve üzeri yaş grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda keçi yetiştiricilerinin yaş ortalaması Isparta ilinde 44.45 yıl (Acar & Ayhan, 2012), Mersin ilinde 44.6 yıl (Aydoğan, 2019), Van ilinde 48.75 yıl (Yıldız, 2011), Burdur ilinde 50.30 yıl (Bilginturan & Ayhan, 2008) ve Antalya, Isparta ve Burdur illerini kapsayan bir çalışmada ise keçi yetiştiricilerinin %81.1'inin 40 yıl ve üstünde olduğunu bildirilmiştir (Tolunay ve ark., 2018). Bu çalışmada, keçi yetiştiricilerinin yaş dağılımının normal dağılışı göstermesi ve gençlerin hayvancılığa olan ilgisinin yüksek olması olumlu bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Yetiştiricilerin meslekleri ile ilgili sorulan soruya %97.5'si asıl mesleğinin çiftçilik ve bunlardan %75'i ise ana geçim kaynağının keçi yetiştiriciliği olduğunu ifade etmişlerdir (Çizelge 1). Büyük sürüler halinde yapılan keçiciliğin genellikle göçer ailelerin geçim kaynağı olduğu bilgisi Aydoğan (2019) tarafından bildirilen durum ile uyumlu bulunmuştur. Gündüz ve Yüceer Özkul (2017) tarafından Mersin ilinde yetiştiriciliğin göçer şekilde yapıldığı, bu kapsamda, kışın daha çok merkez köylerde barındırılırken sürülerin, havalının ısınmasıyla Toros dağlarının eteklerindeki yaylalara götürüldüğünü bildirmişlerdir.

Yetiştiricilerin keçi yetiştiricilik yapma süresinin işletmelerin %17.5'inde 10 yıl ve daha az (n=21), %82.5'inde ise 11 yıl ve üzeri (n=99) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Konu ile ilgili Bilginturan ve Ayhan (2008) Burdur ilinde yetiştiricilik yapılma süresini ortalama 50.30 yıl olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, yetiştiricilerin sahip oldukları keçi sürülerinin %80.8'i (n=97) aileden ve %19.2'i (n=23) ise keçileri satın alma yoluyla temin edildikleri belirlenmiştir. Bu durum, keçi yetiştiriciliğinin

sürdürülebilirliği ve bir meslek olarak kabul edilmesi anlamında olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Yetiştiricilerin sahip oldukları sürü büyüklüğü ve keçi ırkı incelendiğinde (Çizelge 1), yetiştirilen keçilerin %95.0'inin (n=114) kıl keçisi olduğu, sürü büyüklüğü olarak %85'inin (n=102) 100 ila 400 baş arasında değiştiği belirlenmiştir. Sürülerin büyük çoğunluğunun 100 baş üzeri kapasiteye sahip olması keçi yetiştiriciliğinin önemsenerek yapıldığını ve asıl iş olarak görüldüğünün diğer bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda işletmelerin sahip olduğu ortalama keçi sayısı Burdur ilinde 117.9 baş (Elmaz ve ark., 2014) ve 119.23 baş (Bilginturan & Ayhan, 2008), Isparta ilinde ise 154.46 baş (Acar & Ayhan, 2012) olarak bildirilmiştir. İşletmelerde bulunan keçi ırkı ile ilgili olarak, Bilginturan ve Ayhan (2008) Burdur ilinde %100'ünün kıl keçisi, Acar ve Ayhan (2012) ise Isparta ilinde %98.78 kıl keçisi ve %1.22 Saanen melezi olduğunu bildirmişlerdir.

Yetiştiricilerin arazi varlığı incelendiğinde %70.8'inin 1 ila 100 dekar arasında değişen arazi sahip olduğu, %29.2'sinin (n=35) ise herhangi bir arazi varlığı olmaksızın keçi yetiştiriciliği yaptığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda ortalama arazi büyüklüğü Burdur ilinde 40.31 da (Bilginturan & Ayhan, 2008), Isparta ilinde ise işletme sahiplerinin %73.33'unun arazisinin olmadığı ve %23.64'unun da otlatma için arazi kiraladıkları bildirilmiştir (Acar & Ayhan, 2012). Tolunay ve ark. (2018) keçi yetiştiricilerinin %43.1'inin kendine ait arazilere sahip olduğunu, kalan kısmının ise orman içi ve kenarında uygun görülen arazilerde bu mesleği sürdürdüğünü bildirmişlerdir.

İşletmelerdeki barınak tipleri değerlendirildiğinde, işletmelerin %91.7'i (n=110) açık tip barınak, %5.8'inin (n=7) kapalı tip barınak ve %2.5'inin (n=3) yarı açık tip barınak kullandığı belirlenmiştir. Açıkta barındırılan hayvanların fizyolojik ve davranışsal fonksiyonlarını en iyi şekilde yerine getirdikleri ve hareket etme özgürlüğü içinde oldukları bildirilmiştir (Işık & Erzurum, 2023). Bu itibarla açık tip barınakların hayvan refahı açısından daha uygun olduğu görülmektedir. Yürütülen benzer çalışmalarda, Burdur ilinde barınakların %65'i kapalı, %32.5'i nin ise sundurmali (Bilginturan & Ayhan, 2008), Isparta ilinde ise barınakların %76.97'si yarı açık, %20.00'si kapalı ağıl (Acar & Ayhan, 2012), Bingöl ilinde ise küçükbaş hayvan barınaklarının %86.6'sının kapalı ağıl şeklinde olduğu (Kızıloğlu & Karakaya, 2023) bildirilmiştir. Sonuç itibarıyla, Mersin ilinde keçi barınaklarının büyük bir kısmının hayvan refahı açısından çalışma yapılan illerle karşılaştırıldığında daha uygun olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada keçi yetiştiricilerinin otlatma ve mera kullanımı ile ilgili uygulamaları hakkında anket sorularına verdikleri cevaplara ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2'de verilmiştir. Yetiştiricilerin keçileri otlatmak için kullandıkları mera mülkiyeti incelendiğinde yetiştiricilerin %97.5'inin (n=117) köy ortak merasını kullandıkları, %2.5'inin (n=3) ise özel mülkiyet meraya sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yetiştiricilerin mera kullanımına ait tanımlayıcı istatistikler

Table 2. Descriptive statistics on pasture use by breeders

| İncelenen Özellikler           | Alt gruplar    | N   |       | İncelenen Özellikler               | Alt gruplar       | n    |       |
|--------------------------------|----------------|-----|-------|------------------------------------|-------------------|------|-------|
|                                |                | 120 | 100.0 |                                    |                   | 120  | 100.0 |
| Mera mülkiyeti                 | Köy ortak malı | 117 | 97.5  | Kışın meraya çıkma                 | Evet              | 78   | 65.0  |
|                                | Özel mülkiyet  | 3   | 2.5   |                                    | Hayır             | 42   | 35.0  |
| Otlatma şekli                  | Köy ortak malı | 66  | 55.0  | Yavruları ana ile birlikte otlatma | Evet              | 30   | 25.0  |
|                                | Özel Mera      | 3   | 2.5   |                                    | Hayır             | 90   | 75.0  |
|                                | Mera+ Yayla    | 51  | 42.5  | Anasız yavruları besleme yöntemi   | Biberonla besleme | 48   | 40.0  |
| Mera dönüşü ek yemleme         | Evet           | 84  | 70.0  |                                    | Yakma             | 47   | 39.2  |
|                                | Hayır          | 36  | 30.0  | Biberon + Yakma                    | 25                | 20.8 |       |
| Meradan yararlanma süresi (ay) | < 4            | 5   | 4.2   | Günlük merada kalma Süresi (saat)  | < 8               | 11   | 9.2   |
|                                | 5-8            | 33  | 27.5  |                                    | 8-12              | 105  | 87.5  |
|                                | 9-12           | 82  | 68.3  |                                    | > 12              | 4    | 3.3   |

Yine bu çalışmada yetiştiricilerin keçileri beslemek için %55.0 (n=66) oranında köy ortak malını kullandıkları, %42.5'inin (n=51) Mera+Yayla, %2.5'inin (n=3) ise özel mülkiyete sahip meraları kullandıkları belirlenmiştir. Mera dönüşü hayvanlara ek yemleme yaptığını ifade eden yetiştiricilerin oranı %70.0 (n=84) olup, %30.0'u (n=36) ise ek yemleme yapmadıklarını ifade etmişlerdir (Çizelge 2). Konu ile ilgili Gaziantep ilinde yapılan çalışmada (Örnek, 2018) keçi yetiştiricilerinin %67'sinin mera imkânlarına sahip olduğu, %29.7'sinin olmadığı, yetiştiricilerin %81.9 mera olarak orman ve tarla kenarlarını kullandıkları belirlenmiştir. Aydın (2017) tarafından Muğla ilinde yürütülen çalışmada mera varlığı bakımından işletmelerin %24'ünün kendi mülkiyeti olduğu, %32'sinin köy ortak merasını kullandıklarını, %36'sının orman ve tarla kenarlarını mera olarak değerlendirdikleri ve %8'inin ise mera imkânına sahip olmalarını bildirilmiştir.

Meralardan yararlanma süresi olarak yetiştiricilerin %27.5'inin (n=33) 5-8 ay, %68.3'ünün (n=82) 9-12 ay olduğu belirlenmiştir. Hayvanların günlük merada kalma sürelerini ise çoğunlukla 8-12 saat (n=105, %87.2) olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte işletme sahiplerinin %65.0'i (n=78) keçilerin otlatılmak üzere kış aylarında meraya çıkarıldıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 2).

Konu ile ilgili Soydiç (2020) tarafından yapılan çalışmada Antalya ilindeki keçi işletmelerinde, keçilerin gün içerisinde merada kalma süresi olarak 8 saatten az tutan işletme oranını %7.37, 8-12 saat aralığında merada tutan işletme oranını %52.63 ve 12 saatten fazla merada tutan işletme oranı ise %40.00 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada, gün içerisinde hayvanların merada tutulma süresi 8 saatten fazla olup, bu işletmelerin oranı %90.8 dir. Bu durum keçi yetiştiriciliğinde mera kullanımının ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

Oğlakların ana ile otlatılması işletmelerin %25.0'in de uygulanırken, işletmelerin %75.0'inde oğlaklar analarından ayrı olarak otlatılmaktadır. Konu ile ilgili yaptığı çalışmada Soydiç (2020) Antalya ilinde keçi yetiştiren işletmelerinin %7.37'sinde oğlakların anaları ile birlikte otlatıldığını bildirmiştir.

Bununla birlikte yetiştiricilerin anasız yavruları besleme yöntemi; biberonla besleme, yakma ve biberon + yakma oranları sırasıyla %40.0 (n=48), %39.2 (n=47) ve %20.8 (n=25) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Taşkın ve ark. (2017) anası ölen oğlakların %91.3'ünün başka bir ana ile (yakma) beslendiğini bildirmişlerdir. Soydiç (2020) ise Antalya ili keçicilik işletmelerinde anası ölen ya da annesi tarafından kabul edilmeyen oğlakların %76.84'ünün biberonla beslendiğini, %23.16'sının ise anaya oğlağı yakma işlemi yapıldığını bildirmiştir.

İşletmelerde hayvan kayıplarına sebep olan faktörler için yetiştiricilerin anket sorularına verdikleri cevaplar doğrultusunda elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

İşletmelerin %40.0 (n=48)'ında yeni doğan/emiştirme döneminde oğlak ölümünün olduğu belirlenmiştir. Yavru ölümlerinin sebeplerini yetiştiricilerin %63.4'ü (n=76) ishalden kaynaklandığını, %34.2'si (n=41) diğer sebeplerden, %2.4'inin (n=3) ise sıcak-soğuk şokundan kaynaklandığını ifade etmişlerdir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İşletmelerde hayvan kayıpları, sebepleri ve kusurlara ait tanımlayıcı istatistikler

Table 3. Descriptive statistics of animal losses, causes and defects in farms

| İncelenen Özellikler                     | Alt gruplar      | n   | %     | İncelenen Özellikler      | Alt gruplar     | n   | %     |
|--|------------------|-----|-------|---------------------------|-----------------|-----|-------|
|  |                  | 120 | 100.0 |                           |                 | 120 | 100.0 |
| Doğum-Sütten kesim dönemi oğlak ölümleri | Evet             | 48  | 40.0  | Topallık problemi         | Evet            | 33  | 27.5  |
|  | Hayır            | 72  | 60.0  |                           | Hayır           | 87  | 72.5  |
| Oğlak ölüm sebepleri                     | Sıcak-soğuk şoku | 3   | 2.4   | Meme anormalliği          | Evet            | 27  | 22.5  |
|  | İshal            | 76  | 63.4  |                           | Hayır           | 93  | 77.5  |
|  | Diğer            | 41  | 34.2  |                           | Asimetri        | 100 | 83.4  |
| Yabani hayvan saldırısı                  | Evet             | 93  | 77.5  | Meme anormallik sebepleri | Kör-sarkık meme | 19  | 15.8  |
|  | Hayır            | 27  | 22.5  |                           | Fazla meme başı | 1   | 0.8   |



Taşkın ve ark. (2017) işletmelerin %54.7'sinde emiştirme döneminde yavru ölümlerine rastlandığını bildirmişlerdir. Diğer yandan, kıl keçi sürülerinde süttten kesime kadarki dönemde yaşama gücü oranı, Konya ilinde %80.67 (Tekin & Ögeç 2017), Elazığ ilinde % 82.5 (Şimşek & Bayraktar, 2006); Amasya ilinde %83.2 (Tozlu Çelik & Olfaz, 2018), Karaman ilinde %89.3 (Tekin & Arlı, 2019) olarak bildirilmiştir. Bu araştırma bulgularına benzer olarak, süttten kesim öncesi dönemde oğlak ölümlerinin büyük bir kısmının ishallerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Awemu ve ark., 1999; Ameh ve ark., 2000; Marai ve ark., 2002; Kumar ve ark., 2003; Kritas ve ark., 2003; Şimşek ve Bayraktar, 2006). Bu çalışmada emiştirme döneminde yavru ölümü görülen işletme sayısı oranı yüksek bulunmuş olup, yavru ölümü görülen işletme sayısının azaltılması için, yavru ölümüne yol açan nedenler ile ilgili daha kapsamlı bilimsel çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde başarıyı etkileyen önemli faktörlerden biri de yabancı hayvanların saldırılarından kaynaklanan ölümleri azaltmaktır (Taşkın ve ark. 2011). Bu çalışmada keçilerde yaralanma ve kayıplara sebep olan yabancı hayvan saldırıları da sıklıkla meydana gelen problemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (%77.5, n=93). Konu ile ilgili Taşkın ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada keçilik işletmelerinde %30.34 oranında yabancı hayvan saldırısına rastlandığını bildirmişlerdir. ABD'de yapılan bir çalışmada ise, çiftlik hayvanları ölüm nedenleri içinde yabancı hayvanlardan kaynaklanan ölüm oranı %34'dür. Yüzde 34'ün içinde de ilk sırayı çakallar alırken, bunu sırasıyla yaban köpekleri, vaşak ve diğerleri izlemiştir (Browns ve ark., 1997; McNeal, 2023).

Bu çalışmada da keçi sürülerinin yabancı hayvan saldırılarına karşı korunması açısından yetiştiricilerin ve çobanların bilinçlendirilmesi (barındırma, merda sürü yönetimi, çoban köpeği kullanımı v.b.) ile ilgili çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Otlatılan keçilerin, refahları konusunda karşı karşıya kaldıkları önemli problemlerden birisi de topallık olup, topallığı önlemek için hayvanlara temiz ve yumuşak barınak zemini sağlanması yanında, yeterli hareket imkânı ve düzenli ayak bakımını yapılmalıdır (Işık & Erzurum, 2023). Bu çalışmada keçi sürülerinin %27.5'inde (n=33) topallık problemi yaşandığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Gül ve Örnek (2019) tarafından Gaziantep ili keçilik işletmelerinde %14.1 oranında ayak problemine rastlandığını bildirmişlerdir.

Keçi sürülerinde "meme anormalliği var" diyen yetiştiricilerin oranı %22.5 (n=27) olarak belirlenmiştir. Yine sürülerde meme anormallikleri incelendiğinde, Asimetrik meme olarak niteleyen işletmelerin oranı %83.4 (n=100), kör-sarkık meme olarak niteleyen işletmelerin oranı %15.8 (n=19), anormalliğin fazla meme başından kaynaklandığını ifade eden yetiştiricilerin oranı ise %0.8 (n=1) olarak belirlenmiştir. Soydinç (2020) Antalya ili keçi işletmelerinde meme anormalliği görülme oranının %66.32 olduğunu bildirmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlardan hakeketle meme ile sorunların daha çok memenin tip özelliklerinden kaynaklandığı, bu yüzden keçi sürülerinde meme tip özelliklerine göre seleksiyon çalışmasının yürütülmesine ve meme hastalıkları ve korunma yöntemleri konularında yetiştiricilerin ve bakıcıların bilinçlendirilmesine ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

İşletmelerde uygulanan idari işler yetiştiricilerin verdikleri cevaplara göre değerlendirilmiş olup, Çizelge 4'te verilmiştir. İşletmelerin %70.0'inde (n=84) doğumu yaklaşan hayvanlar için hazırlık yapıldığı ve bu hayvanların %15.8'ine (n=19) doğum bölmesinde doğum yaptırıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu bağlamda Taşkın ve ark (2017) tarafından yapılan çalışmada İzmir, Çanakkale ve Balıkesir illerinde doğuma hazırlık yapan işletmelerin oranı %55.13 ve doğum bölmesi bulunan işletmelerin oranı ise %58.55 olarak bildirilmiştir. Yine bu çalışmada doğumun akabinde işletmelerin %32.5'inde (n=39) göbek kordonu bakımı yapıldığı ve işletmelerin %99.2'sinde yavrulara ağız sütü verildiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Soydinç (2020) işletmelerin %73.68'inde göbek kordonu bakımı yapıldığını ve %98.95'inde ise ağız sütü içirildiğini bildirmiştir. Doğum sonrası yavru zarlarının imhası ile ilgili olarak toprağa gömen, köpeğe veren ve çöpe atan işletmelerin oranları sırasıyla, %7.5 (n=9), %38.3 (n=46) ve %54.2 (n=65) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Antalya ilinde yapılan çalışmada aynı sırayla yavru zarlarının imhası %16.84, %45.26 ve %37.90 olarak bildirilmiştir (Soydinç, 2020). İşletmelerde parazit mücadelesi yapılmaya uygulamalarına ait yetiştiricilerin verdikleri bilgiler değerlendirildiğinde ise; işletmelerin tamamında iç parazit ve dış parazit mücadelesi

yapıldığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Benzer olarak Soydiç (2020) Antalya ilinde keçi yetiştiren işletmelerde işletmelerin tamamında parazitlerle mücadele yapıldığını bildirmiştir.

#### Çizelge 4. İşletmede idari işlere ait tanımlayıcı istatistikler

Table 4. Descriptive statistics of administrative affairs in the farms

| İncelenen Özellikler           | Alt gruplar   | n   |       | %                                |                                 | İncelenen Özellikler | Alt gruplar | n                      |                  | %    |      |
|--------------------------------|---------------|-----|-------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------|------------------------|------------------|------|------|
|                                |               | 120 | 100.0 | 120                              | 100.0                           |                      |             | 120                    | 100.0            |      |      |
| Doğuma hazırlık                | Evet          | 84  | 70.0  | Düzenli tırnak bakımı            | Var                             | 7                    | 5.8         | Gübre temizlik sıklığı | Günlük           | 14   | 11.7 |
|                                | Hayır         | 36  | 30.0  |                                  | Yok                             | 113                  | 94.2        |                        | Haftalık         | 99   | 82.5 |
| Doğum bölmesi kullanımı        | Evet          | 19  | 15.8  | Gübre değerlendirme              | Pazarlama                       | 103                  | 85.8        | Gübre toplama          | İşletme içinde   | 17   | 14.2 |
|                                | Hayır         | 101 | 84.2  |                                  | İşletme dışında                 | 91                   | 75.8        |                        | Kürek/El arabası | 120  | 100  |
| Göbek Bakımı                   | Evet          | 39  | 32.5  | Gübre depolama                   | Traktör sıyırıcı                | 0                    | 0           | İç parazit mücadelesi  | Var              | 120  | 100  |
|                                | Hayır         | 81  | 67.5  |                                  | İşletme içinde                  | 29                   | 24.2        |                        | Yok              | 0    | 0    |
| Yavru zararını imha yöntemi    | Toprağa gömme | 9   | 7.5   | Resmi aşı düzenli yapılma durumu | Düzenli                         | 115                  | 95.8        | Dış parazit mücadelesi | Var              | 120  | 100  |
|                                | Köpeğe verme  | 46  | 38.3  |                                  | Düzensiz                        | 5                    | 4.2         |                        | Yok              | 0    | 0    |
|                                | Çöpe atma     | 65  | 54.2  |                                  | Özel aşı düzenli yapılma durumu | Düzenli              | 101         |                        |                  | 84.2 |      |
| Yavruları ağız sütüyle besleme | Evet          | 119 | 99.2  | Düzensiz                         | Düzensiz                        | 19                   | 15.8        |                        | Yok              | 0    | 0    |
|                                | Hayır         | 1   | 0.8   |                                  |                                 |                      |             |                        |                  |      |      |

Yetiştiricilere keçilerine düzenli olarak tırnak bakımı yapıp yapmadıkları sorulmuş ve elde edilen cevaplara göre işletmelerin %94.2'i (n=113) düzenli tırnak bakımı yapmadıklarını ve %5.8'inde (n=7) ise düzenli olarak tırnak bakımı yaptıklarını ifade etmişlerdir. Antalya ilinde benzer olarak Soydiç (2020) işletmelerin %90.53'ünde düzenli tırnak bakımının yapılmadığını ve %9.47'inde ise düzenli tırnak bakımının yapıldığını bildirmiştir. Bu çalışmada tırnak bakımını yapan işletme oranının çok düşük olduğu bulunmuştur. Bu oranın artırılmasının hayvan refahına, sağlığına ve verimine katkı sağlayacağı beklenen bir sonuçtur. Bu konu ile ilgili olarak yetiştiricilerin ve çobanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

İşletmelerde uygulanan gübre yönetimi hakkında yetiştiriciler, temizliğinin tüm işletmelerde yapıldığını ve gübrenin kürek ve el arabası ile taşındığını ifade etmişlerdir. Soydiç (2020) ise işletmelerin %73.69'unda kürek ve el arabası ile, %25.26'ında traktör sıyırıcısıyla gübre temizliği yapıldığını bildirmiştir.

Bu çalışmada işletmelerde gübre temizlik sıklığının büyük çoğunluğunun (%82.5, n=99) haftalık yapıldığı, elde edilen gübrelerin işletmelerin %85.8'inde (n=103) pazarlandığı ve %75.8'inde (n=91) gübrelerin işletme dışında depolandığı belirlenmiştir. Konu ile ilgili Soydiç (2020) işletmelerde gübre temizleme sıklığının genellikle haftalık olduğunu (%74.74), günlük ve aylık yapanların oranını ise eşit olduğunu (%12.63) bildirmiştir. Aynı çalışmada gübre depolama yerinin işletme dışında (%84.21), %8.42'inde barınak içerisinde ve %7.37'sinde gübre deposunda toplandığı ifade edilmiştir. Ayrıca işletmelerde gübrelerin %67.37 oranında satıldığı ve %32.63'ünde ise kendi işletmelerindeki arazilerde kullanıldığı ifade edilmiştir.

Bu çalışmada işletme sahiplerinin hayvanlara resmi olarak zorunlu aşılardan düzenli olarak uygulandığını ifade edenlerin oranı %95.8 olarak belirlenmiştir. Yetiştiriciler özel yapılması gereken aşılardan %84.2 oranında düzenli, %15.8'inde (n=19) ise rasgele yaptıklarını bildirmişlerdir. Soydiç (2020) tarafından yapılan çalışmada Antalya ili keçi işletmelerinin %98.18'inde, Demirhan ve Erdem (2019) Uşak ili keçilik işletmelerinin %81.8'inde keçilere düzenli aşı yapıldığını bildirmişlerdir.

İşletmelerde çoban istihdamı için yetiştiricilerin verdikleri cevaplar (n=120 işletme sahibi) doğrultusunda Çizelge 5'te verilmiştir. Yetiştiricilerin 14'ü (%11.7) çoban istihdam ettiklerini, 106'sı ise (%88.3) hayvanlarına kendilerinin baktıklarını ifade etmişlerdir. Yetiştiriciler çobanların sayısını tek kişi (n=14) olarak ve ortak olarak istihdam ettiklerini beyan etmişlerdir. Bu araştırma bulgularına benzer olarak, çoban ihtiyacını aile içinde temin eden işletme oranları Uşak ilinde, Demirhan ve Erdem (2019) tarafından % 93.2, Manisa ve İzmir illerine Taşkın ve ark. (2010) tarafından %90 ve üzeri, Acar ve Ayhan (2012) tarafından Isparta ili işletmelerinde %93.94 olarak bildirilmiş olup bu araştırmada tespit edilen 'işletmelerin %88.3'si çobanı kendi ailesinden temini' bulguları ile kısmen paralellik gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 5. İşletmede çoban istihdamına ait tanımlayıcı istatistikler

Table 5. Descriptive statistics on the use of shepherds in the farms

| İncelenen Özellikler | Alt gruplar | n         | %            |
|----------------------|-------------|-----------|--------------|
|                      |             | <b>14</b> | <b>100.0</b> |
| Çoban                | Daimi       | 10        | 71.4         |
| çalıştırma şekli     | Geçici      | 4         | 28.6         |
| Çoban ücretlendirme  | Aylık       | 9         | 64.3         |
| Şekli                | Dönemlik    | 5         | 35.7         |

İstihdam edilen çobanların %71.4'ünün daimi (n=10), %28.6'sının (n=4) ise geçici olduğu belirlenmiş olup, istihdam edilen çobanların %64.3'ünün (n=9) aylık olarak ve %35.7'sinin ise (n=5) dönemlik olarak ücretlendirildikleri tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Bu çalışmada çoban istihdamının düşük sayıda olduğu tespit edilmiş olup, Türkiye de hayvancılık işletmelerinde çalıştırılmak üzere tecrübeli ve eğitilmiş çoban bulmanın zor olduğu genel bir sorun olarak bilinmektedir. Ancak bu çalışmada işletmelerin büyük çoğunluğunda çoban çalıştırılmaması, işletme sahiplerinin çok yüksek oranda sürüleri ile kendilerinin ilgilendikleri anlamına gelmekte olup, bu durum, keçi yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği ve bir meslek olarak kabul görmesi açısından olumlu değerlendirmek mümkündür.

Bu bağlamda, Soydiç (2020) yaptığı bir çalışmada keçi yetiştiren işletmelerde çoban çalıştırma oranını %24.21 olarak tespit etmiş ve işletmelerin sürü büyüklüğü üzerinde çoban çalıştırmanın önemli katkısının olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada işletmelerde hayvan refahı yeterliliklerine ait faktörler incelendiğinde ise (Çizelge 6), temel ihtiyaç yeterlilik oranları olarak; dinlenme alanları, aydınlatma şartları, havalandırma şartları, yemlik alanları ve suluk alanının sırasıyla, %91.7 (n=110), %75.8 (n=91), %100'ü, 95.8'i (n=115) ve %96.7 (n=116) olduğu belirlenmiştir. Bu oranlar itibarıyla, işletmelerin genel olarak yeterli donanımına sahip olduklarını söylemek mümkündür. Konu ile ilgili Antalya ilinde yapılan bir çalışmada bu yeterlilikler aynı sırayla %72.63, %57.89, %60.00, %86.32 ve %96.84 olarak tespit edilmiş olup (Soydiç, 2020), Mersin ilinde yapılan bu çalışmaya göre keçi işletmelerindeki temel ihtiyaç yeterliliklerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Yine hayvan refahı açısından hayvanların barındırılması ile ilgili ek yapıların yeterlilikleri incelendiğinde; oğlak bölmesi, teke bölmesi, hasta hayvan bölmesi, doğum bölmesi ve sağım bölmesi yeterlilik oranları sırasıyla %64.2 (n=64.2), %50.8 (n=61), %14.2 (n=17), %11.6 (n=14) ve %6.7 (n=8) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre hayvanın refahı ile ilgili kısımların (bölme) yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Konu ile ilgili Soydiç (2020) yaptığı çalışmada aynı ek yapılar için sırasıyla %68.42, %20.0, %9.47, %56.84 ve %3.16 olarak tespit etmiş olup, bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzer olduğu söylenebilir.

Çizelge 6. İşletmelerin hayvan refahı yeterliliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler

Table 6. Some descriptive statistics of the animal refreshment qualifications of the farms

| İncelenen Özellikler  | Alt gruplar | N   |       | İncelenen Özellikler | Alt gruplar | n   |       |
|-----------------------|-------------|-----|-------|----------------------|-------------|-----|-------|
|                       |             | 120 | 100.0 |                      |             | 120 | 100.0 |
| Dinlenme alanı        | Yeterli     | 110 | 91.7  | Doğum bölümü         | Yeterli     | 14  | 11.6  |
|                       | Yetersiz    | 10  | 8.3   |                      | Yetersiz    | 3   | 2.5   |
| Aydınlatma şartları   | Yeterli     | 91  | 75.8  | Sağım bölümü         | Yok         | 103 | 85.9  |
|                       | Yetersiz    | 29  | 24.2  |                      | Yeterli     | 8   | 6.7   |
| Havalandırma şartları | Yeterli     | 120 | 100   | Kırkım yeri          | Yetersiz    | 1   | 0.8   |
|                       | Yetersiz    | 0   | 0     |                      | Yok         | 111 | 92.5  |
| Yemlik alanı          | Yeterli     | 115 | 95.8  | Ayak yıkama havuzu   | Var         | 5   | 4.2   |
|                       | Yetersiz    | 5   | 4.2   |                      | Yok         | 115 | 95.8  |
| Suluk alanı           | Yeterli     | 116 | 96.7  | Keçi banyoluk        | Var         | 2   | 1.7   |
|                       | Yetersiz    | 4   | 3.3   |                      | Yok         | 118 | 98.3  |
| Oğlak bölümü          | Yeterli     | 77  | 64.2  | Araç banyoluk        | Var         | 2   | 1.7   |
|                       | Yetersiz    | 37  | 30.8  |                      | Yok         | 118 | 98.3  |
|                       | Yok         | 6   | 5.0   |                      | Var         | 1   | 0.8   |
| Teke bölümü           | Yeterli     | 61  | 50.8  | Yükleme rampası      | Yok         | 119 | 99.2  |
|                       | Yetersiz    | 35  | 29.2  |                      | Var         | 3   | 2.5   |
|                       | Yok         | 24  | 20.0  |                      | Yok         | 117 | 97.5  |
| Hasta hayvan bölümü   | Yeterli     | 17  | 14.2  | İdare/bakıcı evi     | Var         | 25  | 20.8  |
|                       | Yetersiz    | 4   | 3.3   |                      | Yok         | 95  | 79.2  |
|                       | Yok         | 99  | 82.5  |                      |             |     |       |

Keçi yetiştiren işletmelerde hayvan refahına yönelik eklenti bölmeleri incelendiğinde ise, kırkım yeri varlığı, ayak yıkama havuzu, keçi banyosu, araç banyosu, yüklem rampası ve idare/bakıcı evi varlığı oranlarını sırasıyla %4.2 (n=5), %1.7 (n=2), %1.7 (n=2), %0.8 (n=1), %2.5 (n=3) ve %20.8 (n=25) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre işletmelerin sahip oldukları hayvan refahına katkı verecek eklenti kısımlarının oldukça yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Benzer bir çalışmada Soydiç (2020) aynı özellikler için bildirdiği oranlar sırasıyla %5.26, %2.11, %1.05, %1.05, %3.16 ve %1.05 olup, işletmelerde gerek barınma, gerekse idari işlerin çadır ya da konteynerler ile karşılandığını bildirmiştir. Bu sonuçlar itibarıyla varolan eksikliklerin azaltılması ve giderilmesi için işletmelerde hayvan refahını artırıcı önlemlerin alınması ve uygulanması gereklidir.

Sonuç olarak, bu çalışmada hayvan refahını doğrudan etkileyen dinlenme alanları, aydınlatma şartları, havalandırma şartları, yemlik alanları ve suluk alanının yeterli olduğu sonucuna varılmış olup; buna karşılık, hayvan refahını ikinci derecede etkilediği düşünülen oğlak bölümü, teke bölümü, hasta hayvan bölümü, doğum bölümü ve sağım bölümü gibi ek yapıların yanı sıra, hayvan refahını üçüncü derece de etkilediği düşünülen kırkım yeri varlığı, ayak yıkama havuzu, keçi banyosu, araç banyosu, yüklem rampası ve idare/bakıcı evi varlığı yetersiz bulunmuştur.

Bu çalışmada Mersin ilinde incelenen işletmelerdeki yetiştiricilerin son on yıl içinde (%17.5'i) başkasından keçi satın alarak işletme kurması (%19.2'si) sürdürülebilirlik açısından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bu çalışmada yetiştiricilerin tamamına yakınının asıl meslek olarak çiftçi oldukları (%97.5) ve keçi yetiştiriciliği yaptıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda kendini çiftçi olarak tanımlayan büyük orandaki işletme sahiplerinin keçi yetiştiriciliğini ana geçim kaynağı (%75.0) olarak belirtmeleri, keçi yetiştiriciliğinin bir meslek olarak benimsendiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Sonuç olarak keçi yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği açısından, keçi yetiştiriciliğini bir meslek olarak yaygınlaştırmak ve yetiştiricilerin geçim kaynağı olarak yeterli kazanç elde etmelerini sağlamak zorunludur. Bu amaçla konu ile ilgili yetkin kuruluşların, hayvan refahı ile ilgili alt yapının iyileştirilmesi yönündeki tedbirler başta olmak üzere yetiştirme

teknikleri, barınma, otlatma, hastalıklarla mücadele, hayvan ıslahı ve ırk tercihleri konusunda yetiştiricilerin ve çobanların bilinçlendirilmesi amaçlı çalışmaların yanı sıra detaylı bilimsel çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Konu ile ilgili sürdürülebilirliğin sağlanması açısından ise, hayvan refahını artırıcı önlemlerin alınması için ilgili kurum ve kuruluşlarının da eğitim çalışmaları ile birlikte basılı-yazılı, görsel, elektronik ve dijital iletişim araçlarını sıklıkla kullanarak farkındalığın güncel tutulmasına katkı sağlamaları gereklidir.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI**

Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### **ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI**

Yazarlar, çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### **ETİK ONAY BEYANI**

Çalışma için; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulundan 14.09.2022 tarih ve 2022/26 sayılı, Karar no:2 ile izin alınmıştır.

#### **KAYNAKLAR**

- Acar, M., & Ayhan, V. (2012). Isparta ili damızlık koyun keçi yetiştiricileri birliği üyesi keçicilik işletmelerinin mevcut durumu ve teknik sorunları üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2), 98-101.
- Ameh, J.A., Egwu, G.O., & Tijjani, A.N. (2000). Mortality in Sahelian goats in Nigeria. *Preventive Veterinary Medicine*, 44, 107-111.
- Anıtaş, Ö., Göncü, S., & Koluman, N. (2017). The Importance of comatic cell counts in dairy goat husbandry and effect on milk quality. *Çukurova Journal of Agriculture and Food Science*, 32, 35-42.
- Awemu, E.M., Nwakalor, L.N., & Abubakar, B.Y. (1999). Environmental influences on preweaning mortality and reproductive performance of Red Skoto does. *Small Ruminant Research*, 34, 161-165.
- Aydın, K. (2017). Muğla ilinde ruminant hayvancılığın mevcut durumu, bazı verim ve yapısal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 188 s.
- Aydoğan, İ. (2019). Mersin ilinde kıl keçisi yetiştiriciliği yapan işletmelerin özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 s.
- Bilginturan, S., & Ayhan, V. (2008). Burdur ili damızlık koyun keçi yetiştiriciler birliği üyesi keçicilik işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 24-31.
- Bitzios, M., Fraser, I., & Haddock-Fraser, J. (2011). Functional ingredients and food choice: Results from a dual-mode study employing means-end-chain analysis and a choice experiment. *Food Policy*, 36, 715-725.
- Bracke, M.B.M. (2009). Rope test may indicate efficacy of tail-biting treatments in growing pigs. *Animal Welfare*, 18, 263-266.
- Browns, J.E., & Wade, D.A. (1997). Procedures for evaluating predation on livestock and wildlife. *Texas A&M University*. <http://texnat.tamu.edu/ranchref/predator/pred.htm>
- Ceyhan, A., Ünal, A., Çınar, M., Serbest, U., Şekeroğlu, A., Akyol, E., Yılmaz, E., & Demirkoparan, A. (2015). Niğde ili keçi yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (2), 74-79.
- Çayır, M.S., & Güzeler, N. (2020). İnek, keçi sütü ve bunların karışımlarından üretilen Hatay köy peynirlerinin bazı kalite özellikleri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 39 (9), 27-34.



- Çelik, H., & Olfaz, M. (2018). Yetiştirici koşullarında kıl keçi ve saanen x kıl keçi genotiplerinin (F1, G1, G2) büyüme özellikleri ve yaşama gücü üzerine bir araştırma. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31 (1), 77-85. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.408097>
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). *Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat.
- Demirhan, S.A., & Erdem, M. (2019). The current state of goat raising in the city of Uşak problems and suggestions for solutions. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology*, 7 (sp1), 77-83. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp1.77-83.2718>
- Elmaz, Ö., Ağaoğlu, Ö.K., Akbaş, A.A., Saatçi, M., Çolak, M., & Metin, M.Ö. (2014). Burdur ili küçükbaş hayvancılık işletmelerinin mevcut durumu. *Eurasian Journal of Veterinary Science*, 30 (2), 95-101. <https://doi.org/10.15312/EurasianJVetSci.201425926>
- Fernández, H., Hughes, S., Vigne, J.D., Helmer, D., Hodgins, G., Miquel, C., & Taberlet, P. (2006). Divergent mtDNA lineages of goats in an Early Neolithic site, far from the initial domestication areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103 (42), 15375-15379.
- Gündüz, Ö., & Yüceer-Özkul, B. (2017). Mersin’de koyun-keçi yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 57 (2), 99-104.
- Günlü, A., & Alaşahan, S. (2010). Türkiye’de keçi yetiştiriciliği ve geleceği üzerine bazı değerlendirmeler. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 81 (2), 15-20.
- İşık, M.K., & Erzurum, O. (2023). *Kuzu ve oğlak yetiştiriciliğinde refah uygulamaları*. [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=list\\_works&hl=tr&hl=tr&user=7etzge0AAAAJ](https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=tr&hl=tr&user=7etzge0AAAAJ)
- Karadaş, K., Yakup, E.E., Demir, O., Külekci, M., & Demir, N. (2015). Iğdır ilinde kırsal kalkınma kooperatifi üyelerinin örgütlenme ve kooperatif faaliyetleriyle ilgili problemleri ve çözüm önerilerinin belirlenmesi. 3. *Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 50 (2), 152-162.
- Karadaş, K. (2018). Koyunculuk işletmelerinin sosyo-ekonomik durumu; Hakkâri ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49 (1), 29-35.
- Kızıloğlu, S., & Karakaya, E. (2023). *Bingöl ilinde küçükbaş hayvan işletmelerinin yapısal durumu, sorunları ve çözüm önerileri*. Ders Notları. <http://acikerisim.bingol.edu.tr:8080/xmlui/handle/20.500.12898/321>
- Koyuncu, M., & Özış Altınçekiç, Ş. (2010). Keçilerde refah. *Ulusal Keçicilik Kongresi*, 24-26 Haziran, Çanakkale.
- Kritas, S.K., Burriel, A.R., Tzivara, A.H., Govaris, A., Kyriakis, S.C., Karatzias, H., & Vlemmas, J. (2003). Prevention of scours in neonatal kids after modification of management and experimental vaccination against *Escherichia coli*. *Small Ruminant Research*, 50, 51-56.
- Kumar, S., Vihan, V.S., & Deoghare, P.R. (2003). Economic implication of diseases in goats in India with reference to implementation of a health plan calendar. *Small Ruminant Research* 47, 159-164. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00237-7](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00237-7)
- Liang, Y., Cheng, Y., Xu, Y., Hua, G., Zheng, Z., Li, H., & Han, L. (2022). Consumer preferences for animal welfare in China: Optimization of pork production-marketing chains. *Animals*, 12, 3051. <https://doi.org/10.3390/ani12213051>
- Lu, C.D., & Miller, B.A. (2019). Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32 (8), 1244. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0256>
- Marai, I.F.M., Abou-Fandoud, E.I., Daader, A.H., & Abu-Ella, A.A. (2002). Reproductive doe traits of the Nubian (Zaraibi) goats in Egypt. *Small Ruminant Research* 46, 201-205. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00195-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00195-5)
- McNeal, L.G. (2023). Sheep Husbandry Methods Can Effect Predation. Navajo Sheep Project. Serving People, Preserving Cultures, Inc, Utah-USA. <https://www.navajosheepproject.org/>

- Ortega, D.L., Hong, S.J., Wang, H.H., & Wu, L. (2016). Emerging markets for imported beef in China: Results from a consumer choice experiment in Beijing. *Meat Science*, 121, 317-323.
- Örnek, H. (2018). Gaziantep ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 97 s.
- Phillips, J.C., Ortega, A., Cook, M., Concepcion, M., Kimmons, T., Ralph, K., Ponce, J., Miller, H., Lam, M., & Baldwin, S. (2010). Activism and trust: Animal rights vs., Animal welfare in the food supply chain. *Journal of Food Distribution Research*, 41, 91-95.
- Savaş, T., Tölü, C., Akbağ, H.I., Coşkun, B., & Yurtman, İ.Y. (2010). Tırmanma oğlaklar için davranışsal bir gereksinim mi? *Ulusal Keçicilik Kongresi*, 24-26 Haziran, Çanakkale.
- Skoufos, I., Tzora, A., Karamoutsios, A., Tsangaris, G., Giannenas, I., & Fthenakis, G. (2016). Milk quality characteristics from Greek indigenous goats. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 67 (4), 243-252.
- Soydınç, E. (2020). Antalya ili keçi işletmelerinin barındırma olanaklarının belirlenmesi ve hayvan refahı açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 97 s.
- SPSS. (2011). SPSS for Windows, Version 20.0, IBM SPSS Inc., Chicago, US.
- Şimşek, Ü., & Bayraktar, M. (2006). Kıl keçisi ve Saanen x Kıl keçisi (F1) melezlerine ait büyüme ve yaşama gücü özelliklerinin araştırılması. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 20 (3), 229-238.
- Tapkı, N., Tapkı, İ., Dağistan, E., & Sapmaz, K. (2021). Hatay ilinde tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim yerleri ve tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: İskenderun İlçesi örneği. *Journal of Animal Science and Products (JASP)*, 4 (1), 10-22. <https://doi.org/10.51970/jasp.878434>
- Taşkın, T., Bardakçioğlu, H.E., Yılmaz, M., Yılmaz, O., & Koyuncu, M. (2011). Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde yabancı hayvan zararları ve mücadele yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 121-134.
- Taşkın, T., Koşum, N., Engindeniz, S., Savran, A., Aktürk, D., Kesenkaş, H., Uzmay, A., & Gökmen, M. (2017). İzmir, Çanakkale ve Balıkesir illeri keçi işletmelerinde sürü yönetim uygulamaları üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (3), 341-349. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.388089>
- Taşkın, T., Kaymakçı, M., Bilgen, B., Gücel, M., & Ün, C. (2010). Kıl keçi sürülerinde scrapie risk faktörlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: "Manisa ve İzmir örneği". *Hayvansal Üretim*, 51 (2), 7-15.
- Tekin, M., & Arlı, M. (2019). The growth and survival rate of hair goat kids raised by public in Karaman region. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 90 (2), 152-157. <https://doi.org/10.33188/vetheder.539444>
- Tekin, M., & Ögeç, M. (2017). Konya bölgesinde halk elinde yetiştirilen kıl keçisi oğlaklarının büyüme ve yaşama gücü. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 57 (2), 93-98.
- Tolunay, A., İnce, D., Daşkiran, İ., Türkoğlu, T., & Özmiş, M. (2018). Akdeniz bölgesinde kırsal yoksulluğun azaltılmasında keçi yetiştiriciliğinin rolü. *1st International Symposium on Silvopastoral Systems and Nomadic Societies in Mediterranean Countries*, 22-24 October Isparta, ISNOS-MED.
- Topçu, Y., Uzundumlu, A.S., & Karadaş, K. (2012). Erzurum ilinde şekerpancarı üretim maliyeti. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (2), 41-50.
- TÜİK. (2023, May 5). *Hayvansal üretim istatistikleri* (Yayın Tarihi: 09 Şubat 2023, Sayı: 49682). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2022-49682>
- WOAH. (2023, May 5). *Hayvan refahı*. [https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and%20\\_welfare/animal-welfare/#ui-id-1](https://www.woah.org/en/what-we-do/animal-health-and%20_welfare/animal-welfare/#ui-id-1)
- Yamane, T. (2010). *Temel örnekleme yöntemleri*. Literatür Yayıncılık, İstanbul.

## Siyah Alaca ineklerde buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri arasındaki ilişkiler

The relationships between post-calving body condition and fertility traits in Holstein Friesian cows

Şahin TÜFENK<sup>1</sup>, İbrahim TAPKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Antakya, Hatay, Türkiye.

<sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Antakya, Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET  |
|--|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 24.08.2023<br/>Accepted / Kabul: 28.09.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Havza özellikleri<br/>Döl verim performansı<br/>Vücut kondisyonu<br/>Buzağılama sonrası<br/>Siyah Alaca</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Reproductive performance<br/>Body condition<br/>Post calving<br/>Holstein Friesian</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>İbrahim TAPKI<br/>ibtapki@gmail.com</p>  | <p>Bu çalışmada, 55 baş Siyah Alaca ırkı inekte buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İnekler, vücut kondisyon puanlarına (VKP) göre birinci (VKP&lt;3) ve ikinci grup (VKP≥3) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Birinci ve ikinci inek gruplarında buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanı (BS1: 2.82, 3.36); buzağılama sonrası 5. aydaki vücut kondisyon puanı (BS5: 3.21, 3.57); kuru dönem ile buzağılama sonrası ilk 1. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki düşüş (DÜŞÜŞ: 1.23, 0.80), laktasyonun 1. ve 5. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış (ARTIŞ1: 0.39, 0.21); laktasyonun 1. ve 7. ay arasındaki vücut kondisyon puanındaki artış (ARTIŞ2: 0.93, 0.64) ve gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (p&lt;0.05) bulunmuştur. Birinci ve ikinci grup ineklerde ilk kızgınlık süresi (İKS), servis periyodu (SP), gebelik başına tohumlama sayısı (GBTS) ve ilk tohumlamada gebe kalma oranı (İTGKO) sırasıyla; 43.55, 38.30 gün; 88.83, 77.31 gün; 2.21, 1.73 adet ve %54.88, %69.87 olarak belirlenmiştir. Buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanı (BS1) ile kuru dönem ve buzağılama sonrası 1. ay arasındaki VKP'deki düşüş (DÜŞÜŞ) ile İKS, GBTS, İTGKO, SP ve GKO60 (buzağılama sonrası 60. günde gebe kalma oranı) arasında negatif yönde önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, buzağılama sırasında orta düzeyde vücut kondisyonuna sahip olan ineklerde döl verim performansının daha iyi durumda olduğunu ortaya koymuştur.</p>   |
|  | <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>In this study, the relationships between post-calving body condition and reproductive characteristics were investigated in 55 Holstein Friesian cows. Cows were divided into two groups according to their body condition scores (BCS) as the first (BCS&lt;3) and the second group (BCS≥3). In the first and second cow groups, body condition score at 1st month after calving (BS1: 2.82, 3.36), body condition score at 5th month after calving (BS5: 3.21, 3.57), decrease in body condition score between dry period and calving at the 1th month after postpartum period (DECREASE: 1.23, 0.80), increase in body condition score between 1st and 5th months of lactation (INCREASE1: 0.39, 0.21) and the increase in body condition score between the 1st and 7th months of lactation (INCREASE2: 0.93, 0.64), and differences were found to be statistically significant (p&lt;0.05). In the first and second group cows, the period of first heat (ICS), the period of service (SP), the number of inseminations per pregnancy (GBTS) and the rate of conception at the first insemination (ITCR), were found to be 43.55, 38.30 days; 88.83, 77.31 days; 2.21, 1.73 and 54.88%, 69.87%, respectively. Significant and negative correlations were found between body condition score at 1st month post calving (BS1) and decrease in body condition score in the 1st month between dry period and post calving (DECREASE) and BCSs and ICS, GBTS, ITGCR, SP, and GKO60 (pregnancy rate on the 60th day post calving). The results of the study revealed that during calving, cows with moderate body condition had better reproductive performance.</p> |
| <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  |   |
| <p>Cite/Atıf</p>   | <p>Tüfenk, Ş., &amp; Tapkı, İ. (2024). Siyah Alaca ineklerde buzağılama sonrası vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri arasındaki ilişkiler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 14-28. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1349091">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1349091</a></p>  |

## GİRİŞ

Süt veriminin yüksek olduğu laktasyon başlangıcında, enerji, protein ve mineral madde gibi besin maddelerinin yetersiz alınması durumunda inekler, süt üretimini devam ettirebilmek amacıyla kendi vücutlarındaki bu besin maddelerine ait rezervleri kullanmakta ve buna bağlı olarak ta vücut ağırlığı ile kondisyonlarında bir düşüş meydana gelmektedir (Aeberhard ve ark., 2001). Süt sığırı ırklarında ergin canlı ağırlık ortalamaları, ırktan ırka ve inekten ineğe farklılık göstermesine karşın, ideal vücut kondisyon puanı (VKP) bütün inekler için aynıdır (Eversole ve ark., 2000). İneklerin vücut kondisyonlarında oluşabilecek her bir puanlık kondisyon kaybının, canlı ağırlıkta yaklaşık %10, diğer bir ifadeyle 40-80 kg'lık bir canlı ağırlık kaybına eşdeğer olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Encinias & Lardy, 2000; Mangione, 2001; Ferguson, 1993). Ayrıca, Pennington (2004)'e göre, iri yapılı ineklerin bir puanlık kondisyon artışı sağlayabilmesi için, küçük yapılı ineklere oranla daha fazla vücut ağırlığı kazanması gerekmektedir. Bu canlı ağırlık ve vücut kondisyonundaki değişiklikler ise ucuz, kolay ve alternatif bir yöntem olan vücut kondisyon puanlaması (VKP) ile başarılı bir şekilde takip edilebilmektedir (Heuer ve ark., 1999). Vücut kondisyonu (VK), canlı hayvanın vücudundaki yağın, yağ ve yağ olmayan madde miktarına oranıdır (Wright & Russel, 1984). Ayrıca, vücut kondisyon puanı (VKP) vücut yağ ya da enerji rezervinin dışa yansımaları olup, ineklerin genel vücut sağlığı ile döl verim özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, yeni buzağılayan ineklerin erken laktasyon döneminde vücut kondisyonlarındaki değişikliklerin belirli aralıklarla yapılacak gözlem ve değerlendirmeler ile sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir (Parker, 1994). Vücut kondisyon puanlaması (VKP) ise, laktasyondaki ya da kuru dönemdeki ineklerin canlı ağırlıkları ve vücut ölçülerine bakılmaksızın vücutlarındaki yağ miktarının, elle dokunularak görsel olarak değerlendirilmesidir (Hady ve ark., 1994; Gallo ve ark., 1996). Bu yöntem sayesinde, kuru dönem, doğum, tohumlama ve laktasyon gibi enerji ihtiyaçlarının değişiklik gösterdiği dönemlerde, ineklerin optimum düzeyde beslenmeleri sağlanarak, döl verim performanslarının artırılması mümkün olabilmektedir (Daşkın, 2005). Bazı araştırmacılar, vücut kondisyonunun, süt sığırlarında üreme performansını doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir (Jilek ve ark., 2008; Castañeda-Gutiérrez ve ark., 2009; Nazhat et al., 2021; Fallah, 2022). Doğum sonrası 10-12 hafta süresince yüksek süt üretimine bağlı olarak, enerji ihtiyacının çok hızlı olarak yükselmesi, negatif enerji dengesine yol açmaktadır (Butler, 2003; Butler & Smith, 1989). Sütçü ineklerin %80'inde gözlenen negatif enerji dengesi sonucu oluşan enerji açığı, vücut yağlarının kullanılması ile karşılanmaktadır (Montiel & Ahuja, 2005). Vücut yağlarının kullanılması, vücut kondisyonunda değişimlere (Rastani ve ark., 2001) yol açmakta ve bu değişimler de döl verim performansında düşümlere neden olmaktadır (Ferguson ve ark., 1994; Gillund ve ark., 2001). İneklerdeki ovulasyonun, enerji dengesinin sifıra ulaştıktan sonraki 10 gün içinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Butler & Smith, 1989). İneklerin çok zayıf veya aşırı yağlı olmaları, döl verim performansını düşürerek, işletme ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Sütçü ineklerde, ineğin yağlılık durumu, üreme etkinliği, yem tüketimi ve hayvanın sağlığı açısından son derece önemlidir. Aşırı yağlı ineklerin, doğum güçlüğüne ve metabolik hastalıklara daha yatkın oldukları gözlemlenirken, zayıf ineklerin ise yeniden gebe kalma problemi yaşadıkları gözlemlenmiştir (Wattiaux, 2008; Fallah, 2022). Bu tür problemlerin önüne geçebilmek için ineklerin, farklı dönemlerde, farklı ideal vücut kondisyon puanlarına (VKP) sahip olmalarının sağlanması ve buna göre rasyonel beslenmeleri gerekmektedir.

İneklerin çok zayıf ya da aşırı yağlı olmaları, ketozis, doğum felci, metritis, abomasum kayması, güç doğum, döl tutmama ve plasentanın geç atılması gibi sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İneklerin buzağılama dönemindeki ideal vücut kondisyon puanı (VKP) 3.5-4.0 puan aralığında olmalıdır. Yapılan birçok araştırmada beslemenin, üreme performansı üzerine doğrudan etkili olduğu ifade edilmiştir. laktasyon dönemindeki ineklerin yem alımındaki düşüşlerin, vücut kondisyonlarında kayıplara ve ineklerin buzağılama sonrası uzun süre kızgınlık göstermemelerine, üreme hormon konsantrasyonlarında düzensizliklere, yumurta gelişiminde ve kalitesinde düşümlere neden olduğu ifade edilmiştir (Short ve ark., 1990; Westwood ve ark., 2002; Jorritsma ve ark., 2003; Fassi Fihri ve ark., 2005; ).

Bu çalışmanın amacı, Siyah Alaca ineklerde, değişik dönemlerdeki VKP, oluşan kondisyon kayıpları ile artışlarını, döl verim özellikleri ile değişik dönemlerdeki VKP arasındaki korelasyonları tespit etmektir. Bu amaçla, subjektif bir yöntem olan VKP ile vücut kondisyonunun ineklerin döl verim performansı üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, süt sığırları ırkı ineklerde laktasyon ve kuru dönemde gerçekleşen vücut kondisyon kaybının ve geri kazanımının detaylı olarak açıklamasını yapmak, sürü yönetimi ve beslenmesiyle ilgili objektif kriterlere dayalı bazı önerilerde bulunmak amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu araştırma, Hatay ili, Antakya merkez ilçesinde bulunan özel bir süt sığırcılığı işletmesinde yürütülmüştür. Araştırmada Macaristan orijinli ve ikinci laktasyon sırasındaki toplam 55 baş Siyah Alaca ırkı inek kullanılmıştır. İnekler buzağılama sonrası 7. günde vücut kondisyonlarına göre 2 gruba ayrılmıştır. Birinci grup (VKP<3.0) ineklerin VKP'leri 3.0 puanın altında iken, ikinci grup (VKP≥3.0) ineklerin VKP'leri 3.0 puan ve üzerindedir. Yarı açık ahırda, serbest olarak barındırılan inekler, buzağılama sonrası 10. günden itibaren sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez sağılmıştır. İneklerde yapay tohumlama, sürekli olarak aynı teknik eleman tarafından gerçekleştirilmiştir. Laktasyondaki inekler, mısır silajı (%33 KM, %8.5 HP, 2.3 Mcal ME ve %20.5 HS besin maddesi içerikli), kuru yonca otu (%89 KM, %15.5 HP, 1.8 Mcal ME ve %33.5 HS besin maddesi içerikli) ve kesif yem karıştırılarak, UNIFEED yemleme vagonu ile verilmiş ve inekler ad libitum olarak beslenmiştir. Kurudaki ineklere ise kuru yonca otu ad libitum olarak, gebe inek kesif yemi ise günlük 4 kg olarak verilmiştir. Mısır silajı, kuru yonca ve kesif yemin besin madde içerikleri Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Laktasyon dönemindeki ineklere yedirilen kesif yemin besin madde içeriği

Table 1. Nutrient content of concentrated feed fed to lactating cows

| Besin Madde İçeriği | En az-En çok | Birimi  | Miktarı |
|---------------------|--------------|---------|---------|
| Ham protein         | En az        | %       | 20      |
| Metabolik enerji    | En az        | Kcal/Kg | 2700    |
| Vitamin A           | En az        | IU/Kg   | 10000   |
| Vitamin D3          | En az        | IU/Kg   | 3000    |
| Vitamin E           | En az        | Mg/Kg   | 30      |
| Kalsiyum            | En az-En çok | %       | 1.0-2.0 |
| Fosfor              | En az        | %       | 0.5     |

Çizelge 2. Kuru dönemdeki ineklere verilen kesif yemin besin madde içeriği

Table 2. Nutrient content of concentrate feed given to cows in the dry period

| Besin Madde İçeriği | En az-En çok | Birimi  | Miktarı |
|---------------------|--------------|---------|---------|
| Ham protein         | En az        | %       | 15      |
| Metabolik enerji    | En az        | Kcal/Kg | 2600    |
| Vitamin A           | En az        | IU/Kg   | 15000   |
| Vitamin D3          | En az        | IU/Kg   | 3000    |
| Vitamin E           | En az        | Mg/Kg   | 30      |
| Kalsiyum            | En az-En çok | %       | 0.5-0.8 |
| Fosfor              | En az        | %       | 0.5     |

### Yöntem

İnekler, vücut kondisyonu bakımından kuru dönemden başlanarak, laktasyonun 1., 5., ve 7. ayında değerlendirmeye alınmıştır. Vücut kondisyon puanlamasında Edmonson ve ark. (1989) yöntemi uygulanmış olup, 5'li puanlama ölçeği (1: çok zayıf, 2: zayıf, 3: normal, 4: şişman, 5: aşırı yağlı) kullanılmıştır. İneklerde vücut kondisyon puanlaması, kuru



dönemde gebeliğin 9. ayında, laktasyon döneminde ise buzağılama sonrası yedinci günde (1. ayda) ve bunu takip eden 5. ve 7. aylarda da ilk değerlendirme tarihine denk gelen günlerde konusunda uzman deneyimli aynı kişi tarafından gerçekleştirilmiştir.

Döl Verim Özellikleri olarak aşağıda belirtilen toplam 6 özellik üzerinde durulmuştur.

*a-Buzağılama tarihi ile ilk kıvgınlık tarihi arasında geçen süre (İKS):* İneğin buzağılama tarihi ile ilk kıvgınlık gösterdiği tarih arasında geçen süreyi ifade etmektedir.

*b-Servis periyodu (SP):* İneğin buzağılama tarihi ile tekrar gebe kaldığı tohumlama tarihi arasındaki süreyi ifade etmektedir.

*c-İlk tohumlama için geçen süre:* İneğin buzağılama tarihi ile ilk tohumlandığı tarih arasında geçen süreyi ifade etmektedir.

*d-Gebelik başına tohumlama sayısı (GBTs):* Bir gebelik için uygulanan toplam tohumlama sayısını ifade etmektedir. İlk tohumlamada gebe kalma oranı (İTGKO): İlk tohumlamada gebe kalan inek sayısının toplam inek sayısına oranını ifade etmektedir.

*e-Buzağılama sonrası 60., 90. ve 120. günlerde gebe kalma oranı:* Buzağılama sonrası 60., 90 ve 120. günlerde gebe kalan inek sayısının toplam inek sayısına oranını ifade etmektedir.

### **İstatistiki analizler**

Vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri bakımından gruplar arasında gözlenen farklılıklar ve korelasyonların belirlenmesinde SPSS paket programı, Version (18) kullanılmıştır. Vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar Repeated Measures (GLM) yöntemi ile analiz edilmiştir.

Döl verim özelliklerinin istatistiki analizlerinde aşağıdaki matematik model kullanılmıştır.

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Eşitlikte;  $Y_{ij}$  = i. gruptaki j. ineğin her bir döl verim özelliği,

$\mu$  = Populasyon ortalaması,

$a_i$  = i. gruptaki j. hayvana ait VKP,

$e_{ij}$  = şansa bağlı hata.

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

#### ***İneklerin laktasyonun farklı dönemlerindeki vücut kondisyon puanları***

İneklerin laktasyonun farklı dönemlerindeki vücut kondisyon puanları (VKP) ve bu puanlara ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3 ve 4'te verilmiştir. Birinci (VKP<3) ve ikinci grup (VKP≥3) ineklere ait kuru dönem vücut kondisyon puanları (VKP) sırasıyla; 4.05±0.77 ve 4.16±0.11 olarak tespit edilmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar, istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır (p>0.05). Laktasyonun 1. ayındaki VKP, I. grup inekler için 2.82±0.94, II. grup inekler için 3.36±0.11; 5. ayındaki VKP, I. grup inekler için 3.21±0.08, II. grup inekler için 3.57±0.12 ve 7. ayındaki VKP ise, I. grup inekler için 3.75±0.07, II. grup inekler için 4.00±0.11 olarak tespit edilmiştir. Birinci ve 5. aylardaki vücut kondisyonu bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli (p<0.05), 7. aydaki vücut kondisyonu bakımından ise gruplar arasında görülen farklılıklar önemsiz (p>0.05) çıkmıştır. Laktasyonun 1. ayında, birinci grup ineklerin (VKP<3.0) vücut kondisyon puanı (VKP), ikinci grup (VKP≥3.0) ineklerden 0.54 puan daha düşük olarak gerçekleşmiş, laktasyonun 7. ayında, bu fark kapanarak 0.25 puana kadar gerilemiştir (Çizelge 3). İnek gruplarında, kuru dönem ile laktasyonun 1. ayı arasındaki vücut kondisyon kayıpları (DÜŞÜŞ) incelendiğinde, birinci gruptaki ineklerde kondisyon kaybı, 1.23±0.09 puan iken, ikinci gruptaki ineklerde bu kayıp 0.80±0.01 puan olarak hesaplanmıştır. Vücut kondisyon kaybı bakımından gruplar arasında görülen farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Laktasyonun 1. ile 5. ayları arasında gerçekleşen VKP artışı (ARTIŞ1), birinci grup inekler için 0.39±0.05, ikinci grup inekler için 0.21±0.05; laktasyonun 1. ve 7. ayları arasında gerçekleşen VKP artışı (ARTIŞ2) ise

birinci grup inekler için  $0.93 \pm 0.06$ , ikinci grup inekler için ise  $0.64 \pm 0.05$  puan olarak hesaplanmıştır. Vücut kondisyon puan artışları bakımından, gruplar arasında görülen farklılıklar istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) çıkmıştır.

Çizelge 3. İneklerin değişik dönemlerdeki vücut kondisyon puanlarına (VKP) ait varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis of body condition scores (VKP) of cows in different periods

| Vücut Kondisyon Puanları (VKP) | 1.Grup VKP<3.0 | 2.Grup VKP≥3.0 | F      | P     |
|--------------------------------|----------------|----------------|--------|-------|
| KD                             | 4.05±0.77      | 4.16±0.11      | 0.794  | 0.377 |
| BS1                            | 2.82±0.94      | 3.36±0.11      | 13.876 | 0.000 |
| BS5                            | 3.21±0.08      | 3.57±0.12      | 6.738  | 0.012 |
| BS7                            | 3.75±0.07      | 4.00±0.11      | 3.409  | 0.070 |
| DÜŞÜŞ                          | 1.23±0.09      | 0.80±0.01      | 13.117 | 0.001 |
| ARTIŞ1                         | 0.39±0.05      | 0.21±0.05      | 6.767  | 0.012 |
| ARTIŞ2                         | 0.93±0.06      | 0.64±0.05      | 11.745 | 0.001 |

**KD**:Kuru dönem VKP, **BS1**:Buzağılama sonrası 1. aydaki VKP, **BS5**:Buzağılama sonrası 5. aydaki VKP, **BS7**:Buzağılama sonrası 7. aydaki VKP, **DÜŞÜŞ**:Buzağılama öncesi 9. aydaki VKP ile buzağılama sonrası 1. ay arasındaki VKP'deki düşüş, **ARTIŞ1**:Buzağılama sonrası 1. ay ile 5. ay arasındaki VKP'deki artış, **ARTIŞ2**:Buzağılama sonrası 1. ay ile 7. ay arasındaki VKP'deki artış

Çizelge 3 incelendiğinde, kuru dönem kondisyon puanı ile laktasyonun 1. ayı arasındaki kondisyon puanındaki düşüşün (DÜŞÜŞ), ikinci grup (VKP≥3.0) ineklerde daha az olduğu, bu durumun da bu gruptaki ineklerin buzağılama sırasındaki vücut kondisyon puanlarının, buzağılama sırasındaki ideal puan aralığı olan 3.0-3.5 puan aralığında olmasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Yine, grupların kondisyon puan artışları incelendiğinde, birinci grup ineklerdeki artış miktarının, ikinci grup ineklerden daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum ise, birinci gruptaki ineklerin buzağılama dönemindeki VKP'nın 3'ün altında olması ve düşüş miktarının da, ikinci grup ineklerden daha yüksek olmasına bağlanabilir. Kuru dönem sonrası VKP'ndeki en büyük düşüş, laktasyon başlangıcında gerçekleşmiştir. Kuru dönem ile laktasyonun 1. ayı arasındaki vücut kondisyon puan kaybı ikinci grup ineklerde, birinci gruptaki ineklere oranla daha az düzeyde gerçekleşmiştir. Şahin (2014) ineklerdeki vücut kondisyonunun kademeli olarak değişim gösterdiğini, laktasyonun ilk 8 haftasında yüksek süt verimi ve ineklerin yemden tam olarak yararlanamaması nedeniyle, ineklerde kondisyon kaybının gerçekleştiğini, laktasyonun ileriki dönemlerinde ise süt verimindeki düşüşle birlikte, hayvanın pozitif enerji dengesi içerisine girdiğini ve bu dönemde kondisyon kazanmaya başladığını vurgulamıştır. İneklerin kuru dönemde iyi bir vücut kondisyonuna sahip olmaları durumunda, buzağılamada da yaklaşık aynı kondisyonda oldukları ifade edilmiştir (Parker, 1994).

Bazı araştırmacılar, daha sonraki dönemlerde ise kuru madde alımının artması ve pozitif enerji dengesine geçilmesi ile birlikte, kullanılan rezerv dokuların yerine, yeniden yağ depolanmaya başladığını ve doğum sonrası azalan vücut kondisyonunun yeniden yükselişe geçtiğini ifade etmişlerdir (Gearhard ve ark., 1990; Parker, 1994; Burke ve ark., 1996; Wattiaux, 1996; Tapkı ve ark., 2005b; Mouffok ve ark., 2011). Bazı araştırmacılar ise, kuru dönem ideal VKP'nın 3.00-3.75 arasında olması gerektiğini, bu puan aralığında olan ineklerin doğum sonrasında daha az risklerle karşı karşıya kalabileceklerini, kuru dönemdeki vücut kondisyon kaybının yüksek düzeyde olmasının, doğum güçlüğüne ve ayıklama oranının artmasına neden olduğunu belirtmiştir (Gearhard ve ark., 1990; Ferguson, 1996; Hwa & Gook-Hyun, 2003). Meikle ve ark. (2004) ise, ilk kez doğum yapan ineklerde laktasyon döneminin başındaki kondisyon kaybının, birden fazla doğum yapan ineklere oranla daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

Birinci ve ikinci grup inekler için en düşük ve en yüksek KD değeri 3.50, 5.00 ve 3.75, 4.50; BS1 değeri 2.25, 3.50 ve 3.25, 3.75; BS5 değeri 3.00, 3.50 ve 3.50, 4.00; BS7 değeri 3.75, 4.25 ve 3.75, 5.00; DÜŞÜŞ değeri 1.00, 1.50 ve 0.50, 1.25; ARTIŞ1 değeri 0.25, 0.75 ve 0.25, 0.50 ve ARTIŞ2 değeri ise 0.75, 1.50 ve 0.50, 1.25 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Vücut kondisyon puanlarına (VKP) ilişkin tanımlayıcı istatistikî değerler

Table 4. Descriptive statistical values for body condition scores

| Vücut Kondisyon Puanları (VKP) | Grup | n  | Ortalama | Standart Hata | En Düşük | En Yüksek |
|--------------------------------|------|----|----------|---------------|----------|-----------|
| KD                             | 1    | 29 | 4.05     | 0.77          | 3.50     | 5.00      |
|                                | 2    | 26 | 4.16     | 0.11          | 3.75     | 4.50      |
| BS1                            | 1    | 29 | 2.82     | 0.94          | 2.25     | 4.00      |
|                                | 2    | 26 | 3.36     | 0.11          | 3.25     | 3.75      |
| BS5                            | 1    | 29 | 3.21     | 0.08          | 3.00     | 4.50      |
|                                | 2    | 26 | 3.57     | 0.12          | 3.50     | 4.00      |
| BS7                            | 1    | 29 | 3.75     | 0.07          | 3.75     | 4.25      |
|                                | 2    | 26 | 4.00     | 0.11          | 3.75     | 5.00      |
| DÜŞÜŞ                          | 1    | 29 | 1.23     | 0.09          | 1.00     | 1.50      |
|                                | 2    | 26 | 0.80     | 0.01          | 0.50     | 1.25      |
| ARTIŞ1                         | 1    | 29 | 0.39     | 0.05          | 0.25     | 0.75      |
|                                | 2    | 26 | 0.21     | 0.05          | 0.25     | 0.50      |
| ARTIŞ2                         | 1    | 29 | 0.93     | 0.06          | 0.75     | 1.50      |
|                                | 2    | 26 | 0.64     | 0.05          | 0.50     | 1.25      |

**KD**:Kuru dönem VKP, **BS1**:Buzağılama sonrası 1. aydaki VKP, **BS5**:Buzağılama sonrası 5. aydaki VKP, **BS7**:Buzağılama sonrası 7. aydaki VKP, **DÜŞÜŞ**: Buzağılama öncesi 9. aydaki VKP ile buzağılama sonrası 1. ay arasındaki VKP'deki düşüş, **ARTIŞ1**:Buzağılama sonrası 1. ay ile 5. ay arasındaki VKP'deki artış, **ARTIŞ2**:Buzağılama sonrası 1. ay ile 7. ay arasındaki VKP'deki artış

#### ***İneklerin vücut kondisyon puanları (VKP) arasındaki korelasyonlar***

İneklerin kuru dönem (KD) ile laktasyonun değişik dönemlerindeki vücut kondisyon puanları (VKP) ile kondisyon puanlarında görülen düşüş ve artışlar arasındaki korelasyon değerleri Çizelge 5'te gösterilmiştir. Kuru dönem vücut kondisyon puanı (VKP) ile laktasyonun 1. (r: 0.546), 5. (r: 0.705) ve 7. (r: 0.799) ayları arasındaki korelasyonlar, pozitif yönde ve istatistikî olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Ancak, kuru dönem ile laktasyonun 1. ayı arasındaki kondisyon kaybı (DÜŞÜŞ), laktasyonun 1. ayı ile 5. ve 7. ayları arasındaki artışlar (ARTIŞ1 ve ARTIŞ2) arasındaki korelasyonlar yine pozitif yönde, fakat, istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Laktasyonun 1. ayı ile 5. (r: 0.883) ve 7. (r: 0.805) ayları arasındaki korelasyonlar, pozitif yönde; laktasyonun 1. ayı ile DÜŞÜŞ (r: -0.634), ARTIŞ1 (r: -0.455) ve ARTIŞ2 (r: -0.568) arasındaki korelasyonlar ise negatif yönde, ancak, tüm özelliklere ait korelasyonlar istatistikî olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Laktasyonun 5. ayı ile 7. ayı arasındaki korelasyon (r: 0.894) pozitif yönde, DÜŞÜŞ ile olan korelasyonu (r: -0.373) ise negatif yönde olmak üzere istatistikî açıdan önemli ( $p < 0.05$ ) korelasyonlar tespit edilmiştir. Laktasyonun 5. ayı ile ARTIŞ1 ve ARTIŞ2 arasındaki korelasyonlar ise, istatistikî olarak önemsiz çıkmıştır ( $p > 0.05$ ). Laktasyonun 7. ayı ile DÜŞÜŞ (negatif yönde), ARTIŞ1 (negatif yönde) ve ARTIŞ2 (pozitif yönde) arasındaki korelasyonlar, istatistikî açıdan önemsiz olarak tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). DÜŞÜŞ ile ARTIŞ1 (r: 0.646) ve ARTIŞ2 (r: 0.406) arasındaki korelasyonlar, pozitif yönde ve istatistikî olarak da önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). ARTIŞ1 ile ARTIŞ2 arasındaki korelasyon ise pozitif yönde ve önemsiz ( $p > 0.05$ ) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Mevcut araştırma sonuçlarını destekleyen birçok araştırma mevcut olup, bu araştırma sonuçlarında, kuru dönemdeki ineklere ait ideal VKP'nin ortalama 3.5 olması gerektiği, laktasyonda da üstün sağlık ve döl verim performansı elde etmek için de 3'ten küçük, 4'ten de büyük olmaması gerektiği vurgulanmıştır. Bazı araştırmacılar, kuru dönemdeki ineklerin, aşırı yağlanmasını önlemek için, sık sık yapılacak gözlemlerle iyi bir besleme programının uygulanmasının zorunlu olduğunu, kuru dönemdeki ineklerde aşırı yağlanmayı önlemek için, yüksek enerjili ve yüksek protein içerikli yemlerin sınırlı miktarda verilmesi, özellikle de, kurudaki ineklerin sağmal ineklerle birlikte

aynı grupta yemlenmemesi gerektiği ifade edilmiştir (Gearhard ve ark., 1990; Parker, 1994; Burke ve ark., 1996; Wattiaux, 1996; Tapkı ve ark., 2005b; Mouffok ve ark., 2011).

Çizelge 5. İneklerin değişik dönemlerine ait vücut kondisyon puanları (VKP) arasındaki korelasyonlar

Table 5. Correlations between body condition scores of cows in different periods

| VKP Dönemleri | KD     | BS1     | BS5     | BS7    | DÜŞÜŞ  | ARTIŞ1 |
|---------------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| BS1           | 0.546* |         |         |        |        |        |
| BS5           | 0.705* | 0.883*  |         |        |        |        |
| BS7           | 0.799* | 0.805*  | 0.894*  |        |        |        |
| DÜŞÜŞ         | 0.264  | -0.634* | -0.373* | -0.198 |        |        |
| ARTIŞ1        | 0.167  | -0.455* | 0.006   | -0.028 | 0.646* |        |
| ARTIŞ2        | 0.189  | -0.568* | -0.247  | 0.032  | 0.406* | 0.221  |

\*Özellikler arasındaki korelasyonlar ( $p < 0.05$ )'te önemlidir, **KD**:Kuru dönem VKP, **BS1**:Buzağılama sonrası 1. aydaki VKP, **BS5**:Buzağılama sonrası 5. aydaki VKP, **BS7**:Buzağılama sonrası 7. aydaki VKP, **DÜŞÜŞ**: Buzağılama öncesi 9. aydaki VKP ile buzağılama sonrası 1. ay arasındaki VKP'deki düşüş, **ARTIŞ1**:Buzağılama sonrası 1. ay ile 5. ay arasındaki VKP'deki artış, **ARTIŞ2**:Buzağılama sonrası 1. ay ile 7. ay arasındaki VKP'deki artış

### Vücut kondisyonunun ineklerin döl verim performansı üzerine etkileri

Birinci grup ( $VKP < 3$ ) ve ikinci grup ( $VKP \geq 3$ ) ineklerde, buzağılama sonrası ilk kızgınlık için geçen süre (gün), servis periyodu (gün), gebelik başına tohumlama sayısı (adet), ilk tohumlamada gebe kalma oranı (%), ilk tohumlama ile gebelik arasında geçen süre (gün), buzağılama sonrası 60., 90. ve 120 günlerde gebe kalma oranlarına ait ortalamalar, standart hataları, tanımlayıcı istatistiksel değerleri ve varyans analiz sonuçları Çizelge 6 ve 7'de gösterilmiştir.

### İlk kızgınlık süresi

Birinci grup ( $VKP < 3$ ) ve ikinci grup ( $VKP \geq 3$ ) ineklere ait ilk kızgınlık süreleri ortalamaları  $43.55 \pm 1.30$  ve  $38.30 \pm 1.18$  gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Buzağılama sonrası görülen ilk kızgınlık süresi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ( $p < 0.05$ ) tespit edilmiştir. İkinci grup ineklerin ilk kızgınlık süresi birinci grup ineklere oranla 5.25 gün daha kısa olup, optimum süre aralığında daha avantajlı durumdadır. En düşük ve en yüksek ilk kızgınlık süresi değerleri birinci grup ineklerde 17.0 ve 53.0 gün; ikinci grup ineklerde ise 17.0 ve 49.0 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 6. İneklerin döl verim özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Table 6. Variance analysis results of cows' fertility traits

| Döl Verim Özellikleri | 1.Grup<br>VKP<3.0 | 2.Grup<br>VKP≥3.0 | F     | P     |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| İKS, gün              | 43.55±1.54        | 38.30±1.20        | 6.799 | 0.012 |
| SP, gün               | 88.83±3.05        | 77.31±3.51        | 6.192 | 0.016 |
| GBTS, adet            | 2.21±0.16         | 1.73±0.15         | 4.591 | 0.037 |
| İTGKO, %              | 54.88±4.65        | 69.87±5.70        | 4,215 | 0.045 |
| İTGS, gün             | 34.97±2.47        | 28.73±2.40        | 3.249 | 0.077 |
| GKO60, %              | 20.69±7.66        | 30.77±9.23        | 0.717 | 0.401 |
| GKO90, %              | 41.38±9.31        | 50.00±10.00       | 0.399 | 0.530 |
| GKO120, %             | 37.93±9.17        | 19.23±7.88        | 2.338 | 0.132 |

**İKS**: Buzağılama-ilk kızgınlık tarihi arasındaki süre, **SP**:Servis periyodu, **GBTS**:Gebelik başına tohumlama sayısı, **İTGKO**:İlk tohumlamada gebe kalma oranı, **İTGS**: İlk tohumlama-gebelik tarihi arasında geçen süre, **GKO60**: Buzağılama sonrası 60. günde gebe kalma oranı, **GKO90**: Buzağılama sonrası 90. günde gebe kalma oranı, **GKO120**: Buzağılama sonrası 120. günde gebe kalma oranı

Mevcut araştırmaya ait bulgular, Richards ve ark. (1986), Ducrot ve ark. (1994), Spitzer ve ark. (1995), Smith ve ark. (2007), Montiel-Olguín ve ark. (2019) ve Fallah (2022) tarafından bildirilen araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Spitzer ve ark. (1995), yüksek kondisyona sahip olan ineklerin daha düzenli kızgınlık gösterdiklerini ve gebe kalma oranının da daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, Ruegg ve Milton, (1995) ve Byers (1999)'in bildirdiği araştırma bulguları, mevcut araştırmayı desteklememektedir. Bu araştırmacılar, doğum-ilk kızgınlık, doğum-ilk tohumlama ve gebelik zamanının, buzağılama sırasındaki vücut kondisyonu ve buzağılama sonrasında gerçekleşen kondisyon kayıplarından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Çizelge 7. İneklerin döl verim özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistik değerler

Table 7. Descriptive statistical values regarding reproductive traits of cows

| Döl Verim Özellikleri | Grup  | n  | Ortalama | Standart Sapma | En Düşük | En Yüksek |
|-----------------------|-------|----|----------|----------------|----------|-----------|
| İKS, gün              | 1     | 29 | 43.55    | 8.281          | 17.0     | 53.0      |
|                       | 2     | 26 | 38.38    | 6.117          | 17.0     | 49.0      |
|                       | Genel | 55 | 41.11    | 7.258          | 17.0     | 53.0      |
| SP, gün               | 1     | 29 | 88.83    | 16.446         | 59.0     | 131.0     |
|                       | 2     | 26 | 77.31    | 17.903         | 41.0     | 109.0     |
|                       | Genel | 55 | 81.38    | 17.135         | 41.0     | 131.0     |
| GBTS, adet            | 1     | 29 | 2.21     | 0.861          | 1.0      | 4.0       |
|                       | 2     | 26 | 1.73     | 0.789          | 1.0      | 3.0       |
|                       | Genel | 55 | 1.98     | 0.827          | 1.0      | 4.0       |
| İTGKO, %              | 1     | 29 | 54.88    | 25.066         | 25.0     | 100.0     |
|                       | 2     | 26 | 69.87    | 29.083         | 33.3     | 100.0     |
|                       | Genel | 55 | 61.96    | 26.965         | 25.0     | 100.0     |
| İTGS, gün             | 1     | 29 | 34.97    | 13.290         | 17.00    | 60.0      |
|                       | 2     | 26 | 28.73    | 12.254         | 17.00    | 66.0      |
|                       | Genel | 55 | 32.02    | 12.800         | 17.00    | 66.0      |
| GKO60, %              | 1     | 29 | 20.69    | 41.238         | 0.00     | 100.0     |
|                       | 2     | 26 | 30.77    | 47.077         | 0.00     | 100.0     |
|                       | Genel | 55 | 25.45    | 43.998         | 0.00     | 100.0     |
| GKO90, %              | 1     | 29 | 41.38    | 50.122         | 00.00    | 100.0     |
|                       | 2     | 26 | 50.00    | 50.993         | 00.00    | 100.0     |
|                       | Genel | 55 | 45.45    | 50.534         | 00.00    | 100.0     |
| GKO120, %             | 1     | 29 | 37.93    | 49.385         | 00.00    | 100.0     |
|                       | 2     | 26 | 19.23    | 40.197         | 00.00    | 100.0     |
|                       | Genel | 55 | 29.09    | 45.042         | 00.00    | 100.0     |

**İKS:** Buzağılama-ilk kızgınlık tarihi arasındaki süre, **SP:** Servis periyodu, **GBTS:** Gebelik başına tohumlama sayısı, **İTGKO:** İlk tohumlamada gebe kalma oranı, **İTGS:** İlk tohumlama-gebelik tarihi arasında geçen süre, **GKO60:** Buzağılama sonrası 60. günde gebe kalma oranı, **GKO90:** Buzağılama sonrası 90. günde gebe kalma oranı, **GKO120:** Buzağılama sonrası 120. günde gebe kalma oranı

### Servis periyodu

Birinci grup ( $VKP < 3$ ) ve ikinci grup ( $VKP \geq 3$ ) inekler için servis periyodu süresi  $88.83 \pm 3.05$  ve  $77.31 \pm 3.51$  gün olarak hesaplanmıştır. Servis periyodu bakımından gruplar arasında görülen farklılıklar istatistik olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 6). Kondisyonu daha yüksek olan ikinci gruptaki ineklerin servis periyodu süresi, birinci grup

ineklerden 11.52 gün daha kısa olup, ideal servis periyodu aralığında gerçekleşmiştir. Birinci grup ineklere ait en düşük ve en yüksek servis periyodu süresi 59 ve 131 gün iken, ikinci grup ineklerde bu değerler, 41 ve 109 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 7). Tespit edilen servis periyodu süreleri normal kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup, bu bulgular, Parker (1994), Lopez-Gatius ve ark. (2003) ve Tapkı ve ark. (2005a) tarafından bildirilen araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Parker (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, buzağılama sonrasında vücut kondisyon kaybının sabitlenmesine kadarki geçen sürede, süt verimi yüksek olan ineklerin VKP değeri 2.5'e kadar düşmektedir. Bu dönemde, ineklerin vücut rezervleri günlük olarak yaklaşık 1.5 kg kaybetmekte ve bu düşüş, laktasyonun 4. ayına kadar devam etmektedir. Bu dönemde, ineklerde kızgınlık ve gebe kalma baskılanmakta ve buzağılama sonrası yeni bir gebelik elde etmek için uygulanacak tohumlama tarihine kadar geçen sürenin uzamasına yol açmaktadır. Bu problemin önüne geçebilmek için laktasyonun ortasında, gebe kalmayan ineklerin, yeniden düzenli bir kızgınlık göstermeleri ve gebe kalmaları için uygun bakım ve besleme yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir (Lopez-Gatius ve ark., 2003; Tapkı ve ark., 2005a; Bayram ve ark., 2012; Fallah, 2022). Tapkı ve ark. (2005a) zayıf kondisyonlu ineklerde, geç yumurtlama olacağından, yapay tohumlama ile elde edilecek gebelik oranında ve ilk tohumlamada gebe kalma oranında bir azalma ve servis periyodunda ise uzama olduğunu ifade etmiştir. Mevcut araştırma sonuçlarını desteklemeyen bir çok araştırma bulunmaktadır (Domecq ve ark., 1997; Markusfeld ve ark., 1997; Contreras ve ark., 2004). Markusfeld ve ark. (1997) aşırı yağlı olan ineklerde buzağılama sonrasında uterus hastalıklarının ve geç plasenta atılımı gibi sağlık problemlerinin daha sık görüldüğünü, ilk tohumlamada gebe kalma oranının düştüğünü ve her bir birim ilave vücut kondisyon artışının servis periyodunda 6 günlük bir azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Yine, Contreras ve ark. (2004) kuru dönemdeki ineklerin zayıf ya da yağlı kondisyona sahip olmalarının, ineklerin bir sonraki laktasyonda döl verim özellikleri üzerine etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

### **Gebelik başına tohumlama sayısı**

Gebelik başına tohumlama sayısı bakımından birinci ( $VKP < 3$ ) ve ikinci ( $VKP \geq 3$ ) grup ineklere ait ortalama değerler  $2.21 \pm 0.16$  ve  $1.73 \pm 0.15$  adet olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında görülen farklılıkların, istatistiki açıdan önemli olduğu ( $p < 0.05$ ) görülmüştür. İkinci gruptaki ineklerde gebelik başına tohumlama sayısı, birinci gruptaki ineklerden 0.48 adet daha az gerçekleşmiştir (Çizelge 6). Bu araştırma sonuçları, vücut kondisyon puanı aralığının 3.0-3.5 aralığında olması gerektiğini açıkça ortaya koymuştur. Birinci gruba ait gebelik başına en düşük ve en yüksek tohumlama sayısı değerleri 1.0 ve 4.0 adet iken, ikinci gruptaki ineklerde bu değerler 1.0 ve 3.0 adet olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 7). Bu konuda yürütülen bir çok araştırma, mevcut araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir (Richards ve ark., 1986; Loeffler ve ark., 1999; Moreira ve ark., 2000; Yaylak, 2003; Tapkı ve ark., 2005a; Santos ve ark., 2009; Varışlı & Tekin, 2011). Ancak, bazı araştırmacılar ise, ineklerin buzağılama sırasındaki vücut kondisyonu ile gebelik başına tohumlama sayısı arasında bir ilişkinin olmadığını ifade etmişlerdir (Butler & Smith, 1989; Waltner ve ark., 1993; Ruegg & Milton, 1995; Byers, 1999; Grummer, 2000; Gillund ve ark., 2001; Lopez-Gatius ve ark., 2003; Bayram ve ark., 2012). Smith ve ark. (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada, düşük gebelik oranlarının, gebelik başına tohumlama sayısında artışa neden olduğu, gebelik başına tohumlama sayısındaki artışın ise, tohumlama masraflarının artmasına, buzağılama aralığının uzamasına, genetik kapasitesi kötü boğa veya ucuz sperma kullanımında artışa, genetik ilerlemede yavaşlamaya ve sürü üretim potansiyelinin gerilemesine neden olduğu ifade edilmiştir. Laktasyon başlangıcındaki vücut kondisyon puanı kaybının ilk tohumlamada gebe kalma oranı üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, kondisyon kaybının bir puandan az olması durumunda ilk tohumlamada gebe kalma oranının %50, 1-2 puan arasında olması durumunda %34 ve iki puandan daha yüksek olması durumunda ise %21 düzeyinde olduğu vurgulanmıştır (Wattiaux, 1999).



### ***İlk tohumlamada gebe kalma oranı***

Birinci (VKP<3) ve ikinci (VKP≥3) grup ineklerde ilk tohumlamada gebe kalma oranları %54.88 ve %69.87 olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında görülen farklılıklar, istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) çıkmıştır (Çizelge 6). Çizelge 6 incelendiğinde ideal ilk tohumlamada gebe kalma oranı olan % 60-70 değerini, ikinci grupta yer alan ve orta düzeyde vücut kondisyonuna sahip olan inekler yakalamış durumdadır. Birinci grup ineklere ait en düşük ve en yüksek ilk tohumlamada gebe kalma oranları %25 ve %100, ikinci grup ineklerinki ise %33.3 ve %100, olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7). İlk tohumlamada gebe kalma oranları bakımından elde edilen araştırma sonuçları, Richards ve ark. (1986), Linn (1991), Wattiaux (1996), Domecq ve ark. (1997), Loeffler ve ark. (1999), Moreira ve ark. (2000) ve Santos ve ark. (2009) tarafından bildirilen araştırma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Yapılan araştırmalarda da, vücut kondisyonunun, gebelik oranı, doğum-ilk kızgınlık arasında geçen süre, doğum-ilk tohumlama arasında geçen süre, doğum-gebelik arası geçen süre, buzağılama aralığı ve süt üretimi ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Ferguson & Galligan, 1993; Eversole ve ark., 2000). Ancak, mevcut araştırma sonuçları, Morrison ve ark. (1999), Lopez-Gatius ve ark. (2003), Ferguson ve Galligan (1993), Gillund ve ark. (2001), Ruegg ve Milton (1995), Waltner ve ark. (1993) ve Montiel-Olguin ve ark. (2019) tarafından bildirilen araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermemiştir.

### ***İlk tohumlama için geçen süre***

Birinci (VKP<3) ve ikinci (VKP≥3) grup ineklerde ilk tohumlama için geçen süre  $34.97\pm 2.47$  ve  $28.73\pm 2.40$  gün olarak hesaplanmıştır. Gruplar arasında görülen farklılıklar, istatistiki açıdan önemsiz ( $p>0.05$ ) çıkmıştır (Çizelge 6). Birinci grup ineklere ait en düşük ve en yüksek ilk tohumlama için geçen süre 17.0 ve 60 gün, ikinci grup ineklerin ki ise 17.0 ve 66 gün olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7).

### ***İneklerin 60., 90. ve 120. günlerde gebe kalma oranları***

Birinci (VKP<3) grup ineklerde 60. günde gebe kalma oranı %20.69 iken, ikinci (VKP≥3) grup ineklerde bu oran %30.77 olarak tespit edilmiştir. Doksanıncı günde gebe kalma oranı bakımından gruplar karşılaştırıldığında, bu oran birinci grup ineklerde %41.38, ikinci grup ineklerde ise %50.00'dir. Yine, 120. günde gebe kalma oranı birinci grup ineklerde %37.93, ikinci grup ineklerde ise %19.23 olarak gerçekleşmiştir. 60., 90. ve 120. günlerde gebe kalma oranları bakımından, gruplar arasında görülen farklılıklar, istatistiki açıdan önemsiz ( $p>0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 6). 60., 90. ve 120. günlerde gebe kalma oranları bakımından gruplar karşılaştırıldığında, tüm tohumlama günleri bakımından en düşük ve en yüksek gebelik oranları, birinci ve ikinci grup inekler için %0.0 ve %100 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 7).

### ***Vücut kondisyonu ile döl verim özellikleri arasındaki korelasyonlar***

İneklerin değişik dönemlerine ait vücut kondisyon puanları (VKP), vücut kondisyon kayıpları, kondisyon artışları ile bazı döl verim özellikleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 8'de gösterilmiştir. BS1 ile İKS ( $r:-0.361$ ), GBTS ( $r:-0.375$ ) ve İTGKO ( $r:-0.359$ ) arasında negatif yönde ve önemli ( $p<0.05$ ); GKO60 ile de pozitif yönde ( $r:0.316$ ) istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) korelasyonlar tespit edilmiştir. Yine, DÜŞÜŞ ile İKS ( $r:-0.464$ ), SP ( $r:-0.334$ ), GBTS ( $r:-0.424$ ) ve İTGKO ( $r:-0.388$ ) arasındaki korelasyonlar negatif yönde; GKO60 ile de pozitif yönde ( $r:0.356$ ) istatistiki açıdan önemli ( $p<0.05$ ) korelasyon çıkmıştır. Diğer özelliklere ait tüm korelasyonlar ise, istatistiki açıdan önemsiz ( $p>0.05$ ) bulunmuştur (Çizelge 8).

Döl verim özellikleri bakımından araştırma sonuçları arasında görülen farklılıklar, araştırmalarda kullanılan hayvanların farklı ırk ve türlerden olması, farklı vücut kondisyon puanlama yöntemlerinin kullanılması, buzağılama mevsiminin, hayvanlarda yaş ve laktasyon sırasının farklı olması ile araştırmaların farklı bölgelerde yürütülmesinden kaynaklandığı ifade edilebilir.

Çizelge 8. İneklerin değişik dönemlerdeki vücut kondisyon puanları (VKP) ile bazı döl verim özellikleri arasındaki korelasyonlar

Table 8. Correlations between body condition scores of cows at different periods and some reproductive traits

| VKP Dönemleri | İKS     | SP      | GBTS    | İTGKO   | İTGS   | GKO60  | GKO90  | GKO120 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| <b>KD</b>     | -0.070  | -0.070  | -0.043  | -0.056  | -0.032 | -0.013 | -0.119 | 0.009  |
| <b>BS1</b>    | -0.361* | -0.063  | -0.375* | -0.359* | 0.081  | 0.316* | 0.085  | 0.027  |
| <b>BS5</b>    | -0.011  | 0.014   | 0.056   | -0.139  | 0.013  | 0.038  | 0.024  | 0.007  |
| <b>BS7</b>    | -0.058  | -0.017  | 0.016   | -0.080  | -0.116 | -0.167 | -0.089 | -0.105 |
| <b>DÜŞÜŞ</b>  | -0.464* | -0.334* | -0.424* | -0.388* | -0.129 | 0.356* | -0.148 | 0.012  |
| <b>ARTIŞ1</b> | -0.236  | -0.108  | -0.053  | 0.076   | 0.055  | 0.108  | 0.146  | 0.083  |
| <b>ARTIŞ2</b> | -0.250  | -0.130  | -0.104  | 0.157   | 0.091  | 0.140  | 0.063  | 0.107  |

\*Özellikler arasındaki korelasyonlar ( $p < 0.05$ )'te önemlidir, **KD**: Kuru dönem VKP, **BS1**: Buzağılama sonrası 1. aydaki VKP, **BS5**: Buzağılama sonrası 5. aydaki VKP, **BS7**: Buzağılama sonrası 7. aydaki VKP, **DÜŞÜŞ**: Buzağılama öncesi 9. aydaki VKP ile buzağılama sonrası 1. ay arasındaki VKP'deki düşüş, **ARTIŞ1**: Buzağılama sonrası 1. ay ile 5. ay arasındaki VKP'deki artış, **ARTIŞ2**: Buzağılama sonrası 1. ay ile 7. ay arasındaki VKP'deki artış, **İKS**: İlk kızgınlık süresi, **SP**: Servis periyodu, **GBTS**: Gebelik başına tohumlama sayısı, **İTGKO**: İlk tohumlamada gebe kalma oranı, **İTGS**: İlk tohumlama-gebelik tarihi arasında geçen süre, **GKO60**: Buzağılama sonrası 60. günde gebe kalma oranı, **GKO90**: Buzağılama sonrası 90. günde gebe kalma oranı, **GKO120**: Buzağılama sonrası 120. günde gebe kalma oranı

Sonuç olarak, buzağılama öncesi gebeliğin 9. ayından, buzağılama sonrası laktasyonun 1. ayına kadarki sürede gerçekleşen kondisyon puanı kaybı (DÜŞÜŞ) ile vücut kondisyon puanı artışları (ARTIŞ1 ve ARTIŞ2), birinci grup ineklerde, ikinci grup ineklerden daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Buzağılama sonrası 1. aydaki vücut kondisyon puanı (BS1), İKS, GBTS ve İTGKO'yu düşürürken, GKO60'ını artırmaktadır. Yine, buzağılama öncesi 9. ay ile buzağılama sonrası ilk 1. ay arasındaki vücut kondisyon kaybı (DÜŞÜŞ), İKS, SP, GBTS ve İTGKO'yu düşürmekte, buna karşın GKO60'ını artırmaktadır. Araştırma sonuçları, vücut kondisyon puanlamasının, işletmelerin hayvan besleme ve sürü yönetim programlarının gözden geçirilmesinde, üreme performansını azaltan problemlerin en aza indirilmesinde, üreme performansının en yüksek düzeye çıkarılmasında çok yararlı bir uygulama olduğunu ve ineklerin buzağılama sırasındaki VKP'lerinin 3.00-3.50 arasında olmasının, buzağılama sonrası döl verim performansı üzerine olumlu etki yaptığını göstermektedir. Zayıf kondisyonlu ineklerde üreme performansı, geç yumurtlama nedeniyle düşmekte, buna bağlı olarak da işletme geliri azalmakta ve giderleri artmaktadır. Bu nedenle, kurudaki ineklerin aşırı yağlanmalarının önüne geçecek, laktasyon başındaki ineklerin negatif enerji dengesine girmesini engelleyecek rasyonlarla, rasyonel bir şekilde beslenmeleri gerekmektedir. İneklerin rasyonel bir şekilde beslenmeleri ise, ancak onların kondisyon puanlarına, süt verimlerine, fizyolojik durumlarına ve laktasyon dönemlerine göre gruplara ayrılması ile mümkün olmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından maddi olarak desteklenmiştir (Proje No: 353).

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

## ETİK ONAY BEYANI

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

## KAYNAKLAR

- Aeberhard, K., Bruckmaier, R.M., Kuepfer, U., & Blum, J.W. (2001). Milk yield and composition, nutrition, body conformation traits, body condition scores, fertility and diseases in high yielding dairy cows. *Part 1, Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 48 (2), 97-110. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2001.00292.x>
- Bayram, B., Aksakal, V., & Akbulut, Ö. (2012). Effect of the body condition score on some reproduction and milk yield traits of Swedish Red and White cows. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (3), 545-551.
- Burke, J.M., De La Sota, R.L., Risco, C.A., Staples, C.R., Schmitt, E.J.P., & Thatcher, W.W. (1996). Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 79 (8), 1385-1393. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(96\)76496-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(96)76496-2)
- Butler, W.R., & Smith, R.D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function. *Journal of Dairy Science*, 72 (3), 767-783. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79169-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4)
- Butler, W.R. (2003). Energy balance relationship between the follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, 83 (2-3), 211-218. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)
- Byers, D.I. (1999). Practical on-farm suggestions for managing body condition, dry matter intake for optimum production, reproduction and health. <https://www.wcds.ca/proc/1999/Manuscripts/Chapt%2013%20-%20Byers.pdf> (Erişim Tarihi: 10.08.2023).
- Castañeda-Gutiérrez, E., Pelton, S.H., Gilbert, R.O., & Butler, W.R. (2009). Effect of peripartum dietary energy supplementation of dairy cows on metabolites, liver function and reproductive variables. *Animal Reproduction Science*, 112 (3-4), 301-315. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.028>
- Contreras, L.L., Ryan, C.M., & Overton, T.R. (2004). Effects of dry cow grouping strategy and prepartum body condition score on performance and health of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87 (2), 517-523. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73191-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73191-4)
- Daşkın, A. (2005). *Siğircilik İşletmelerinde Reprodüksiyon Yönetimi ve Suni Tohumlama*. Aydan Yayınları, 280 sf., Ankara, Türkiye.
- Domecq, J.J., Skidmore, A.L., Lloyd, J.W., & Kaneene, J.B. (1997). Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in large dairy herd of high yielding Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 80 (1), 113-120. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75918-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75918-6)
- Ducrot, C., Gröhn, Y.T., Humblot, P., Bugnord, F., Sulpice, P., & Gilbert, R.O. (1994). Postpartum anestrus in French beef cattle: An epidemiological study. *Theriogenology*, 42 (5), 753-764. [https://doi.org/10.1016/0093-691x\(94\)90443-m](https://doi.org/10.1016/0093-691x(94)90443-m)
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72 (1), 68-78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
- Encinias, A.M., & Lardy, G. (2000). Body condition scoring: managing your cow herd through body condition scoring. <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1026.pdf> (Erişim Tarihi: 09.08.2023).

- Eversole, D.E., Browne M.F., Hall, J.B., & Dietz R.E. (2000). Body condition scoring beef cows. <https://pubs.ext.vt.edu/400/400-795/400-795.html> (Erişim Tarihi: 02.08.2023).
- Fallah, H.A.L. (2022). Body condition score and its association with productive and reproductive performance and health status in dairy cattle: Review Article. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1060, 012069. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1060/1/012069>
- Fassi Fihri, A., Lakhdissi, H., Derqaoui, L., Hajji, K.H, Naciri, M., & Goumari, A. (2005). Genetic and nongenetic effects on the number of ovarian follicles and oocyte yield and quality in the bovine local (Oulmes Zaer), exotic breeds and their crosses in Morocco. *African Journal of Biotechnology*, 4 (1), 9-13.
- Ferguson, J.D. (1993). Body condition scoring. Center for Animal Health and Productivity University of Pennsylvania, School of Veterinary Medicine.
- Ferguson, J.D., & Galligan, D.T. (1993). Reproductive programs in dairy herds. *Proc. Central Veterinary Conference*, 1, 161-178, Kansas City, MO.
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., & Thomsen, N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 77 (9), 2695-26703. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77212-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-X)
- Ferguson, J.D. (1996). Implementation of a body condition scoring program in dairy herds. *The Penn Annual Conference*, USA.
- Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Mantovani, R., Bailoni, L., Contiero, B., & Bittante, G. (1996). Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and matura equivalent milk yield. *Journal of Dairy Science*, 79 (6), 1009-1015. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76452-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76452-4)
- Gearhart, M.A., Curtis, C.R., Erb, H.N., Smith, R.D., Sniffen, C.J., Chase, L.E., & Cooper, M.D. (1990). Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 73 (11), 3132-3140. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)79002-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)79002-9)
- Gillund, P., Reksen, O., Grohn, Y.T., & Karlberg, K. (2001). Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84 (6), 1390-1396. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70170-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70170-1)
- Grummer, R.R. (2000). Energy status and reproductive function in dairy cattle. [https://www.ibrarian.net/navon/paper/energy\\_status\\_and\\_reproductive\\_function\\_in\\_dairy .pdf?paperid=2885454](https://www.ibrarian.net/navon/paper/energy_status_and_reproductive_function_in_dairy.pdf?paperid=2885454) (Erişim Tarihi: 08.08.2023).
- Hady, P.J., Domecq, J.J., & Kaneene, J.B. (1994). Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 77 (6), 1543-1547. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77095-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77095-8)
- Heuer, C., Schukken, Y.H., & Dobbelaar P. (1999). Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 82 (2), 295-304. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75236-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75236-7)
- Hwa, K., & Gook-Hyun, S. (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 60 (8), 1445-1456. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00135-3](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00135-3)
- Jilek, F., Pytloun, P., Kubešova, M., Štipkova, M., Bouška, J., Volek, J., Frelich, J., & Rajmon, R. (2008). Relationships among body condition score, milk yield and reproduction in Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science*, 53 (9), 357-367.
- Jorritsma, R., Wensing, T., Kruip, T.A., Vos, P.L., & Noordhuizen, J.P. (2003). Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Veterinary Research*, 34, 11-26. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002054>

- Loeffler, S.H., De Vries, M.J., Schukken, Y.H., De Zeeuw, A.C., Dijkhuizen, A.A., Graaf, F.M., & Brand, A. (1999). Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. *Theriogenology*, 51 (7), 1267-1284. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00071-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00071-0)
- Lopez-Gatius, F., Yaniz, J., & Madriles-Helm, D. (2003). Effect of body condition score and change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology*, 59 (3-4), 801-812. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)01156-1](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)01156-1)
- Linn, J. (1991). Feeding for optimal reproductive performance in high-producing dairy cows. In: *Breeding for Profit in the 90's*. Cooperative Extension Services, Iowa State University, USA.
- Mangione, D.A. (2001). Scoring cows can improve profits. Ohio State University Extension Fact Sheet Department of Animal Sciences 2029 Fyffe Road, Columbus, Ohio 43210-1095. <https://ohioline.osu.edu/l292/> (Erişim Tarihi: 04.07.2023).
- Markusfeld, O., Galon, N., & Ezra, E. (1997). Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Veterinary Record*, 141, 67-72. <https://doi.org/10.1136/vr.141.3.67>
- Meikle, A., Kulcsar, M., Chillard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D., & Chilibroste, P. (2004). Effect of Parity and Body Condition at Parturition on Endocrine and Reproductive Parameters of the Cow. Society for Reproduction and Fertility. ISSN 1470-1626.
- Montiel, F., & Ahuja C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle. *Animal Reproduction Science*, 85, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.11.001>
- Montiel-Olguín, L.J., Ruiz-López, F.J., Mellado, M., Estrada-Cortés, E., Gómez-Rosales, S., Elton-Puente, J.E., & Vera-Avila, H.R. (2019). Body condition score and milk production on conception rate of cows under a small-scale dairy system. *Animals*, 9, 800, <https://doi.org/10.3390/ani9100800>
- Moreira, F., Risco, C., Pires, M.F.A., Ambrose, J.D., Drost, M., Delorenzo, M., & Thatcher, W.W. (2000). Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, 53, 1305-1309. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(00\)00274-0](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(00)00274-0)
- Morrison, D.G., Spitzer, J.C., & Perkins, J.L. (1999). Influence of prepartum body condition score change on reproduction in multiparous beef cows calving in moderate body condition. *Journal of Animal Science*, 77, 1048-1054. <https://doi.org/10.2527/1999.7751048x>
- Mouffok, C., Madani, T., Smara, L., Baitiche, M., Allouche, L., & Belkasmı, F. (2011). Relationship between body condition score, body weight, some nutritional metabolites changes in blood and reproduction in Algerian Montbeliard cows. *Veterinary World*, 4 (10), 461-466. <https://doi.org/10.5455/vetworld.2011.461-466>
- Nazhat, S.A., Aziz, A., Zabuli, J., & Rahmati, S. (2021). Importance of body condition scoring in reproductive performance of dairy cows: A review. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 11, 272-288.
- Parker, R. (1994). Using body condition scoring in dairy herd management. <https://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/94-053.htm> (Erişim Tarihi:19.07.2023).
- Pennington, J.A. (2004). Body condition scoring with dairy cattle. University of Arkansas, United States Department of Agriculture and County Governments Cooperating. <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-4008.pdf> (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Rastani, R.R., Andrew, S.M., Zinn, S.A., & Sniffen, C.J. (2001), Body composition and estimated tissue energy balance in jersey and Holstein cows during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 841201, 1209. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74581-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74581-X)
- Richards, M.W., Spitzer, J.C., & Werner, M.B. (1986). Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 62, 300-306. <https://doi.org/10.2527/jas1986.622300x>



- Ruegg, P.L., & Milton, R.L. (1995). Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: relationships with yield, reproductive performance, and disease. *Journal of Dairy Science*, 78, 552-564. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76666-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76666-8)
- Santos, J.E., Rutigliano, H.M., & Filho, M.F. (2009). Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 110, 207-221. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.01.014>
- Short, R.E., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Berardinelli, J.G., & Custer, E.E. (1990). Physiological mechanisms controlling anestrus and fertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, 68, 799-816. <https://doi.org/10.2527/1990.683799x>
- Smith, R.D., Oltenacu, P.A., & Erb, H.N. (2007). The economics of improved reproductive performance. <https://www.wvu.edu/~exten/infores/pubs/livepoul/dirm17.pdf> (Erişim Tarihi: 19.07.2023).
- Spitzer, J.C., Morrison, D.G., Wettemann, R.P., & Faulkner, L.C. (1995). Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, 73, 1251-1257. <https://doi.org/10.2527/1995.7351251x>
- SPSS. SPSS for Windows, Version 18. SPSS Inc., Chicago, IL., USA, 2015.
- Tapkı, İ., Önal, A.G., & Ünalın, A. (2005a). Siyah alaca ineklerde kuru dönem vücut kondisyonunun buzağı doğum ağırlığı, üreme özellikleri ile süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkisi. 1. Buzağı doğum ağırlığı ve üreme özellikleri. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1-2), 47-54.
- Tapkı, İ., Önal, A.G., & Ünalın, A. (2005b). Siyah alaca ineklerde kuru dönem vücut kondisyonunun buzağı doğum ağırlığı, üreme özellikleri ile süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkisi 2. Süt verimi ve kompozisyonu. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1-2), 55-62.
- Varişli, Ö., & Tekin N. (2011). Holştayn ırkı ineklerde vücut kondisyon skorunun fertilitate ve bazı reproduktif parametrelere etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 58, 94-115.
- Yaylak, E. (2003). Siyah alaca ineklerde döl verimi özelliklerine vücut kondisyon puanının etkisi. *Hayvansal Üretim*, 44, 44-51.
- Waltner, S.S., McNamara, J.P., & Hillers, J.K. (1993). Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 76, 3410-3419.
- Wattiaux, M.A. (1996). Reproduction and Genetic Selection. The Babcock Institute University of Wisconsin, 240 Agriculture Hall, 1450 Linden Drive Madison WI 5370-1562. 161, USA.
- Wattiaux, M.A. (1999). Body condition scores. <https://babcock.wisc.edu/node/170> (Erişim Tarihi: 18.10.2023).
- Wattiaux, M.A. (2008). Managing Reproductive Efficiency. Babcock Institute, Babcock Institute for International Dairy Research and Development Dairy Essentials, University of Wisconsin-Madison, USA. <https://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/13.en.pdf> (Erişim Tarihi: 24.06.2023).
- Westwood, C.T., Lean, I.J., & Garvin, J.K. (2002). Factors influencing fertility of Holstein dairy cows: A multivariate description. *Journal of Dairy Science*, 85, 3225-3237.
- Wright, I.A., & Russel, J.F. (1984). Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. *Animal Production*, 38, 23-31.





## Determination of genetic diversity of edible-seeded watermelon genotypes using SRAP markers

Çerezlik karpuz genotiplerinin genetik çeşitliliğinin SRAP markırları kullanılarak belirlenmesi

Ömer Faruk COŞKUN<sup>1</sup> , Seher TOPRAK<sup>1</sup> , Kazım MAVİ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ABSTRACT   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 14.09.2023<br/>Accepted / Kabul: 07.10.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Citrullus lanatus</i><br/>Edible-seeded watermelon<br/>Molecular characterization<br/>SRAP</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/><i>Citrullus lanatus</i><br/>Çerezlik karpuz<br/>Moleküler karakterizasyon<br/>SRAP</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Ömer Faruk COŞKUN<br/>omerfaruk.coskun@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>The watermelon (<i>Citrullus lanatus</i> L.) is one of the most commonly grown and consumed vegetables in the world. Some genotypes of watermelon, which have significant variations, have a snack potential due to their seed characteristics. In this study, SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) marker technique was used to determine the genetic relationship between some edible-seeded watermelon genotypes. A total of 166 bands were obtained in 24 genotypes and the polymorphism rate was calculated as 97.4%. Four main clusters were observed in the cluster analysis. It was determined that genotypes 2 and 7 clustered separately from the others. Structure analysis revealed that the genotypes consisted of two subpopulations. It was concluded that the edible-seeded watermelon genotypes can be genetically differentiated by the SRAP techniques. The results of this study can be used in breeding strategies for the improvement of the edible-seeded watermelon cultivars.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Karpuz (<i>Citrullus lanatus</i> L.) dünyada en çok yetiştirilen ve tüketilen sebzelerden biridir. Önemli bir varyasyona sahip olan karpuzun bazı genotipleri, tohum özelliklerinden dolayı çerezlik potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, bazı çerezlik karpuz genotipleri arasındaki genetik ilişkinin belirlenmesi amacıyla SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) markır tekniği kullanılmıştır. Toplam 24 genotipte, toplam 166 bant elde edilmiş ve polimorfizm oranı %97.4 olarak hesaplanmıştır. Kümeleme analizinde dört ana küme ortaya çıkmıştır. 2 ve 7 numaralı genotiplerin diğerlerinden ayrı kümelendiği belirlenmiştir. Structure analizi sonuçları genotiplerin iki alt popülasyondan oluştuğunu ortaya çıkarmıştır. Çerezlik karpuz genotiplerinin SRAP teknikleri ile genetik olarak ayırt edilebileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma sonuçları çerezlik karpuz çeşit ıslahına yönelik ıslah stratejilerinde kullanılabilir.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>  | Coşkun, Ö.F., Toprak, S., & Mavi, K. (2024). Determination of genetic diversity of edible-seeded watermelon genotypes using SRAP markers. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 29-37. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1359989">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1359989</a>   |

## INTRODUCTION

Türkiye is one of the countries with the richest biodiversity in Europe and the Middle East. The variability in the geographical structure in Türkiye is the most important reason for the emergence of high endemism and genetic diversity in plants (Demirayak, 2002). *Citrullus lanatus*, which is grown in tropical and subtropical regions of the world, is the most diverse species in the genus *Citrullus* (Maynard, 2001). Watermelon is produced with a total amount of 101.634.720 tons in the world and 3.468.717 tons in Türkiye (FAO, 2021). Türkiye is the second largest watermelon producing country in the world after China.

The demand for fruit and fruit products, which are important for human nutrition and health, is increasing in the world (Scheerens, 2001). Watermelon is a type of vegetable grown mainly for fruit flesh consumption in tropical and subtropical regions of the world. The watermelon, which is widely consumed in the world, often yields a significant amount of seeds that are thrown away as waste. In recent years, the demand for watermelon seeds has been increasing day by day due to public health concerns and changing dietary habits. Besides being produced for its fruit, watermelon is also grown for its edible seeds in many Asian and African countries. Edible seeds of watermelon are consumed as a snack (Wehner, 2008; Coşkun et al., 2019; Toprak et al., 2023). Watermelon seeds have also been consumed as a snack in the south and southeast of Türkiye for a long time (Gökseven, 2013). In order to consume the seed as a snack, large seeds of watermelon are selected and consumed after roasting or boiling (Köçeroğlu, 2018). Watermelon seeds have an important place in human nutrition due to the nutrients it contains. Watermelon seeds contain minerals such as calcium, magnesium, iron and zinc (Lakshmi & Kaul, 2011) as well as significant amounts of protein and fat (Braide et al., 2012).

Analyzing genomic variations in plants is the most important part of plant genetics and product development programs. Genotyping can be used in plant characterization, gene mapping, species identification and evolution, and selection studies with the help of markers (MAS) and seed purity determination. With the help of molecular markers, successful studies are carried out in the field of identification of cultivars in horticultural crops, phylogenetic analysis, determination of genetic relatedness, marker assisted selection, QTL (Quantitative Trait Locus) analysis and genetic mapping. Many marker techniques have been used in genetic characterization studies in vegetables (Aslan et al., 2021; Morilipınar et al., 2021; Coşkun, 2022; Kamaşak et al., 2022; Coşkun, 2023). In the SRAP marker technique, open reading regions in DNA are amplified. The SRAP technique is used effectively in the investigation of genetic relationships and genetic diversity (Uzun et al., 2009; Oruç, 2012). High reproducibility and low cost are the important advantages of this technique (Li & Quiros, 2001). The SRAP technique has been used previously in genetic diversity studies (Levi et al., 2007) and mapping studies (Levi et al., 2006) in watermelons. Studies carried out for the genetic characterization of the confectionery watermelon genotypes distributed in Türkiye are insufficient. Therefore, this study was carried out to determine the molecular characterization of some edible-seeded watermelon genotypes with the SRAP marker technique.

## MATERIALS and METHODS

In the study, 24 edible-seeded watermelon genotypes with high snack potential obtained from seven different provinces of Türkiye (Hatay, Diyarbakir, Şanlıurfa, Adana, Aydın, Mardin, and Batman) were used as genetic material (Table 1).

Table 1. Edible-seeded watermelon genotype numbers and origins used in the study

*Çizelge 1. Çalışmada kullanılan çerezlik karpuz genotip numaraları ve orjinleri*

| No | Genotype   | Origin, Province | No | Genotype   | Origin, Province |
|----|------------|------------------|----|------------|------------------|
| 1  | HMKU-KR-1  | Hatay            | 13 | HMKU-KR-13 | Adana            |
| 2  | HMKU-KR-2  | Hatay            | 14 | HMKU-KR-14 | Aydın            |
| 3  | HMKU-KR-3  | Hatay            | 15 | HMKU-KR-15 | Mardin           |
| 4  | HMKU-KR-4  | Hatay            | 16 | HMKU-KR-16 | Batman           |
| 5  | HMKU-KR-5  | Hatay            | 17 | HMKU-KR-17 | Mardin           |
| 6  | HMKU-KR-6  | Hatay            | 18 | HMKU-KR-18 | Mardin           |
| 7  | HMKU-KR-7  | Hatay            | 19 | HMKU-KR-19 | Adana            |
| 8  | HMKÜ-KR-8  | Diyarbakır       | 20 | HMKU-KR-20 | Adana            |
| 9  | HMKU-KR-9  | Diyarbakır       | 21 | HMKU-KR-21 | Adana            |
| 10 | HMKU-KR-10 | Şanlıurfa        | 22 | HMKU-KR-22 | Adana            |
| 11 | HMKU-KR-11 | Şanlıurfa        | 23 | HMKU-KR-23 | Adana            |
| 12 | HMKU-KR-12 | Adana            | 24 | HMKU-KR-24 | Adana            |

DNA isolation was performed according to the Cetyltriethylammonium bromide (CTAB) method by using the first true leaves for edible-seeded watermelon genotypes. DNA quality and quantity were determined by running on 0.8% agarose gel. The 16 SRAP primers with the best amplification were used in the study. For PCR (15 µl final volume), target DNA (20 ng), 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0.2 µM primers, 0.5 mM dNTPs, 1x PCR buffer, 0.5 units of Taq DNA polymerase enzyme were used. A 1.5% agarose gel stained with ethidium bromide in 0.5X TBE solution was used for PCR products. Agarose gels were recorded in the UV gel imaging system and 1, 0 and 9 data were obtained. Clustering analyzes were performed using NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System, NTSYS-pc version 2.1, Exeter Software, Setauket, N.Y., USA) package program (Rohlf, 2000). Similarity indexes between individuals were calculated according to the DICE method (Dice, 1945). UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) dendrogram based on DICE similarity matrix and Principal Component Analysis (PCA) based on variance-covariance matrix were performed from the similarity index. Two-dimensional and three-dimensional graphics were obtained by using eigen vectors in the PROJ module for the PCA. Structure program (Version 2.3.4) (Pritchard et al., 2000) was used to determine the population structure of the edible-seeded watermelon genotypes. In each analysis step, 100.000 burn-in cycles and 100.000 repetitions for each K value were performed and the analysis was repeated 10 times. "Structure Harvester" (Earl & Vonholdt, 2012) software was used to calculate the ΔK value of the populations and the number of subpopulations was determined. For the K and ΔK values obtained for this purpose, the optimum K value was reached based on the probability value of the data (Evanno et al., 2005).

## RESULTS and DISCUSSIONS

Some characteristics of SRAP primers and genetic diversity, clustering analyzes and population structures in edible-seeded watermelon genotypes were determined in the study. Sixteen SRAP primers were used for genetic characterization in a total of 24 edible-seeded watermelon genotypes. A total of 166 bands and 10.4 bands per primer were obtained from the primers (Table 2). A total of 162 polymorphic bands and an average of 10.1 polymorphic bands per primer were obtained. The total number of bands in the primers ranged from 5-20 and the most bands were obtained from the EM12-ME9 primer (20). The number of polymorphic bands in the primers was between 5-20 and the most polymorphic bands were obtained from the EM12-ME9 primer (20). The rate of polymorphism varied from 70 to 100% and was calculated as 97.4% on average. Polymorphization rate was 70% in EM2-ME6 primer, 88.9% in EM5-ME2 primer and 100% in the other primers (Table 2). The band gap in all primers

was determined between 220-1330. Although the previous molecular studies for the edible-seeded watermelon genotypes were insufficient, successful genetic studies were carried out with the SRAP technique in edible-seeded watermelon genotypes. In this study, it was determined that this primer technique could provide amplification and detect polymorphism in watermelon genotypes, confirming previous studies (Zhang et al., 2008; Wang et al., 2015).

Table 2. Polymorphism and band informations obtained from SRAP primers

*Çizelge 2. SRAP primerlerinden elde edilen polimorfizm ve bant bilgileri*

| Primer Name | Primer Sequence 5'-3'                                 | Number of Polymorphic Bands | Number of Total Bands | Polymorphism Rate | Band Range      |
|-------------|---|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
| EM14-ME13   | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CTT-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AG | 13                          | 13                    | 100.0             | 220-1150        |
| EM5-ME2     | GCA TGC GTA CGA ATT ATT AAC-TGA<br>GTC CAA ACC GGA GC | 8                           | 9                     | 88.9              | 325-1330        |
| EM12-ME13   | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CTC-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AG | 10                          | 10                    | 100.0             | 250-1350        |
| EM10-ME10   | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CAT-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AA | 10                          | 10                    | 100.0             | 280-1270        |
| EM9-ME11    | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CAG-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AC | 15                          | 15                    | 100.0             | 250-1240        |
| EM11-ME5    | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CTA-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AG | 5                           | 5                     | 100.0             | 550-1300        |
| EM1-ME10    | GCA TGC GTA CGA ATT ATT ATT-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AA | 7                           | 7                     | 100.0             | 300-1210        |
| EM8-ME9     | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CAC-TGA<br>GTC CAA ACC GGA GG | 17                          | 17                    | 100.0             | 300-1150        |
| EM7-ME2     | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CAA-TGA<br>GTC CAA ACC GGA GC | 8                           | 8                     | 100.0             | 390-1250        |
| EM15-ME13   | GCA TGC GTA CGA ATT ATT GAT-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AG | 9                           | 9                     | 100.0             | 300-1200        |
| EM7-ME10    | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CAA-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AA | 6                           | 6                     | 100.0             | 350-1160        |
| EM11-ME10   | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CTA-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AA | 10                          | 10                    | 100.0             | 510-1270        |
| EM2-ME6     | GCA TGC GTA CGA ATT ATT TGC-TGA<br>GTC CAA ACC GGA CA | 7                           | 10                    | 70.0              | 410-1200        |
| EM4-ME5     | GCA TGC GTA CGA ATT ATT TGA-TGA<br>GTC CAA ACC GGA AG | 8                           | 8                     | 100.0             | 460-1180        |
| EM3-ME4     | GCA TGC GTA CGA ATT ATT GAC-TGA<br>GTC CAA ACC GGA CC | 9                           | 9                     | 100.0             | 300-1190        |
| EM12-ME9    | GCA TGC GTA CGA ATT ATT CTC-TGA<br>GTC CAA ACC GGA GG | 20                          | 20                    | 100.0             | 290-1330        |
|             | <b>Total</b>  | <b>162</b>                  | <b>166</b>            | <b>1558.9</b>     | <b>300-1280</b> |
|             | <b>Mean</b>   | <b>10.1</b>                 | <b>10.4</b>           | <b>97.4</b>       |                 |

According to the Dice similarity index, the similarity coefficient values between the genotypes were determined between 0.25 and 0.76. The most distant genotypes were found to be genotype 1 and genotype 2 with a similarity coefficient of 0.25. Genotypes closest to each other were genotype 17 and genotype 18 with a similarity coefficient

of 0.76. Four main clusters were observed in the UPGMA dendrogram. There were fifteen genotypes in cluster A, seven genotypes in cluster B and two genotypes in cluster C. Two genotypes (genotypes 2 and 7) in cluster D clustered further away from the others. Genotypes clustered closest to each other are genotypes 2 and 7 (Figure 1). In some previous studies (Solmaz et al., 2010; Uluturk et al., 2011), it was determined that the genetic distance was low. In some other studies similar to this study, on the other hand, higher genetic distance was obtained (Dje et al., 2010; Kwon et al., 2010).

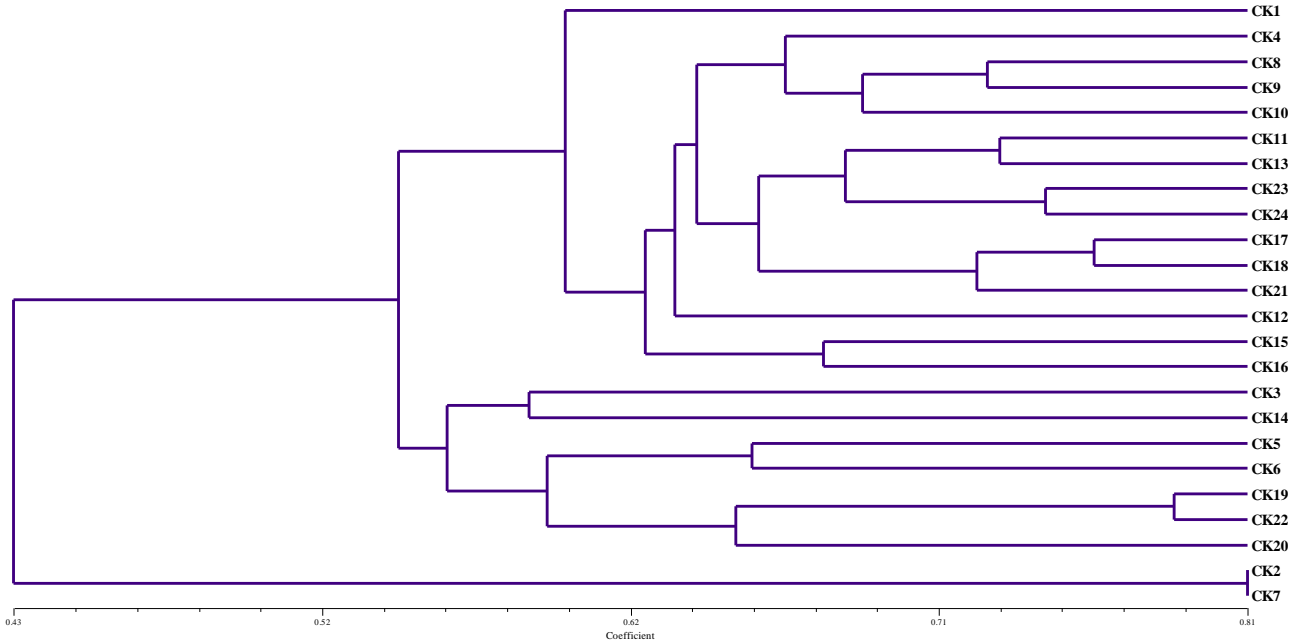


Figure 1. Dendrogram obtained by using similarity indices in the SHAN module

*Şekil 1. SHAN modülündeki benzerlik indeksleri kullanılarak elde edilen dendrogram*

NTSYS package program was employed to obtain two-dimensional and three-dimensional PCA graphics (Figure 2). The first three eigen values explain about 75% of the total genetic variant, meaning that PCA may be usable (Mohammadi & Prasanna, 2003). The data compose of three groups in the two-dimensional PCA graph. Three genotypes were included in A cluster and six genotypes in B cluster, while other genotypes were collected in C cluster. In the three-dimensional PCA graph, some genotypes were clustered together and few genotypes were located in separate clusters (Figure 2). Using UPGMA, 2, 5 and 7-end genotypes form different clusters in two-dimensional and three-dimensional PCA graphics. Although both genotypes are of similar origin (Hatay), they cluster differently from other genotypes (1, 3, 4 and 6) of similar origin. This difference may be due to the module configurations used in the package programs.

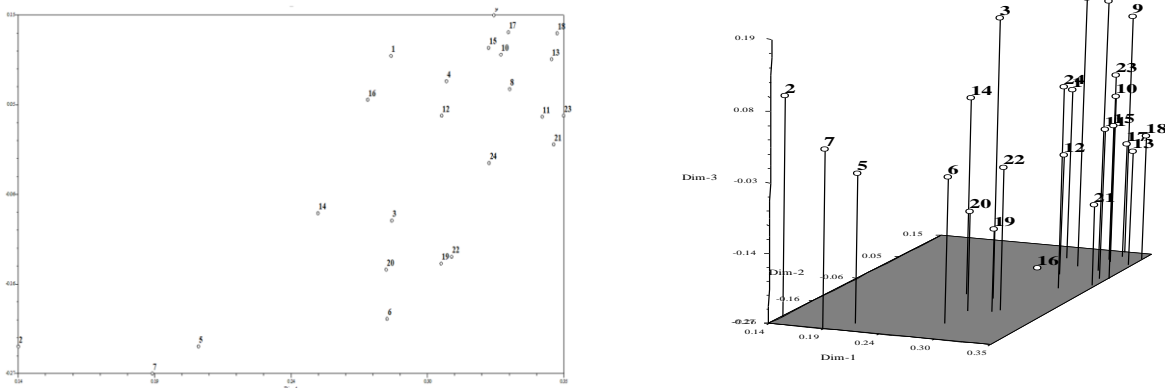


Figure 2. Two and three dimensional graphics obtained as a result of principal component analysis (PCA)

Şekil 2. Temel bileşenler analizi (PCA) sonucunda elde edilen iki ve üç boyutlu grafikler

For population structure determination studies, the optimum number of subpopulations was determined by using the 'Structure Harvester' software. It was determined that the examined genotypes consisted of two subpopulations. By using the Structure program, the belonging values of the genotypes to the subpopulations were determined. Individuals with a membership coefficient of 0.80 and above in a subpopulation are considered pure genotype (Fukunaga et al., 2005) and individuals with a lower membership coefficient are considered mixed genotype. In the present study, 22 genotypes have membership coefficients of 0.80 and higher and are therefore likely to be pure. The remaining 2 genotypes (3 and 21) are a mixture of the two populations. Of the 22 genotypes, 14 were in the 1st subpopulation and 8 were in the 2nd subpopulation (Figure 3).

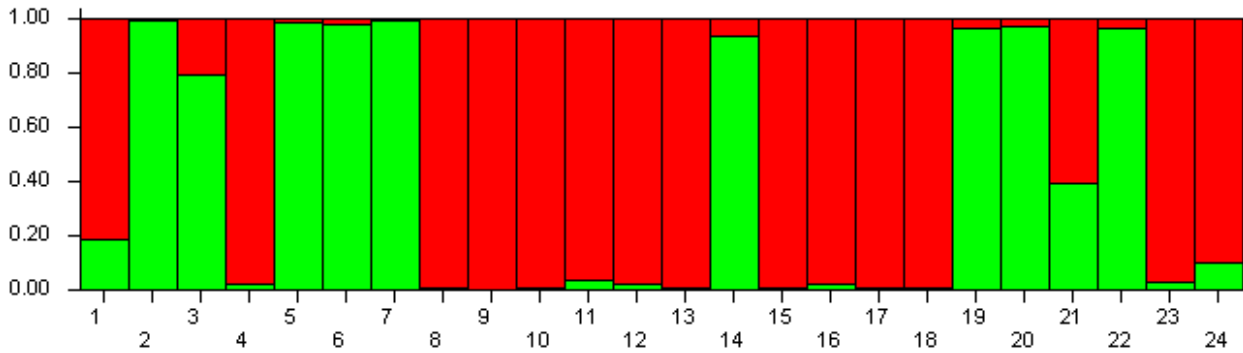


Figure 2. Ratios of edible-seeded watermelon genotypes based on  $K = 2$  (where  $K$  is the number of subpopulations, each represented by a different color)

Şekil 2.  $K = 2$ 'ye dayalı çerezlik karpuz genotiplerinin oranları ( $K$ , her biri farklı bir renkle temsil edilen alt popülasyonların sayısıdır)

In the current study, SRAP markers were used to determine the genetic diversity of 24 watermelon genotypes with high snack potential. This technique has been successfully used previously to determine the genetic structure of different watermelon genotypes. While some studies used fewer genotypes than our study (Yan & Chunging, 2005; Zhao et al., 2010), some studies compared a higher number of genotypes (Aras et al., 2012; Wang et al., 2015). There is also significant variation in the number of primer pairs used. Some studies used fewer primer pairs than the present study (Aras et al., 2012), and some studies used more primer pairs than the current study (Zhang et al., 2008). However, in present study, the number of bands per primer is higher than some other studies (Yan &



Chunging, 2005; Zhang et al., 2008; Ulutürk et al., 2011; Aras et al., 2012; Yağcıoğlu et al., 2016). This may be due to the higher efficiency of the selected primer pairs. Wang et al. (2015) and Solmaz et al. (2016) obtained a similar number of bands per primer compared to the present study. The polymorphism value obtained from the current study (97.4%) is high, similar to the values determined by Zhao et al. (2010), Solmaz et al. (2016) and Yağcıoğlu et al. (2016). The similarity coefficient values determined in present study (0.25-0.76) are narrower than the genetic distance determined by Yağcıoğlu et al. (2016). However, larger similarity coefficient values were obtained in the present study than in many other studies (Zhang et al., 2008; Ulutürk et al., 2011). The reason for this difference may be due to the genetic background of the genotypes examined.

There is a significant amount of local edible-seeded watermelon genotypes in Türkiye. Some of them are considered as snacks. There is a significant variation in morphology and seed characteristics in watermelon. Molecular studies on edible-seeded watermelon in Türkiye are scarce. In general, it can be concluded that there is genetic diversity among the edible-seeded watermelon genotypes and that the SRAP marker technique can be used due to its ability to show polymorphism. The results of the present study are important for breeding studies to distinguish some genotypes (genotypes 2, 5 and 7) from others in similarity coefficient, UPGMA dendrogram and PCA graphs. At the same time, it was determined that some primers are more important and can be more effective in differentiating the edible-seeded watermelon genotypes. This study provides important information to breeders to improve the characteristics of new cultivars in edible-seeded watermelon in breeding programs.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Hatay Mustafa Kemal University Scientific Research Projects (BAP) with the project numbered 21.GAP.019. The abstract of the study was presented at the conference of 6th UTAK 2023.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

#### REFERENCES

- Aras, V., Pınar, H., Ermis, S., Ünlü, M., Nacar, C., Mutlu, N., Ozden, Y.S., & Keles, D. (2012). Morphologic molecular characterization of different watermelon varieties. *Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae*, 332-339.
- Aslan, N., Coşkun, Ö.F., Dalda Şekerci, A., & Gülşen, O. (2021). Estimation of purity levels of pumpkin genotypes (*Cucurbita pepo* L.) using molecular marker. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (3), 759-769. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.995779>
- Braide, W., Odiong, I.J., & Oranusi, S. (2012). Phytochemical and antibacterial properties of the seed of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Prime Journal of Microbiology Research*, 2 (3), 99-104.
- Coşkun, Ö.F. (2022). Determination of genetic diversity in some pumpkin genotypes using SSR marker technique. *Erzincan Journal of Science and Technology*, 15 (3), 942-952. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.1113553>
- Coşkun, Ö.F. (2023). Molecular characterization population structure analysis and association mapping of Turkish parsley genotypes using iPBS markers. *Horticulturae*, 9 (3), 336. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030336>

- Coşkun, Ö.F., Dalda-Şekerci, A., Avcı, H., Barut, G., Yetişir, H., & Gülşen, O. (2019). Bazı çerezlik karpuz genotiplerinin moleküler karakterizasyonu. *12. Sebze Tarımı Sempozyumu*, Kayseri, Türkiye, 8 - 11 Eylül 2019, ss.33.
- Demirayak, F. (2002). Biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kalkınma. *Tübitak, Vizyon 2023*, s.1-30.
- Dice, L.R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*, *26*, 297-302.
- Dje, Y., Tahi, C.G., Bi, A.I.Z., Baudoin, J.P., & Bertin, P. (2010). Use of ISSR markers to assess genetic diversity of African edible seeded *Citrullus lanatus* landraces. *Scientia Horticulturae*, *124*, 159-164. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.020>
- Evanno, G., Regnaut, S., & Goudet, J. (2005). Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: A simulation study. *Molecular Ecology*, *14* (8), 2611-2620. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x>
- FAOSTAT. (2021). The statistical database (FAOSTAT). Food and Agriculture Organization (FAO), Rome, Italy.
- Fukunaga, K., Hill, J., Vigoroux, Y., Matsuoka, Y., Sanchez, G.J., Liu, K., Buckler, E.S., & Doebley, J. (2005). Genetic diversity and population structure of Teosinte. *Genetics*, *169*, 2241-2254. <https://doi.org/10.1534/genetics.104.031393>
- Gökseven, A. (2013). Çerezlik potansiyeli olan karpuz gen kaynaklarının verimliliği ile meyve ve tohum kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 70 s.
- Kamaşak, S., Coşkun, Ö.F., Dalda Şekerci, A., & Gülşen, O. (2022). Microsatellite analysis in some watermelon (*Citrullus lanatus*) genotypes. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, *6* (1), 58-64. <https://doi.org/10.31015/jaefs.2022.1.9>
- Köçeroğlu, D. (2018). Kavurma işleminin karpuz çekirdeği yağının oksidasyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van, 56 s.
- Kwon, Y.S., Oh, Y.H., Yi, S.I., Kim, H.Y., An, J.M., Yang, S.Y., Ok, S.H., & Shin, J.S. (2010). Informative SSR markers for commercial variety discrimination in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Genes and Genomics*, *32*, 115-122. <https://doi.org/10.1007/s13258-008-0674-x>
- Lakshmi, A.J., & Kaul, P. (2011). Nutritional potential, bioaccessibility of minerals and functionality of watermelon seeds. *LWT- Food Science and Technology*, *44*, 1821-1826. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.04.001>
- Levi, A., & Thomas, C.E. (2007). DNA markers from different linkage regions of watermelon genome useful in differentiating among closely related watermelon genotypes. *American Society for Horticultural Science*, *42*, 210-214. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.2.210>
- Levi, A., Thomas, C., Trebitsh, T., Salman, A., King, J., Karalius, J., Newman, M., Reddy, O., Xu, Y., & Zhang, X. (2006). An extended linkage map for watermelon based on SRAP, AFLP, SSR, ISSR, and RAPD markers. *American Society for Horticultural Science*, *131*, 393-402. <https://doi.org/10.21273/JASHS.131.3.393>
- Li, G., & Quiros, F. (2001). Sequence-related amplified polymorphism (SRAP), a new marker system based on a simple PCR reaction: its application to mapping and gene tagging in Brassica. *Theoretical and Applied Genetics*, *103*, 455-461. <https://doi.org/10.1007/s001220100570>
- Maynard, D.N. (2001). *Watermelons, characteristics, production, and marketing*. ASHS Press, Alexandria, Virginia.
- Mohammadi, S.A., & Prasanna, B.M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, *43*, 1235-1248. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1235>
- Morilipınar, E.O., Dalda Şekerci, A., Coşkun, Ö.F., & Gülşen, O. (2021). Genetic analysis of local pumpkin populations. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, *14* (3), 264-272.
- Oruç, G. (2012). Kan portakallarının bazı çiçek tozu özelliklerinin incelenmesi ve Clementine × kan portakalı melezlerinin SRAP belirteçleri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın, 83 s.
- Pritchard, J.K., Stephens, M., & Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, *155* (2), 945-959. <https://doi.org/10.1093/genetics/155.2.945>

- Rohlf, J.F. (2000). NTSYS-pc: Numerical Taxonomy And Multivariate Analysis System. Exeter Software, Setauket, New York.
- Scheerens, J.C. (2001). Phytochemicals and the consumers: factors affecting fruit and vegetable consumption and the potential for increasing small fruit in the diet. *HortTechnology*, 11, 547-556. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.11.4.547>
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., & Leblebici, E. (2000). *Tohumlu bitkiler sistematigi*. Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116, 211-212s.
- Solmaz, İ. (2010). Bazı karpuz genotiplerinin SSR ve SRAP markörleri ile karakterizasyonu ve *Fusarium solgunluğu* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*)'na dayanımlarının klasik ve moleküler yöntemlerle araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 153 s.
- Solmaz, İ., Aka-Kaçar, Y., Sarı, N., & Şimşek, Ö. (2016). Genetic diversity within Turkish watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura & Nakai] accessions revealed by SSR and SRAP markers. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 407-419. <https://doi.org/10.3906/tar-1511-26>
- Toprak, S., Coşkun, Ö.F., & Mavi, K. (2023). Molecular characterization of edible seed watermelon genotypes by ISSR technique. *Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science*, 6 (1), 51-58. <https://doi.org/10.55257/ethabd.1247106>
- Uluturk, Z.I., Frary, A., & Doganlar, S. (2011). Determination of genetic diversity in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] germplasm. *Australian Journal of Crop Science*, 5, 1832-1836.
- Uzun, A., Yeşiloğlu, T., Aka-Kacar, Y., Tuzcu, Ö., Gülşen, O., Seday, Ü., & Canan. İ. (2009). Determination of genetic diversity in rough lemon genotypes by SRAP markers. *Alatarım*, 1, 8-14.
- Wang, P., Li, Q., Hu, J., & Su, Y. (2015). Comparative analysis of genetic diversity among Chinese watermelon germplasms using SSR and SRAP markers, and implications for future genetic improvement. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39, 322-331. <https://doi.org/10.3906/tar-1407-29>
- Wehner, T.C. (2008). Watermelon (J.Prohens, F. Nuez). Handbook of Plant Breeding; Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae. Springer Science & Business LLC, New York, 341-348.
- Yağcıoğlu, M., Gülşen, O., Solmaz, İ., Yetişir, H., & Sarı, N. (2016). Genetic analyses of Turkish watermelons based on SRAP markers. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 4, 613-620. <https://doi.org/10.3906/tar-1602-32>
- Yan, L., & Chunqing, Z. (2005). Studies on genetic diversity with the molecular marker SRAP of watermelon hybrids. *Acta Horticulturae Sinica*, 32, 643-647.
- Zhang, A.P, Wang, X.W., Zhang, Y.L., Zhao, L., & Xu, M.J. (2008). SRAP analysis for the genetic diversity of watermelon variety resources. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 4, 115-120.
- Zhao, S.J., Liu, W.G., Yan, Z.H., He, N., & Bao, W.F. (2010). Studies of watermelon genetic diversity using SRAP and EST-SSR. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 25 (3), 76-79. <https://doi.org/10.7668/hbxb.2010.03.018>

## Determination of polymorphisms in the *HSP90AA1* gene region in some Turkish sheep populations by AS-PCR

Bazı Türkiye yerli koyun populasyonlarında *HSP90AA1* gen bölgesindeki polimorfizlerin AS-PZR ile belirlenmesi

Eymen DEMİR<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Antalya, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ABSTRACT  |
|---|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 28.08.2023<br/>Accepted / Kabul: 18.10.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/>AS-PZR<br/>Heat stress<br/>HSP<br/>Polymorphism</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>AS-PCR<br/>Isı stresi<br/>HSP<br/>Polimorfizm</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Eymen DEMİR<br/>eymendemir@akdeniz.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Heat shock proteins (HSPs) are molecular chaperones protecting living cells from the negative effects of extreme ambient temperatures. In this study, genetic polymorphisms of the <i>HSP90AA1</i> gene were monitored via Allele-Specific Polymerase Chain Reaction (AS-PCR) in three native Turkish sheep populations namely İvesi (IVS), Güney Karaman (GKR), and Karakaş (KRK). The <i>HSP90AA1</i> was polymorphic in all populations yielding two alleles (C and G) and three genotypes (CC, CG, and GG). The G allele frequency was higher than the C allele frequency in all populations. The lowest (0.100) and highest (0.246) CC frequency was observed in KRK and IVS, respectively, while the GG genotype frequency varied between 0.250 (GKR) and 0.600 (KRK). Significant deviation (<math>p &lt; 0.001</math>) from Hardy-Weinberg Equilibrium (HWE) was detected in the IVS breed in terms of the <i>HSP90AA1</i> gene. The genetic distance-based phylogenetic tree indicated that GKR was genetically different from IVS and KRK populations in terms of the <i>HSP90AA1</i> polymorphism. These variations regarding the <i>HSP90AA1</i> gene should be conserved, since the negative effects of global warming and climate change are expected to be more hazardous in the future. Besides, these genetic variations may be utilized by the farmers to design comprehensive selection strategies against heat stress in native Turkish sheep populations.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Isı şok proteinleri (HSPs) canlı hücreleri aşırı ortam sıcaklıklarının olumsuz etkilerinden koruyan moleküler şaperonlardır. Bu çalışmada, İvesi (IVS), Güney Karaman (GKR) ve Karakaş (KRK) olarak bilinen üç farklı Türkiye yerli koyun populasyonunda <i>HSP90AA1</i> genindeki genetik polimorfizmler Allel-Spesifik Polimeraz Zincir Reaksiyonu (AS-PZR) yöntemiyle incelenmiştir. İki allel (C ve G) ve üç genotipin (CC, CG ve GG) belirlendiği çalışmada, <i>HSP90AA1</i> geni bütün populasyonlarda polimorfizm göstermiştir. Bütün populasyonlarda G allel frekansı C allel frekansından yüksek bulunmuştur. En düşük (0.100) ve en yüksek (0.246) CC frekansı sırasıyla KRK ve IVS populasyonlarında belirlenirken, GG genotip frekansı 0.250 (GKR) ile 0.600 (KRK) aralığında değişmiştir. IVS ırkında <i>HSP90AA1</i> geni bakımından Hardy-Weinberg dengesinden (HWE) olan sapma önemli (<math>p &lt; 0.001</math>) bulunmuştur. Genetik mesafe temelli filogenetik ağaç, <i>HSP90AA1</i> polimorfizmi bakımından GKR populasyonunun IVS ve KRK populasyonlarından genetik olarak farklı olduğunu ortaya koymuştur. Gelecekte küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileri daha da tehlikeli olacağından <i>HSP90AA1</i> genindeki bu varyasyonların korunması gerekmektedir. Ayrıca, bu genetik varyasyonlar çiftçilerin Türkiye yerli koyun populasyonlarında ısı stresine karşı yapılacakları kapsamlı seleksiyon çalışmalarında kullanılabilecektir.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>   | <p>Demir, E. (2024). Determination of polymorphisms in the <i>HSP90AA1</i> gene region in some Turkish sheep populations by AS-PCR. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 38-46. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1351101">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1351101</a></p>   |

## INTRODUCTION

Türkiye significantly contributes to world animal genetic resources, since 24 of 45 sheep breeds reared in the country are native genetic resources (Karsli et al., 2020; Taşkın & Kandemir, 2022). Based on their tail phenotype, native Turkish sheep are divided into two categories namely fat-tailed and thin-tailed populations (Koyun et al., 2021). IVS, GKR, and KRK are clustered into fat-tailed populations. Of these, IVS is recognized as a unique breed and is preferred by farmers due to its higher milk yield compared to other native Turkish sheep. As reported by Biçer et al. (2019), the milk yield of IVS reared by smallholder farmers is nearly 80 - 100 kg lactation<sup>-1</sup>, while it may reach up to approximately 300 kg lactation<sup>-1</sup> via suitable management practices. On the other hand, GKR and KRK are considered the varieties of the Akkaraman breed (Özmen et al., 2020). However, a recent study conducted via 21 microsatellite markers indicated that GKR has become genetically different from the Akkaraman breed (Karsli et al., 2020). Moreover, the authors highlighted that more comprehensive studies based on array technologies and next-generation sequencing instruments are needed to detect the genetic distinctiveness of the GKR population (Karsli et al., 2020).

In Türkiye as well as other countries, sheep rearing plays a crucial role in human life and the sustainable use of pastures. Because grassland-based rearing allows for the effective use of green areas in the long term (Papadopoulou et al., 2021), while animal-derived products such as meat and milk are essential for human nutrition (Pinotti et al., 2021). Therefore, farmers adopt suitable management practices to maintain the production level of economically important traits such as milk and meat. On the other hand, numerous environmental stresses caused by internal and external factors have negative effects on the welfare, growth, development, and productivity in domestic animals (Demir et al., 2021). Of these environmental stressors, global warming and climate change are one of the most threatening for the agricultural sector, since they are ongoing phenomena and are expected to be more devastating in the future (Rovelli et al., 2020).

In farm animals, a balance between heat gain and heat loss is observed during non-stress conditions (Rovelli et al., 2020). Naturally, metabolic heat occurs due to feed intake, while it is tolerated via water intake as well as respiration. However, during extreme changes in ambient temperatures, animals show abnormal behaviors such as consuming less feed, drinking more water, and seeking shades in order to decrease metabolic activities (Perini et al., 2021). These kinds of behavioral adaptation mechanisms may prevent animals from the negative effects of heat stress, while economically important yields significantly decrease mainly due to less feed intake (Demir et al., 2022). The fact that animal-derived products such as milk and meat are essential for human nutrition has encouraged scientists to detect thermo-tolerant animals via molecular genotyping methods. It is of vital importance in the agriculture sector, since thermo-tolerant animals may maintain their productivity in higher ambient temperatures compared to those thermo-susceptible animals (Seijan et al., 2018).

During heat stress, HSPs are activated to protect living cells from the adverse effects of heat and other related stress factors (Demir et al., 2022). Among HSPs, *HSP90* is one of the most abundant proteins in eukaryotic cells. It is reported to comprise 1-2% of the cellular proteins under non-stress conditions, whereas its amount may reach up to 4-6% in heat-stressed cells (Kumar et al., 2016). The *HSP90AA1* gene is particularly interesting among scientists because its variations in different genomic regions are related to various phenotypes. For instance, Marcos-Carcavilla et al. (2010) reported that two polymorphisms located in the *HSP90AA1* 5' flanking region (660 and 528) were associated with the scrapie incubation period in Romanov sheep populations. Another study assessing correlations among several climatic variables and allele frequencies in 31 sheep breeds confirmed that an insertion (C allele) between 667-668 nucleotides of the *HSP90AA1* promoter region was associated with tolerance to heat stress (Salces-Ortiz et al., 2015). By sequencing a 300 bp length of the 5' flanking region of the *HSP90AA1* gene, Oner et al., (2012) reported that a new indel located at the 704 position was present in ten native Turkish sheep breeds (Akkaraman, Çine Çaparı, Dağlıç, Gökçeada, Hemşin, Karayaka, Kıvırcık, Morkaraman, Sakız, and IVS).



Authors highlighted that this indel may partially or completely inhibit the expression level of the gene by creating a glucocorticoid receptor transcription site, whereas no clear-cut relationship was reported between this variation and climatic factors (Oner et al. 2012).

Thanks to molecular genotyping techniques, native sheep populations may be screened for previously reported polymorphisms regarding heat stress-related genomic regions. Moreover, the frequency of thermo-tolerant animals may be increased via suitable mating programs. Hence, this study aimed to reveal *HSP90AA1* polymorphisms in three native Turkish sheep populations (IVS, GKR, and KRK) by AS-PCR.

## **MATERIALS and METHODS**

### ***Sample collection and DNA isolation***

In this study, a total of 105 animals from both sexes were randomly sampled from IVS (n=61), GKR (n=24), and KRK (n=20). IVS and GKR were sampled from five representative flocks raised in Antalya province, while KRK samples were obtained from three representative flocks reared in Van province. Blood samples taken from the jugular vein into vacutainer tubes containing anticoagulant were stored at -20 °C until DNA isolation was carried out. A salting-out method was used to isolate DNA from whole blood samples (Miller et al., 1988). The quality and quantity of isolated DNA were checked via 1% agarose gel electrophoresis and spectrophotometer (NanoDrop-DS 1000). DNA concentration was optimized at 50 ng/μL before PCR amplification.

### ***PCR amplification and genotyping***

AS-PCR protocol recommended by Singh et al. (2017) was used to amplify C and G alleles in the *HSP90AA1* promoter region in the ovine genome. As reported by Singh et al. (2017), two primer sets were utilized to amplify 254 base pairs (bp) length of C and G alleles in the PCR stage. PCR was performed in 50 μL reaction volume with 50 ng template DNA, 5 μL 10X reaction buffer, 0.6 mM dNTPs, 2.5 mM MgCl<sub>2</sub>, 10 pM of each primer, 1 U of Taq DNA polymerase (GeNet Bio, Korea) and 31.25 μL nuclease-free water. PCR amplification was carried out in initial denaturation at 94 °C for 10 min, followed by 31 cycles at 94 °C for 40 s, at 60 °C for 40 s, and at 72 °C for 40 s. The final extension was applied at 72 °C for 10 min. Amplified C and G alleles were visualized by agarose gel electrophoresis in order to genotype animals. Individuals with both amplifications were considered heterozygous (CG), while single amplifications allowed to genotype individuals as homozygous (CC or GG) based on the type of amplified nucleotide.

### ***Statistical analysis***

Allele and genotype frequencies were calculated via GenAlEx 6.5 software (Peakall & Smouse, 2012). The same software was also used to test the HWE by the chi-square approach as well as the calculation of observed and expected heterozygosity values. Nei's standard genetic identity and distance values (Nei, 1972) among populations were calculated by Popgene32 (Yeh et al., 2000). Additionally, the genetic distance matrix was processed via MEGA 11 software (Kumar et al., 2008) in order to draw the phylogenetic tree per population.

## **RESULTS**

In this study, C and G alleles regarding the *HSP90AA1* gene were amplified by AS-PCR after DNA isolation results of which were visualized on agarose gel electrophoresis (Figure 1).



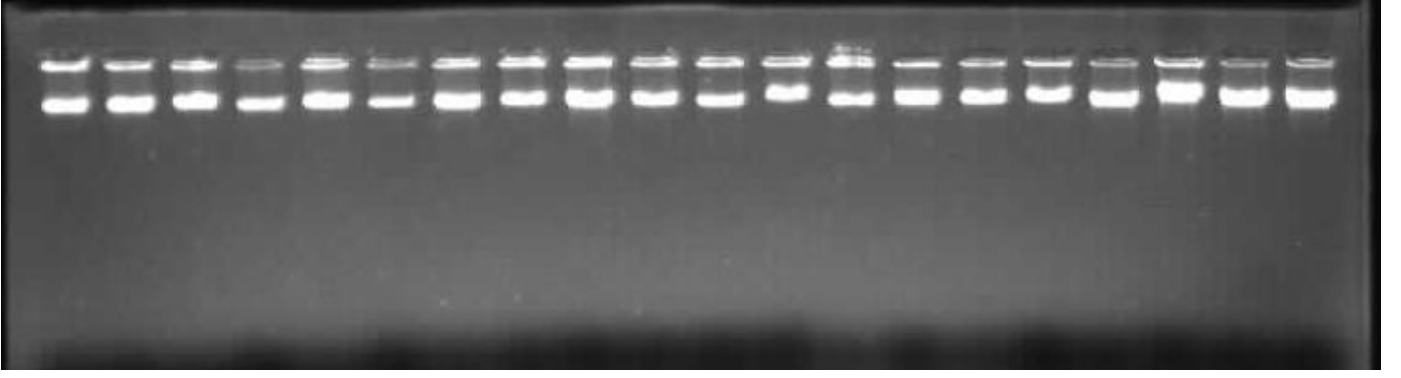


Figure 1. Agarose gel image of some isolated DNA samples  
Şekil 1. İzole edilen bazı DNA örneklerine ait agaroz jel görüntüsü

Based on the presence/absence of C (Figure 2a) and G (Figure 2b) alleles, animals were genotyped as CC, CG, and GG.

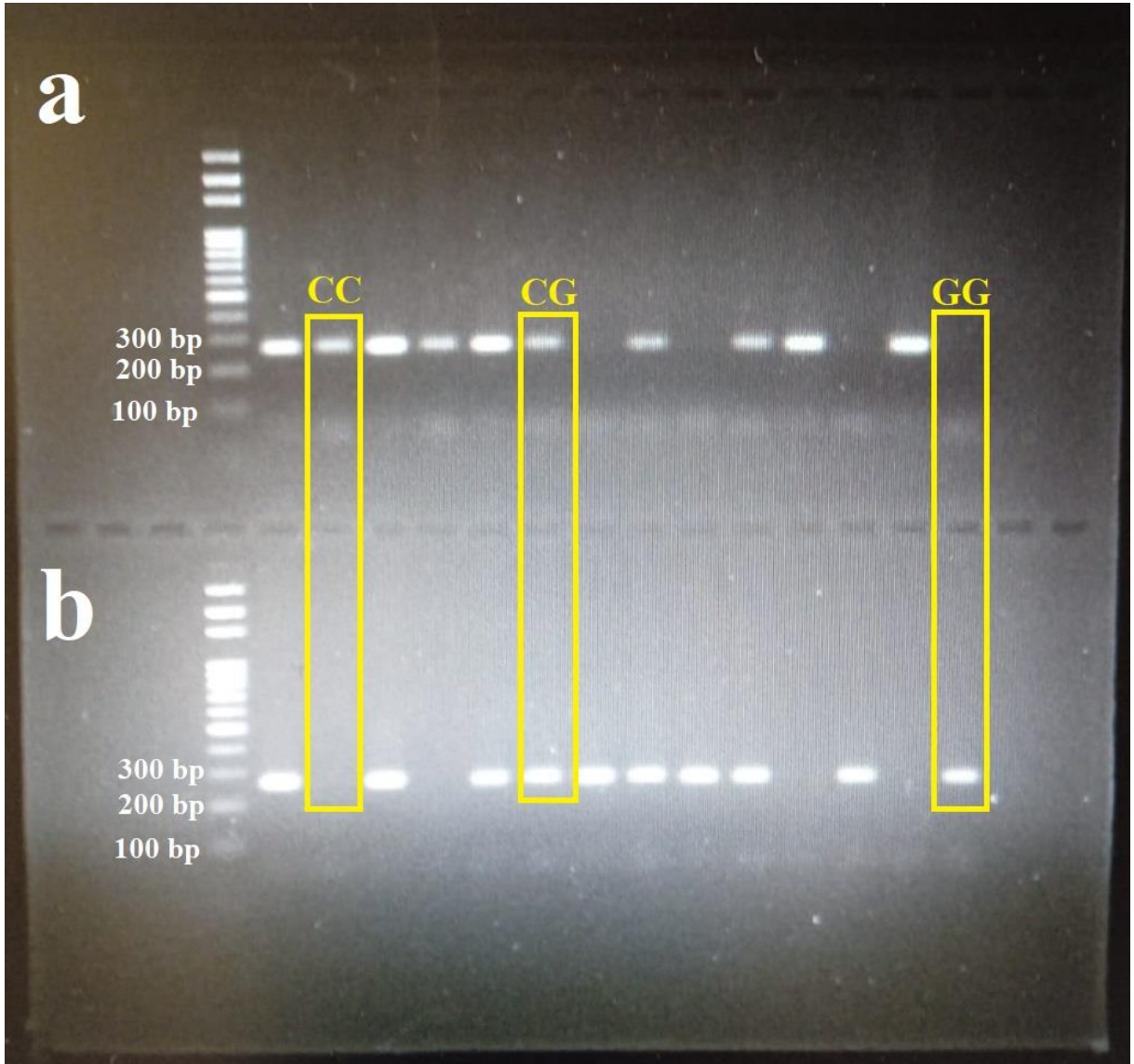


Figure 2. Agarose gel image of (a) C and (b) G alleles of the *HSP90AA1* gene  
Şekil 2. *HSP90AA1* geninde (a) C ve (b) G allelerine ait agaroz jel görüntüsü

C allele frequency ranged from 0.250 (KRK) to 0.458 (GKR), whereas G allele frequency was higher than C allele frequency in all populations (Table 1). The lowest CC frequencies were detected in KRK (0.100) and GKR (0.166), respectively, while it (0.246) was higher than the CG genotype frequency (0.180) in the IVS breed. The highest CG (0.584) and GG (0.600) genotype frequencies were observed in GKR and KRK, respectively. The highest observed heterozygosity (0.497) was detected in GKR, while it was lower than the expected value (0.583). On the contrary, observed heterozygosity was higher than the expected value in IVS and KRK populations. Significant deviation from HWE in terms of the *HSP90AA1* gene region was observed only in the IVS breed (Table 1).

Table 1. Allelic and genotypic distribution of the *HSP90AA1* gene in three sheep populations

Çizelge 1. Üç koyun populasyonunda *HSP90AA1* genine ait allelik ve genotipik dağılımlar

| Population | N  | Heterozygosity |          | Allele frequency |       | Genotype frequency |       |       | X <sup>2</sup> |
|------------|----|----------------|----------|------------------|-------|--------------------|-------|-------|----------------|
|            |    | Expected       | Observed | C                | G     | CC                 | CG    | GG    |                |
| IVS        | 61 | 0.180          | 0.446    | 0.336            | 0.664 | 0.246              | 0.180 | 0.574 | ***            |
| GKR        | 24 | 0.583          | 0.497    | 0.458            | 0.542 | 0.166              | 0.584 | 0.250 | ns             |
| KRK        | 20 | 0.300          | 0.375    | 0.250            | 0.750 | 0.100              | 0.300 | 0.600 | ns             |

IVS = İvesi; GKR = Güney Karaman; KRK = Karakaş; n = Number of genotyped animals, ns = Deviation from HWE is non-significant; \*\*\* = Deviation from HWE is significant (p<0.001).

Nei's standard genetic identity and distance values among studied sheep populations are summarised in Table 2.

Table 2. Genetic identity (above diagonal) and distance (below diagonal) values among three native Turkish sheep populations (Nei, 1972)

Çizelge 2. Üç yerli Türkiye koyun populasyonu arasındaki genetik benzerlik (üst köşegen) ve mesafe (alt köşegen) değerleri (Nei, 1972)

|     | IVS    | GKR    | KRK    |
|-----|--------|--------|--------|
| IVS | -      | 0.9793 | 0.9844 |
| GKR | 0.0209 | -      | 0.9285 |
| KRK | 0.0157 | 0.0742 | -      |

IVS = İvesi; GKR = Güney Karaman; KRK = Karakaş.

The lowest (0.0157) and highest (0.0742) genetic distance values were detected between IVS-KRK and KRK-GKR, while it was 0.0209 between IVS and GKR (Table 2). The genetic distance-based phylogenetic tree demonstrated that GKR is genetically different from IVS and KRK populations in terms of the polymorphism of the *HSP90AA1* gene region (Figure 2).

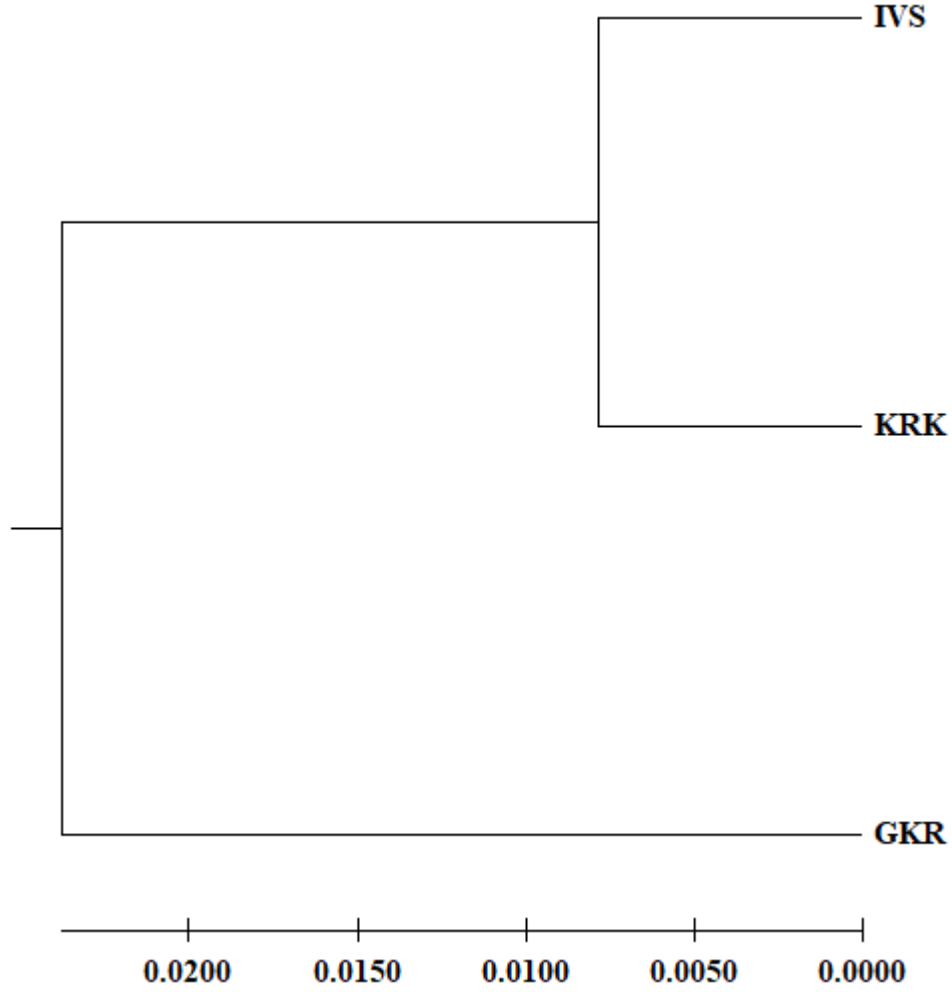


Figure 3. Image of the genetic distance-based phylogenetic tree in three studied sheep populations  
 Şekil 3. Çalışılan üç koyun popülasyonunda genetik mesafe temelli filogenetik ağaç görüntüsü

## DISCUSSION

Several studies revealed that polymorphisms in the *HSP90AA1* gene are associated with heat tolerance in different livestock species (Marcos-Carcavilla et al., 2010; Kumar et al., 2016). For example, by monitoring some Indian sheep breeds, Singh et al. (2017) reported that a variation called SNP4 in the *HSP90AA1* gene is directly related to thermo-tolerance in which animals with the C allele and CC genotype were superior in terms of heat stress parameters (rectal temperature, pulse rate, and neutrophil/lymphocyte ratio). The authors reported that no animals with CC genotype were detected in Chokla, Marwari, and Magra breeds, while it was present in Madras Red breed with a low frequency (0.16) (Singh et al., 2017). On the contrary, the CC genotype was detected in three native Turkish sheep populations the frequency of which ranged from 0.100 in KRK to 0.246 in IVS. In Türkiye, grassland-based rearing is preferred by the farmers, since it decreases feeding costs. This rearing also allows animals to be exposed to higher ambient temperatures thereby heat stress-associated genotypes may be observed in some animals. Assessing the same polymorphism, Yurdagül et al., (2023) confirmed that the C allele and CC genotype frequencies were 0.390 and 0.183, respectively in Pırlak sheep which is another native breed derived from crossbreeding of Dağlıç and Kıvırcık (Çelikeloğlu et al., 2018). It is detected that CC genotype frequency was lower in GKR (0.166) and KRK (0.100) populations compared to the Pırlak breed (0.183) (Yurdagül et al., 2023). However, a higher CC genotype frequency was observed in IVS (0.246) than in Pırlak sheep (Yurdagül et al., 2023). Moreover, IVS was

found to be deviated from HWE in terms of the *HSP90AA1* gene which may be due to non-intensive selection practices done by the farmers.

In this study, the *HSP90AA1* polymorphism showed that IVS and KRK were close to each other in tree-based phylogenetic analysis, while GKR was genetically different from both populations. However, it is noteworthy that this result may be misleading due to the fact that the current study benefits from only one gene region. Therefore, previous studies conducted with denser genetic data such as 9-21 microsatellite markers give better information on the genetic structure of native Turkish sheep breeds (Yilmaz et al., 2014; Ameer et al., 2020; Karsli et al., 2020; Kirikci et al., 2020). Surprisingly, similar results were reported by some of these studies. For example, using a total of 18 microsatellite loci, Yilmaz et al., (2014) showed that IVS and KRK were genetically close to each other in factorial correspondence analysis. On the other hand, Karsli et al. (2020) indicated that GKR was genetically different not only from KRK but also from Norduz and Kangal populations according to structure and factorial correspondence analyses via 21 microsatellite markers.

In conclusion, heat will be one of the most devastating environmental stressors in the future due to ongoing climate change and increasing global warming. Therefore, a genetic-based adaptation mechanism will be essential to facilitate the negative effects of heat stress in sheep populations. In this regard, genetic variations in the heat stress-related genomic regions such as the *HSP90AA1* will be required to take measures against environmental stressors. This study confirmed that the *HSP90AA1* gene conserves genetic variations in three native Turkish sheep populations. These variations will allow farmers to design various selection strategies against heat stress in the future. Hence, these variations should be conserved and more studies focusing on different genomic regions related to heat stress should be conducted.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest for this study.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval and permission for this study were obtained from the Akdeniz University Animal Experiments Local Ethics Committee. The approval letter's number is 1575/ 2023.04.002 and its date is 04.04.2023.

#### REFERENCES

- Ameer, A.A., Yilmaz, O., Nezh, A., Cemal, I., & Gaouar, S.B.S. (2020). Assessment of genetic diversity of Turkish and Algerian native sheep breeds. *Acta Agriculturae Slovenica*, 115, 5-14.
- Biçer, O., Keskin, M., Gül, S., Gündüz, Z., Oflaz, N.Z., & Behrem, S. (2019). Comparison of yield characteristics of brown and black headed Awassi sheep. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 24, 58-61.
- Çelikeloğlu, K., Erdoğan, M., Hacan, Ö., Koçak, S., Bozkurt, Z., & Tekerli, M. (2018). Investigation of possible polymorphisms in BMP1B, BMP15 and GDF9 genes in Pırlak sheep. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11, 356-362. <https://doi.org/10.30607/kvj.428999>
- Demir, E., Bilginer, U., Balcioglu, M.S., & Karsli, T. (2021). Direct and indirect contributions of molecular genetics to farm animal welfare: A review. *Animal Health Research Reviews*, 22, 177-186. <https://doi.org/10.1017/S1466252321000104>
- Demir, E., Ceccobelli, S., Bilginer, U., Pasquini, M., Attard, G., & Karsli, T. (2022). Conservation and selection of genes related to environmental adaptation in native small ruminant breeds: A review. *Ruminants*, 2, 255-270. <https://doi.org/10.3390/ruminants2020017>

- Karsli, B.A., Demir, E., Fidan, H.G., & Karsli, T. (2020). Assessment of genetic diversity and differentiation among four indigenous Turkish sheep breeds using microsatellites. *Archives Animal Breeding*, 63, 165-172. <https://doi.org/10.5194/aab-63-165-2020>
- Koyun, H., Kiraz, S., Karaca, S., Koncagül, S., Yılmaz, A., Karakuş, K., Yeşilova, A.B., & Aygün, T. (2021). Single nucleotide polymorphisms of GDF9 gene/exon 2 region and their associations with milk yield and milk content traits in Karakaş and Norduz sheep breeds. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 45, 881-889. <https://doi.org/10.3906/vet-2010-26>
- Kirikci, K., Cam, M.A., & Mercan, L. (2020). Genetic diversity and relationship among indigenous Turkish Karayaka sheep subpopulations. *Archives Animal Breeding*, 63, 269-275. <https://doi.org/10.5194/aab-63-269-2020>
- Kumar, R., Gupta, I.D., Verma, A., Singh, S.V., Verma, N., Vineeth, M.R., Magotra, A., & Das, R. (2016). Novel SNP identification in exon 3 of HSP90AA1 gene and their association with heat tolerance traits in Karan Fries (Bos taurus × Bos indicus) cows under tropical climatic condition. *Tropical Animal Health and Production*, 48, 735-740. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1016-7>
- Kumar, S., Nei, M., Dudley, J., & Tamura, K. (2008). MEGA: a biologist-centric software for evolutionary analysis of DNA and protein sequences. *Briefings in Bioinformatics*, 9, 299-306. <https://doi.org/10.1093/bib/bbn017>
- Marcos-Carcavilla, A., Mutikainen, M., González, C., Calvo, J.H., Kantanen, J., Sanz, A., Marzanov, N.S., Pérez-Guzmán, M.D., & Serrano, M. (2010). A SNP in the HSP90AA1 gene 5' flanking region is associated with the adaptation to differential thermal conditions in the ovine species. *Cell Stress and Chaperones*, 15, 67-81. <https://doi.org/10.1007/s12192-009-0123-z>
- Miller, S., Dykes, D., & Polesky, H. (1988). A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. *Nucleic Acids Research*, 16, 1215-1215.
- Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *The American Naturalist*, 106 (949), 283-292. <https://doi.org/10.1086/282771>
- Oner, Y., Calvo, J.H., Serrano, M., & Elmaci, C. (2012). Polymorphisms at the 5' flanking region of the HSP90AA1 gene in native Turkish sheep breeds. *Livestock Science*, 150, 381-385. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.07.028>
- Ozmen, O., Kul, S., & Gok, T. (2020). Determination of genetic diversity of the Akkaraman sheep breed from Turkey. *Small Ruminant Research*, 182, 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.10.009>
- Papadopoulou, A., Ragkos, A., Theodoridis, A., Skordos, D., Parissi, Z., & Abraham, E. (2020). Evaluation of the contribution of pastures on the economic sustainability of small ruminant farms in a typical Greek area. *Agronomy*, 11, 1-16. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010063>
- Peakall, R., & Smouse, P.E. (2012). GenA1Ex 6.5: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Bioinformatics*, 6, 2537-2539.
- Perini, F., Cendron, F., Rovelli, G., Castellini, C., Cassandro, M., & Lasagna, E. (2020). Emerging genetic tools to investigate molecular pathways related to heat stress in chickens: A review. *Animals*, 11, 1-19. <https://doi.org/10.3390/ani11010046>
- Pinotti, L., Manoni, M., Ferrari, L., Tretola, M., Cazzola, R., & Givens, I. (2021). The contribution of dietary magnesium in farm animals and human nutrition. *Nutrients*, 13, 1-15. <https://doi.org/10.3390/nu13020509>
- Rovelli, G., Ceccobelli, S., Perini, F., Demir, E., Mastrangelo, S., Conte, G., Abeni, F., Marletta, D., Ciampolini, R., Cassandro, M., Bernabucci, U., & Lasagna, E. (2020). The genetics of phenotypic plasticity in livestock in the era of climate change: A review. *Italian Journal of Animal Science*, 19, 997-1014. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1809540>
- Salces-Ortiz, J., González, C., Martínez, M., Mayoral, T., Calvo, J.H., & Serrano, M. M. (2015). Looking for adaptive footprints in the HSP90AA1 ovine gene. *BMC Evolutionary Biology*, 15, 1-24. <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0280-x>

- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J.B., Dunshea, F.R., & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12, 431-444. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>
- Singh, K.M., Singh, S., Ganguly, I., Nachiappan, R.K., Ganguly, A., Venkataramanan, R., Chopra, A., & Narula, H.K. (2017). Association of heat stress protein 90 and 70 gene polymorphism with adaptability traits in Indian sheep (*Ovis aries*). *Cell Stress and Chaperones*, 22, 675-684. <https://doi.org/10.1007/s12192-017-0770-4>
- Taşkın, T., & Kandemir, Ç. (2022). Current situation and future of sheep breeds: Aegean region. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 59, 485-498. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.1058959>
- Yeh, F.C., Yang, R.C., Boyle, T.J., Ye, Z., Xiyang, J.M., & Yang, R. (2000). POPGENE 32, Microsoft Windows-based freeware for population genetic analysis. Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Edmonton.
- Yılmaz, O., Cemal, I., & Karaca, O. (2014). Genetic diversity in nine native Turkish sheep breeds based on microsatellite analysis. *Animal Genetics*, 45, 604-608. <https://doi.org/10.1111/age.12173>
- Yurdagül, K.G., Atay, S., Bilginer, Ü., Karlı, T., & Demir, E. (2023). Genetic variations in HSP90AA1 gene region in Pirlak sheep breed. *Journal of Animal Production*, 64 (1), 12-16. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1268591>



## Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) otunun kuzu rasyonlarına ilavesinin fermantasyon ve sindirim dereceleri üzerine etkisi

Effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) addition on fermentation and digestion level in lamb diets

Yakup BİLAL<sup>1</sup>, Bilal SELÇUK<sup>2</sup>, Tuğba BAKIR<sup>1</sup>, Hülya AKÇAM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 01.04.2023<br/>Accepted / Kabul: 19.10.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/><i>Convolus arvensis</i><br/>İn vitro<br/>Metan<br/>Sindirim derecesi</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Convolus arvensis</i><br/>İn vitro<br/>Methane<br/>Digestion degree</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Yakup BİLAL<br/>ykpbl1985@gmail.com</p>   | <p>Bu çalışmada kaba yem kaynağı olarak değerlendirilen tarla sarmaşığı otu (<i>Convolvulus arvensis</i>) artan seviyelerde kuzu rasyonlarına %17 HP, 2500 kcal/kg KM izo-kalorik ve izo-nitrojenik olacak şekilde yonca kuru otu yerine ikame edilmiştir. Rasyonların in vitro gaz üretim tekniği ile gaz üretimi (GÜ), metan üretimi, metan yüzdesi, gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), partitioning faktör (PF), mikrobiyal protein (MP), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ve gerçek sindirim derecesi (GSD) değerleri belirlenmiştir. Rasyonların 24 saatlik gaz üretim değerleri 91.4 – 95 ml (500 mg KM) arasında değişmiştir. Metan üretimleri 12.8 ile 15.68 ml arasında oluşmuştur. Rasyonların metan (ml) ve metan (%)’si istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P&lt;0.01). Araştırmadaki GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD (%) değerleri sırasıyla 297.22 mg – 302,63 mg, 3.13 – 3.40, 88.21 mg – 110,17 mg, %29.68- %35.28, %64,72 – %67,31 arasında bulunmuştur. Rasyonların Pearson’s korelasyon analizi metan (ml) ve metan (%) ile PF, MP, MPSE ve GSD değerleri arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Rasyonlarda GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD değerleri arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur (P &lt;0.01). Tarla sarmaşığı otu, yonca kuru otu yerine kullanılmasıyla metan üretimini % 18.36 düşürmüştür. Tarla sarmaşığı otunun ruminant hayvanlarda kuru madde alımına ve canlı ağırlık artışına etkisini görebilmek için in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.</p>  |
|  | <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>In this study, field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i>) was used as a coarse forage source, replacing alfalfa hay at increasing levels in lamb rations to achieve iso-caloric and iso-nitrogenous conditions with 17% crude protein and 2500 kcal/kg dry matter. The gas production (GP), methane production, methane percentage, true digestible dry matter (TDDM), partitioning factor (PF), microbial protein (MP), microbial protein synthesis efficiency (MPSE), and true digestion degree (TDD) values of the rations were determined using the in vitro gas production technique. The 24-hour gas production values of the rations ranged from 91.4 to 95 ml (500 mg DM). Methane production varied between 12.8 and 15.68 ml. The methane (ml) and methane (%) of the rations were found to be statistically significant (P&lt;0.01). In the study, TDDM, PF, MP, MPSE, and TDD (%) values were found to be in the range of 297.22 mg – 302.63 mg, 3.13 – 3.40, 88.21 mg – 110.17 mg, 29.68% - 35.28%, and 64.72% - 67.31%, respectively. Pearson's correlation analysis of the rations revealed a negative relationship between methane (ml) and methane (%) with PF, MP, MPSE, and TDD values. A positive correlation was found among TDDM, PF, MP, MPSE, and TDD values (P &lt;0.01). The use of field bindweed instead of alfalfa hay reduced methane production by 18.36%. To observe the impact of field bindweed on dry matter intake and live weight gain in ruminant animals, further in vivo studies are required.</p> |
| <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> |  |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>  | <p>Bilal, Y., Selçuk, B., Bakır, T., &amp; Akçam H. (2024). Tarla sarmaşığı (<i>Convolvulus arvensis</i>) otunun kuzu rasyonlarına ilavesinin fermantasyon ve sindirim dereceleri üzerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 47-54. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1275092">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1275092</a></p>  |

## GİRİŞ

Beslenme alışkanlıkları ve hayvan türlerine göre çiftlik hayvanları farklı sindirim sistemlerine sahiptirler. Sindirim sistemlerindeki bu farklılıklar mide ve bağırsak bölümlerinde kendini göstermektedir. Ruminant hayvanların midelerinin dört kompartımanlı olması ve mono gastrik hayvanların midesinin ise; tek kompartımanlı olması bu farklılıkların en başında yer almaktadır. Buna ek olarak ruminant hayvanlar, insan ve ruminant dışı hayvanlar tarafından kullanılması mümkün olmayan selüloz içerikli besin maddelerini selülotik mikroorganizmalar yardımıyla sindirebilme yeteneğine sahiptirler (Van Soest, 1994). Besin maddelerinin anaerobik fermantasyon sonucu sera gazlarından CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> gazları açığa çıkmaktadır. Oluşan CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> gazları metanojen bakteriler tarafından metana indirgenmektedir (Klieve & Hegarty, 1999). Besin maddeleri ile alınan enerjinin metan üretiminden dolayı %2 ile %11 arasında enerji kaybına neden olmaktadır (Johnson & Johnson, 1995). Metan gazı ile ortaya çıkan enerjiden geviş getiren hayvanlar faydalanamaz ve ruktus yolu ile gaz yuvarına gönderilmektedir (Kaya ve ark., 2012). Sera gazlarının oluşmasında tarımsal faaliyetler içerisinde ruminant hayvanların payı fazla olduğu bildirilmiştir (Eggleston ve ark., 2006). Atmosfere salınan sera gazları hem ekonomik hem de ekolojik sorunlara yol açtığı bildirilmektedir (IPCC, 2001). Ruminant hayvanlar tarafından oluşan metan gazının miktarı birçok faktörler tarafından etkilenmektedir. Bu faktörler içerisinde hayvanlara verilecek olan yemler önem arz etmektedir. Bu yüzden ruminant hayvanlara verilecek yem maddelerinin metan gazı miktarını azaltacak stratejiler üzerinde durulması gerekmektedir.

Tarla sarmaşığı otu (*Convolvulus arvensis*) daha çok buğday ve ayçiçeğini istila eden çok yıllık yabancı bir otur (Jurado-Exposito ve ark., 2003). Tarımsal ürünlerle ve vejetatif olarak toprak altı anaçları ile çoğalmaktadır. Buna ilaveten tesadüfi gelişen sürgünleri mahsul verimini azaltmakta ve hasat yapılmasını zorlaştırmaktadır (Liebmann ve ark., 2001). Yabancı otları hasat sonrası veya hasattan önce çayır ve meralarda otlayan hayvanların tüketebileceği bildirilmiştir (Schutte & Lauriault, 2015). Ayrıca tarla sarmaşığı otunun yüksek protein içeriği ve ruminantlarda iyi sindirim düzeyinden dolayı umut vaat eden bir kaba yem kaynağı olabileceği belirtilmiştir (Canbolat, 2012). Tarımsal üretimde birçok zarara neden olan yabancı otların ruminantların beslenmesinde kullanımına yönelik ilgi son yıllarda artmıştır.

Bu çalışmada alternatif kaba yem kaynağı olarak düşünülen tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) otu kuzu rasyonlarına yonca (*Medicago sativa* L.) kuru otu yerine artan oranlarda izo-kalorik ve izo-nitrojenik olarak ikame edilmiştir. Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) otunun kuzu rasyonlarında, *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, organik madde sindirim derecesi (OMSD), gerçek sindirim derecesi (GSD), mikrobiyal protein (MP) ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) değerlerine ne kadar etki ettiği araştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### **Yem ham maddelerinin toplanılması**

Rasyonlarda kullanılan yem ham maddeleri 2022 yılı haziran ayında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar yerleşkesinde doğal olarak yetişen tarla sarmaşığı ve yonca (*Medicago sativa* L.) otları toplanılmıştır. Ayrıca rasyonlar da kullanılan diğer yem ham maddeleri ise Onikişubat ilçesinde bulunan özel bir hayvan çiftliğinden temin edilmiştir. Rasyonlarda kullanılan yem ham maddeleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarına getirilerek 65°C'de etüvde kurutulma işlemine tabii tutulmuştur.

### **Kimyasal analizler**

Rasyonlarda kullanılan yem ham maddeleri 1 mm'lik elekleri olan değirmende öğütülüp kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Yemlerin kuru madde (KM) içerikleri 65 °C' de 4 saat kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Ham kül (HK) içerikleri ise kül fırınında 550 °C'de yakılarak belirlenmiştir. Ham protein (HP) analizi ise Kjeldahl metodu kullanılarak yapılmıştır (AOAC, 1990). Ham yağ (HY) analizi AOAC (1990)'da belirtilen yöntemle yapılmıştır. Tarla

sarmaşığı ve yonca kuru otunun kondanse tanen içerikleri Makkar ve ark., (1995)'e göre belirlenmiştir. Kimyasal analizler üç tekerrür halinde yapılmıştır.

### **Yem ham maddelerinden rasyonların hazırlanması**

Kimyasal analizleri yapılan yem ham maddeleri laboratuvarında öğütülerek hassas terazide tartılmıştır. Rasyonlar kimyasal içeriklerine göre NRC (2007)'de kuzular için bildirilen değerler baz alınarak hazırlanmıştır. Rasyonların ham protein ve metabolik enerji içerikleri izo-kalorik ve izo-nitrojenik olacak şekilde %17 HP, 2500 kcal/kg KM enerjiye sahip 4 ayrı deneme rasyonu hazırlanmıştır. NRC (2007)'ye göre kuzu rasyonları için hazırlanan 4 farklı rasyonun içerikleri Çizelge 1' de verilmiştir. Rasyon 0 'da yer alan yonca kuru otu yerine artan seviyelerde %0 (Rasyon 1), %10 (Rasyon 2), %20 (Rasyon 3) ve %30 (Rasyon 4) olacak şekilde tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) kuru otu ikame edilmiştir.

Çizelge 1. Rasyonda kullanılan yem ham maddelerinin oranları (gr)

Table 1. Ratios of feed raw materials used in the ration (gr)

| YEM HAM<br>MADDELERİ | RASYONLAR |         |          |         |
|----------------------|-----------|---------|----------|---------|
|                      | I(%0)     | II(%10) | III(%20) | IV(%30) |
| ATK                  | 179.83    | 181.82  | 183.82   | 185.82  |
| Tarla Sarmaşığı      | 0         | 100     | 200      | 300     |
| Yağ                  | 35        | 35      | 35       | 35      |
| Buğday dane          | 193       | 164.48  | 135.96   | 107.43  |
| Yonca                | 550       | 450     | 350      | 250     |
| Mısır sapı samanı    | 16.17     | 42.70   | 69.22    | 95.75   |
| Tuz                  | 10        | 10      | 10       | 10      |
| Kireç taşı           | 15        | 15      | 15       | 15      |
| Mineral-Vitamin      | 1         | 1       | 1        | 1       |
| Toplam (gr)          | 1000      | 1000    | 1000     | 1000    |
| ME (kcal/kg KM)      | 2500      | 2500    | 2500     | 2500    |
| HP (%)               | 17        | 17      | 17       | 17      |

ATK; Ayçiçek tohumu küspesi, ME; Metabolik enerji, HP; Ham protein.

### **Hayvan materyali**

*In vitro* gaz üretim tekniğinin uygulanması için; Kahramanmaraş ilinde bulunan özel bir kesimhaneden 3 adet ivesi ırkı 55-60 kg canlı ağırlığındaki koyunlardan seçilerek rumen sıvısı alınmıştır.

### ***In vitro* gaz ve metan ölçümlerin yapılması**

Hazırlanan dört rasyonun gaz ve metan üretiminin belirlenmesinde Menke ve ark., (1979)'ın bildirmiş olduğu *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak yapılmıştır. Rasyonlar dört tekerrürlü olacak şekilde 100 ml'lik cam şırıngalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee- Ettlenschie ß, Germany) 0.5 g örnek ile 40 ml tamponlu rumen sıvısı (1:2), 24 saatlik inkübasyon için 39 °C' ye ayarlanmış su banyosunda bekletilerek fermantasyona tabi tutulmuştur. Fermantasyon sonucu cam şırıngalarda oluşan gazlardaki metan oranı kızılötesi metan cihazı ile ölçülmüştür (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) (Goel ve ark., 2008). Metan (ml) miktarları aşağıda bildirilen formülle hesaplanmıştır.

$$CH_4 \text{ üretimi (ml)} = \text{Toplam gaz üretimi (ml)} * CH_4 (\%)$$

Eq.(1)

**Gerçek sindirim derecesinin belirlenmesi**

Fermantasyon sonucu oluşan gazların ölçümlerinden sonra cam şiringalarda fermente olmuş substratlar cam behere koyularak üzerine 70 ml NDF çözeltisi eklenip 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Kaynatma işleminden sonra numuneler gooch por 1 krozelerinden süzme işlemine tabii tutularak işlem bitirilmiştir (Blümmel ve ark., 1997). Cam krozelerde süzme işlemi bittikten sonra içerisinde kalan yem örnekleri ile birlikte 75 °C' de etüvde 2 saat bekletilmiştir. Etüvden alınan cam krozeler desikatörde soğutulmaya alınmıştır ve daha sonra hassas terazide tartılmıştır. Aşağıda bildirilen formülde yerine koyularak rasyonların gerçek sindirim derecesi ve mikrobiyal protein değerleri hesaplanmıştır (Blümmel ve ark., 1997; Vercoe ve ark., 2010).

$$GSKM (\%): (\text{İnkübe olan substrat miktar} - \text{Süzme işleminden kalan substrat miktar}) * 100 \quad \text{Eq.(2)}$$

$$PF = (GSKM / GÜ) \quad \text{Eq.(3)}$$

$$MP (mg) = (GSKM - (2.2 * GÜ)) \quad \text{Eq.(4)}$$

$$MPSE = ((GSKM - (2.2 * GÜ))/GSKM) * 100 \quad \text{Eq.(5)}$$

$$GSD (\%) = (GSKM / \text{İnkübe olan substrat miktar}) * 100 \quad \text{Eq.(6)}$$

**Yem ham maddelerinin metabolik enerji değerleri ve organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi**

Yem ham maddelerinin metabolik enerji içerikleri (MJ/kg KM) ve organik madde sindirim dereceleri (OMSD) Menke ve Steingass (1988)' in bildirmiş olduğu formülle hesaplanmıştır.

$$ME (MJ/kg KM) = 1.68 + 0.1418 * GÜ + 0.073 * HP + 0.217 * HY - 0.028 * HK \quad \text{Eq.(7)}$$

$$OMSD (\%) = 14.88 + 0.8893 * GÜ + 0.448 * HP + 0.651 * HK \quad \text{Eq.(8)}$$

Bu eşitliklerde;

KM: Kuru madde (%)

GÜ: Yirmi dört saat sonucundaki gaz üretimi (ml/200 mg)

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül (%)

OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%)

ME:( MJ/kg KM): Metabolik enerji

Rasyonları oluşturan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonları, organik madde sindirim dereceleri ve metabolik enerji değerleri Çizelge 2' te verilmiştir.

Çizelge 2. Rasyonu oluşturan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonları

Table 2. Chemical compositions of feed raw materials that make up the ration

| Yem Örnekleri     | KM (%) | HK (%) | HP (%) | HY (%) | KT (%) | GÜ (ml) | OMSD (%) | ME J kg |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|---------|
| ATK               | 92.44  | 6.63   | 36.11  | 1.33   | -      | 40.05   | 70,98    | 10.33   |
| Tarla sarmaşığı   | 91.93  | 7.56   | 15.42  | 6.53   | 0.93   | 60.18   | 80,22    | 12.54   |
| Yonca             | 94.41  | 8.39   | 13.42  | 1.44   | 0.83   | 47.70   | 68,77    | 9.50    |
| Buğday Dane       | 90.60  | 1.46   | 11.90  | 1.59   | -      | 59.14   | 73,75    | 11.36   |
| Mısır Sapı Samanı | 94.37  | 5.90   | 3.64   | 2.20   | -      | 43.01   | 58,60    | 8.36    |

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, KT: Kondanse tanen, ME: Metabolik enerji, GÜ: Gaz üretimi (200 mg KM), OMSD: Organik madde sindirim derecesi. ME: Metabolik enerji

Elde edilen verilerin istatistik analizi (SPSS 2011) 23.0 paket programında tek yönlü varyans (ANOVA) analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Grupların ortalamaları arasındaki farklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Duncan, 1955).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Ruminantlarda rasyon kullanımı hayvanların yemlerden mümkün oldukça en iyi şekilde faydalanmasına olanak sağlar. Rasyon ile yemler kantitatif olarak karıştırılarak yemlerin ayrılması ve seçilmesi engellenir ve böylece yemler tek bir besin maddesi haline gelir (Boğa ve ark., 2022).

### *Rasyonların fermantasyon ve sindirim derecesi parametreleri*

Rasyonların gaz ve metan üretimleri, gerçek sindirim derecesi (GSD), gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), partitioning faktör (PF), mikrobiyal protein (MP) ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) değerleri Çizelge 3’de verilmiştir ( $P < 0.001$ ).

Çizelge 3. Rasyonların *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, sindirim derecesine ve mikrobiyal protein üretimi

Table 3. *In vitro* gas production, methane production, digestion degree and microbial protein production of diets

| Rasyonlar  | I      | II      | III      | IV       | SEM   | Sig.  |
|------------|--------|---------|----------|----------|-------|-------|
| Gaz (ml)   | 95.00  | 91.76   | 93.92    | 91.40    | 1.587 | 0.148 |
| Metan (ml) | 15.68a | 14.60b  | 12.99c   | 12.80c   | 0.170 | 0.000 |
| Metan (%)  | 16.51a | 15.91b  | 13.83c   | 14.00c   | 0.170 | 0.000 |
| GSKM (mg)  | 297.22 | 312.06  | 308.20   | 302.63   | 7.365 | 0.275 |
| PF         | 3.13b  | 3.40a   | 3.28ab   | 3.30ab   | 0.855 | 0.071 |
| MP (mg)    | 88.21b | 110.17a | 101.57ab | 101.53ab | 7.38  | 0.094 |
| MPSE (%)   | 29.68b | 35.28a  | 32.95ab  | 33.44ab  | 1.724 | 0.063 |
| GSD (%)    | 64.72  | 67.31   | 66.80    | 65.46    | 1.601 | 0.401 |

a,b,c Aynı satırda yer alan farklı simgeye sahip ortalamalar birbirinden farklıdır. SEM = Standart error mean. Sig.: Önem seviyesi, GSD: Gerçek sindirim değeri, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde, PF: Partitioning factor, MP: Mikrobiyal protein üretimi, MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği.

Kuzu rasyonlarına artan seviyelerde yonca kuru otu yerine tarla sarmaşığı otunun ikame edilmesiyle  $CH_4$  (ml),  $CH_4$  (%), PF, MP (mg) ve MPSE (%) değerlerini istatistiksel olarak önemli seviyede etkilemiştir ( $P < 0.005$ ). Rasyonların pearson’s korelasyon analizi Çizelge 4’ te verilmiştir.

Çizelge 4’ de görüldüğü gibi GSKM miktarı ile GÜ, metan (ml) ve metan (%) arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. GSKM miktarı arttıkça GÜ, metan (ml) ve metan (%) değerleri azalmıştır. Metan (ml) ve metan (%) ile PF, MP, MPSE ve GSD arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Metan (ml) ve metan (%) miktarları düştükçe GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD miktarları yükselmektedir. Rasyonlarda GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD değerleri arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur ( $P < 0.01$ ).

Tarla sarmaşığı otunun artan seviyelerde kuzu rasyonlarına ilavesiyle gaz üretim miktarlarında azalma görülmüştür. En yüksek gaz üretim değerine rasyon I’ de görülürken, en düşük değere rasyon 4’ te görülmektedir. Gaz üretim değerleri 91.40 ml ile 95.00 ml arasında değişmiştir. Fermantasyon sonucu açığa çıkan gaz miktarı fermente olabilen karbonhidrat miktarı ile ilişkilidir (Sampath ve ark., 1995). Fermente olan karbonhidrat miktarı arttıkça gaz üretim miktarı da artmaktadır. Fermantasyon sonucu oluşan uçucu yağ asitleri tampon çözelti ile tepkimeye girerek indirekt gaz oluşmasına sebep olmaktadır (Wolin,1960). Yemler seçilirken sadece gaz üretimlerine göre değil, fermantasyon sonucunda fermente olan kısımlarının da değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Özkan ve ark., 2020).

Çizelge 4. Rasyonların fermantasyon ve sindirim değerleri arasındaki Pearson korelasyonu

Table 4. Pearson correlation between fermentation and digestion values of diets

|            | GÜ      | Metan (ml) | Metan (%) | GSKM (mg) | PF      | MP (mg) | MPSE (%) |
|------------|---------|------------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| Metan (ml) | 0,426   |            |           |           |         |         |          |
| Metan (%)  | 0.155   | 0.960**    |           |           |         |         |          |
| GSKM (mg)  | -0.083  | -0.162     | -0.140    |           |         |         |          |
| PF         | -0.642* | -0.358     | -0.184    | 0.817 **  |         |         |          |
| MP (mg)    | -0.516  | -0.329     | -0.189    | 0.896**   | 0.988** |         |          |
| MPSE (%)   | -0.656* | -0.382     | -0.205    | 0.806**   | 0.999** | 0.985** |          |
| GSD (%)    | 0.15    | -0.116     | -0.119    | 0.987**   | 0.750** | 0.842** | 0.738**  |

\*Korelasyon önem seviyesi \* 0.05 \*\* 0.01. GÜ: Gaz üretimi 500 mg KM. CH<sub>4</sub> (ml) ve CH<sub>4</sub> (%): Rasyonların metan üretim miktarı. GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde. PF: Partitioning faktör. MP: Mikrobiyal protein. MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği. GSD: Gerçek sindirim derecesi

Rasyonlara artan seviyelerde tarla sarmaşığı otunun ilave edilmesi ile fermantasyon sonucu metan üretimlerinde azalma görülmüştür. En yüksek değer rasyon I' de 15.68 ml görülürken en düşük değer rasyon 4' te 12.80 ml görülmektedir. Tarla sarmaşığı otu rasyonlarının fermantasyon sonucu açığa çıkan metan üretim miktarında rasyon I' e kıyasla rasyon IV' ün % 18.36 düşürdüğü görülmüştür. Ruminant hayvanlarda metan üretimi sindirilebilir enerjinin %2-12'si arasında enerji kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Johnson & Johnson 1995). Rasyonlarda metan üretiminin düşmesiyle sindirilebilir enerjiden kaynaklı enerji kaybında azalma olduğu söylenebilir. Lopez et al., (2010) yapmış olduğu çalışmada yemlerin metan üretim potansiyelleri değerlendirirken, %11-14 arasında düşük anti-metanojenik, %6-11 arasında orta anti-metanojenik ve %0-6 arasında yüksek anti-metanojenik potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tarla sarmaşığı otunun kuzu rasyonlarına ilavesi ile metan üretim potansiyelleri bakımından rasyon III ve rasyon IV' ün düşük anti-metanojenik sınıflandırmaya girdiği görülmüştür. Yapılan bir çalışmada yemlerin PF değerlerinin mikrobiyal protein sentezleme etkinliğini belirleyen önemli bir unsur olduğu ve PF değerlerinin 2.75- 4.41 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca yemlerde PF değerlerinin yükselmesi ile birlikte mikrobiyal protein sentezleme etkinliğinin de artacağı bildirilmiştir (Blümmel & Lezbien, 2001). Rasyonların PF değerleri 3.13 ile 3.40 arasında olduğu görülmüştür. En yüksek PF değeri rasyon II'de görülürken, en düşük değer rasyon I' de olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadaki rasyonların PF değerleri hayvan besleme uzmanlarının istediği değerler arasında bulunmuştur. Rasyonlarda MP (mg) değerleri değişkenlik göstermiştir. En yüksek MP değeri rasyon II'de 110.17 mg olduğu gözlenirken, en düşük MP değerinin rasyon I' de 88.21 mg olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanlarda mikrobiyal protein sindirim derecesi %74 ile % 90 arasında değiştiği bildirilmiştir (Russel & Rychlik, 2001). Rasyonlarda mikrobiyal protein üretiminin artmasıyla mikrobiyal protein sindirim derecesinin de artabileceği söylenebilir. Rasyonlarda MPSE (%) değerleri %29.68 ile %35.28 arasında değişmektedir. MPSE değerini belirleyen en önemli faktörlerin PF ve gaz üretim miktarı olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Blümmel ve ark., 2005; Blümmel & Lezbien, 2001). En yüksek MPSE (%) değeri rasyon II' de olduğu ve en düşük değer ise rasyon I' de olduğu tespit edilmiştir. PF değeri artarken gaz üretim miktarının düşmesi mikrobiyal protein üretiminin artmasına ve dolayısıyla MPSE'nin de artmasına neden olmaktadır (Blümmel & Lezbien, 2001; Blümmel ve ark., 2005).

Sonuç olarak, araştırmadaki in vitro bulgular tarla sarmaşığı kuru otunun artan seviyelerde yonca kuru otu yerine kuzu rasyonlarına ikame edilmesiyle düşük anti-metanojenik etkisinin olduğu görülmüştür. Rasyonlar da PF, MP ve MPSE' yi de arttırdığı tespit edilmiştir. Çayır ve meralar alternatif yem kaynakları açısından değerli kaba yem bitkileri



içermesi nedeniyle tarla sarmaşığı otunun ruminant hayvanlar için otlatmanın yanı sıra rasyonlara katılmasıyla da olumlu etkiler gösterebileceği düşünülmektedir. Ayrıca rasyonlarda kullanılan yem ham maddelerinin besin madde içerikleri ve metabolik enerji değerleri ticari rasyonların tasarlanmasında ve optimizasyonunda kullanılabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmada in vitro analizler ile elde edilen bulguların in vivo çalışmalar ile desteklenmesine ihtiyaç vardır.

#### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### ETİK ONAY BEYANI

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

#### KAYNAKLAR

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). *Official Method of Analysis*. 15th. ed. Washington DC. USA, 66-88.
- Blümmel, M., & Lebzien, P. (2001). Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by *in vitro* techniques. *Live Production Science*, 68 (2-3), 107-117. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00241-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00241-4)
- Blümmel, M., Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Nshalai, I., Umunna, N.N., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (2005). Prediction of forage intake using in vitro gas production methods: Comparison of multiphase fermentation kinetics measured in an automated gas test, and combined gas volume and substrate degradability measurements in a manual syringe system. *Animal Feed Science and Technology*, 123, 517-526. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.040>
- Blümmel, M., Makkar, H.P.S., Chisanga, G., Mtimuni, J., & Becker, K. (1997). The prediction of dry matter intake of temperate and tropical roughages from in vitro digestibility/gas-production data, and the dry matter intake and in vitro digestibility of African roughages in relation to ruminant liveweight gain. *Animal Feed Science and Technology*, 69 (1-3), 131-141. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)81628-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)81628-8)
- Boğa, M., Avcı, B.C., & Kılıç, H.N. (2022). Evaluation of some commercial food rations in terms of chemical composition, methane production, net energy and organic substance digestibility. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10 (6), 1095-1101.
- Canbolat, Ö. (2012). Potential nutritive value of field binweed (*Convolvulus arvensis L.*) hay harvested at three different maturity stages. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 331-335.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 (1), 1-42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- IPCC. (2001). Climate change, Intergovernment Panel on Climate Change 2001. The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Goel, G., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (2008). Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147 (1-3), 72-89. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.010>
- Johnson, K.A., & Johnson, D.E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73 (8), 2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>


- Jurado-Expósito, M., López-Granados, F., Atenciano, S., Garcia-Torres, L., & González-Andújar, J.L. (2003). Discrimination of weed seedlings, wheat (*Triticum aestivum*) stubble and sunflower (*Helianthus annuus*) by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Crop Protection*, 22 (10), 1177-1180. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00159-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00159-5)
- Klieve, A.V., & Hegarty, R.S. (1999). Opportunities of biological control of ruminant methanogenesis. *Australian Journal Agricultural Research*, 50, 1315-1319.
- Liebman, M., Mohler, C.L., & Staver, C.P. (2001). *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press.
- López, S., Makkar, H.P., & Soliva, C.R. (2010). Screening plants and plant products for methane inhibitors. In *in vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies (pp. 191-231). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-3297-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-90-481-3297-3_10)
- Makkar, H.P.S., Blummel, M., & Becker, K. (1995). Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *British Journal of Nutrition*, 73 (6), 897-913. <https://doi.org/10.1079/BJN19950095>
- Menke, K.H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93 (1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>
- NRC. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids* National Academy of Science.
- Özkan, Ç.Ö., Cengiz, T., Yanık, M., Evlice, S., Selçuk, B., Ceren, B., & Kamalak, A. (2020). Ruminant hayvan beslemede kullanılan bazı kaba ve kesif yemlerin *in vitro* gaz üretiminin, metan üretiminin, sindirim derecesinin ve mikrobiyal protein üretiminin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3 (1), 56-60.
- Russell, J.B., & Rychlik, J.L. (2001). Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, 292 (5519), 1119-1122. <https://doi.org/10.1126/science.1058830>
- Sampath, K.T., Wood, C.D., & Prasad, C.S. (1995). Effect of urea and by-products on the *in-vitro* fermentation of untreated and urea treated finger millet (*Eleusine coracana*) straw. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67 (3), 323-328. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740670308>
- Schutte, B.J., & Lauriault, L. (2015). Nutritive value of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) roots as a potential livestock feed and the effect of *Aceria malherbae* on root components. *Weed Technology*, 29 (2), 329-334. <https://doi.org/10.1614/WT-D-14-00112.1>
- SPSS. (2011). *IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0*. New York: IBM Corp 440.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
- Vercoe, P.E., Makkar, H.P.S., Schlink, A., (Eds). (2010). *In vitro* screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies. Springer, London, New York. pp. 191-231. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3297-3>
- Wolin, M.J. (1960). A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43 (10), 1452-1459. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(60\)90348-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(60)90348-9)

## Determination of fresh and dry herb yield and quality characterization of different coriander (*Coriandrum sativum* L.) populations grown under Eastern Mediterranean conditions

Doğu Akdeniz koşullarında yetiştirilen farklı kişniş (*Coriandrum sativum* L.) popülasyonlarında taze-kuru herba verim ve kalite karakterizasyonlarının belirlenmesi

Ahmet MERT<sup>1</sup> , Nadire Pelin BAHADIRLI<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya, Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ABSTRACT  |
|---|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 25.07.2023<br/>Accepted / Kabul: 22.10.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Essential oil<br/>Coriander<br/>Cilantro<br/>Fresh yield<br/>Seed size</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Uçucu yağ<br/>Kişniş<br/>Aş otu<br/>Yaş verim<br/>Tohum büyüklüğü</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Nadire Pelin BAHADIRLI<br/>pelinbahadirli@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p><i>Coriandrum sativum</i> L., an annual herb from the Apiaceae family, is widely distributed in Near Eastern countries, including the Middle East. Fresh herb and dry seeds have culinary and medicinal uses. In this study, ten different coriander seed samples, collected from various regions of Türkiye were cultivated under the same ecological conditions in the Eastern Mediterranean region. These samples were chosen based on seed size. The study employed samples obtained from Denizli, Hatay (Altınözü, Samandağ), Ankara, Burdur, in addition to five commercially available seed samples. The objective of this research was to assess herb yield and some quality characteristics within these populations. The cultivated populations were assessed for plant height, number of branches, fresh leaf rate, fresh herb yield, fresh herb essential oil (EO) yield, dry herb yield, and dry herb EO yield. Plant height varied between 29.0 and 40.6 cm; with the number of branches ranging from 3.4 to 5.0 per plant, and the fresh leaf rate was between 35.9% and 44.9%. The fresh herb yields of the samples were 687.93-1902.5 kg da<sup>-1</sup>, while the fresh herb EO content was approximately 0.03%. Dry herb yield was ranged 89.7-279.9 kg da<sup>-1</sup>, dry herb EO yield ranging 0.2 to 0.5 L da<sup>-1</sup>. Samples originating from Altınözü exhibited superior results in terms of fresh herb yield, fresh herb EO content, dry herb yield and dry herb EO yield.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Ülkemizde genellikle kişniş olarak bilinen <i>Coriandrum sativum</i> L., Orta Doğu ülkeleri de dahil olmak üzere Yakın Doğu ülkelerinde doğal olarak bulunan Apiaceae familyasından tek yıllık bir bitkidir. Taze herba ve kuru tohumlar gıda, aroma verici ve ilaç olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin edilmiş on farklı kişniş tohum örnekleri aynı ekolojik koşullarda (Doğu Akdeniz) yetiştirilmiştir. Denizli, Hatay (Altınözü, Samandağ), Ankara, Burdur illerinden temin edilen tohumlarla birlikte beş farklı ticari tohum örneği materyal olarak kullanılmıştır. Tohumlar boyutlarına göre seçilmiştir. Çalışmanın amacı aynı koşullarda yetiştirilen popülasyonlarda herba verimi ve bazı karakterlerin incelenmesidir. Popülasyonlarda bitki boyu, dal sayısı, taze yaprak oranı, taze ot verimi, taze ot uçucu yağ (UY) oranı, kuru ot verimi, kuru ot UY verimi incelenmiştir. Bitki boyu 29.0-40.6 cm arasında; dal sayısı ise 3.4-5.0 adet arasında değişim göstermiştir. Taze yaprak oranı ise %35.9-44.9 arasında değişim göstermiştir. Taze ot verimi 687.9-1902.5 kg da<sup>-1</sup> arasında değişirken, taze ot UY oranı genel olarak %0.03 değerinde bulunmuştur. Kuru ot verimi 89.7-279.9 kg da<sup>-1</sup>, kuru ot UY verimi ise 0.2-0.5 L da<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Altınözü orijinal örneklerde taze ot verimi, taze ot UY miktarı, kuru herba verimi ve kuru herba UY verimi açısından yüksek sonuç alınmıştır.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>  | Mert, A., & Bahadırılı, P. (2024). Determination of fresh and dry herb yield and quality characterization of different coriander ( <i>Coriandrum sativum</i> L.) populations grown under Eastern Mediterranean conditions. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 55-61. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1332801">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1332801</a>   |

## INTRODUCTION

*Coriandrum sativum* L., commonly known as coriander, is an annual culinary herb and spice belonging to the Apiaceae family (Yousuf et al., 2014). This species is native to Middle East and Near East countries including Afghanistan, Iran, Lebanon, Syria, Pakistan, Palestine, Saudi Arabia, Sinai, Transcaucasia, and Türkiye. Furthermore, coriander has been cultivated almost in every continental (Nurzynska-Wierdak, 2013). Coriander is known as “Chinese parsley”, “dhanía”, “cilantro” in English and “kişniş”, “aş otu”, and “kuzbara” in Turkish (Baytop, 2015; Naeem et al., 2022). The fresh leaf of this plant has a wide culinary use in Asia and America while its seeds generally used for culinary in Mediterranean region (Ciju, 2019). India is the largest producer and exporter of *C. sativum* with an estimated area of 468000 ha (Gantait et al., 2022). Russia, Bulgaria, Mexico, USA, Argentina, China, Romania, Italy, Japan, Hungary, Poland, Czechia, Morocco, and India are the main producer countries (Tiwari et al., 2002). Production areas of coriander in Türkiye were 2612 da and 1571 da in 2021 and 2022 (TUIK, 2023). Türkiye also contributes to the cultivation and consumption of *C. sativum*, primarily in regions such as Konya, Burdur, İzmir, Denizli and around Erzurum where it is grown and utilized as both fresh and dry herb.

The genus *Coriandrum* comprises two species found in the flora of Türkiye: *C. sativum* L. and *C. tordylium* (Fenzl) Bornm. Among these, *C. sativum* is the most widely utilized species from the flora. All aerial parts of the plant, including fresh and dried leaves and seeds, are employed in various applications, such as in food and beverages for flavoring and preservation, in perfumery for fragrances and in pharmaceutical products for therapeutic purposes (Mandal & Mandal, 2015). There are seven cultivars registered in Türkiye as Pel-Mus, Gamze, Erbaa, Kudret-K, Gürbüz, Arslan and Sancar Bey (TTSM, 2023). Studies showed that coriander plant parts and secondary metabolites have antioxidant, anti-bacterial and anti-fungal activities (Asgarpanah & Kazemivash, 2012; Mandal & Mandal, 2015). Seed essential oil from this plant mainly have linalool, nerol acetate,  $\gamma$ -terpinene and  $\alpha$ -pinene. On the other hand, fresh herb essential oil components were reported as cyclodecanol, 1-decanol, decanal, and 2-Dodecenal (Bahadirli et al., 2016).

Cultivation of coriander in different climatic conditions have also been investigated (Kaya et al., 2000; Kan & Ipek, 2002; Tunçturk, 2011; Katar et al., 2016; Kaplan and Cosge, 2021). In those studies, mainly Turkish varieties were investigated and compared.

The primary objective of this study was to cultivate various coriander seed samples of different origins and compare their herb yield and yield components under the climatic conditions of the Eastern Mediterranean region.

## MATERIALS and METHODS

### *Plant material*

In the experiment, ten different coriander seed samples (from Türkiye) were chosen according to their seed size and used as a plant material (Table 1). Field experiments were conducted in Hatay Mustafa Kemal University Telkalis Experimental Station fields in years of 2014 and 2015. Figure 1 shows the seed size and color of the selected materials. The seed samples of local species (Hatay) were obtained from farmers and the other samples were supplied from herbalists from other provinces. Seed size is a very important parameter for coriander to discriminate its varieties. In the present study, seed diameters lower than 3 mm were classified as small and larger than this value were classified as big.

Table 1. Coriander seed samples, source, and seed size

## Çizelge 1. Kışniş tohum örneklerinin temin edildiği yerler ve tohum büyüklükleri

| Population Codes | Description    | Seed Size |
|------------------|----------------|-----------|
| 1                | Denizli        | Big       |
| 2                | Altınözü/Hatay | Big       |
| 3                | Ankara         | Small     |
| 4                | Burdur         | Small     |
| 5                | Samandağ/Hatay | Big       |
| 6                | Commercial-1   | Big       |
| 7                | Commercial-2   | Big       |
| 8                | Commercial-3   | Small     |
| 9                | Commercial-4   | Big       |
| 10               | Commercial-5   | Big       |

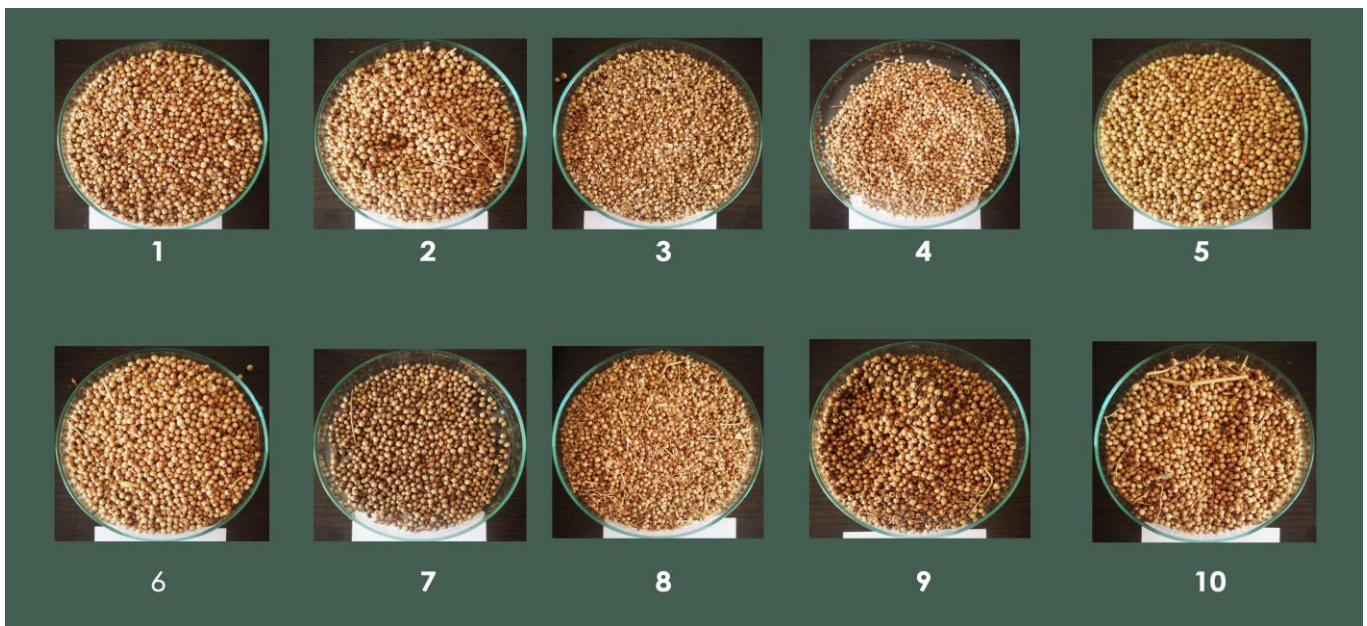


Figure 1. Seed size and colors of ten *C. sativum* seed samples  
 Şekil 1. *C. sativum* tohum örneklerine ait tohum büyüklüğü ve renkleri

### Experimental design and evaluation of the experiments

Experiments were carried out over the research area of Hatay Mustafa Kemal University Agricultural Research Center (36°15'13.3"N, 36°30'08.7"E; 96 m) during the winter growing season in 2014-2015. Seeds were sown directly into the field on 18th November in 2014. Soil samples were taken from 0-30 cm of soils from different parts of the experimental area to determine some soil properties. Analysis of the soil samples revealed the following findings: pH: 7.63, organic matter: 1.58%, nitrogen (N): 0.079%, phosphorus (P): 19.7 kg da<sup>-1</sup>, potassium (K): 104.5 kg da<sup>-1</sup>, iron (Fe): 8.75 ppm, zinc (Zn): 0.21 ppm, lime: 21.66%, conductivity (EC): 942 µS/cm and soil type were found as clay-loam. Fertilizers were applied before sowing at the rate of 4 kg pure phosphorus and 4 kg pure nitrogen per decare.

Meteorological data observed near the experimental area by the Hatay Meteorology Directorate were summarized in Table 2. The experimental area has typical Mediterranean climate with hot dry summers and warm winters.

Experiments were conducted in in a "randomized complete block design" with three replications.

The experimental plot size was 7.2 (m<sup>2</sup>) with rows spacing of 0.30 m. The spaces between blocks were 3m and between plots were 1 m. Total experimental area was 228 m<sup>2</sup> and 2.5 kg da<sup>-1</sup> seeds were calculated and used.



Table 2. Meteorological data of the experimental area between November 2014 and March 2015

*Çizelge 2. Kişniş tohum örneklerinin yetiştirildiği yerlere ait Kasım 2014-Mart 2015 yılları arasındaki meteorolojik verileri*

| Months   | Maximum Temp. (°C) | Minimum Temp. (°C) | Humidity (%) | Precipitation (mm) |
|----------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| November | 25.7               | 0.3                | 97.0         | 11.2               |
| December | 19.6               | -3.1               | 99.0         | 45.1               |
| January  | 17.7               | -4.6               | 99.0         | 160.6              |
| February | 20.2               | -0.6               | 99.0         | 14.8               |
| March    | 26.5               | 2.1                | 97.0         | 145.3              |

Data were obtained from Hatay Meteorology Directorate.

Harvesting was carried out before stem elongation period of plants in March 2015. Populations 5 and 6 were harvested in 4th of March while Populations 1, 2, 3, 7, 9, 10 were harvested in 8th of March and the remaining Populations (4 and 8) were harvested in 20th of March in 2015.

Investigated traits;

- **Plant height:** Taken as the average of heights of the ten plants per plot measured from the soil surface to the top-most growth point of plants.
- **Number of branches per plant:** The numbers of branches on the main stem were counted from ten plants in each plot
- **Fresh leaf rate:** 100 g of herbs were weighed, and later leaf and branches were separated, and leaves were weighed again, and then fresh leaf rate were calculated
- **Fresh herb yield:** Calculated as the sum of the herbs harvested from the net plot area and transformed to kg per da.
- **Fresh herb essential oil content:** 200 g of fresh herbs were water distilled with Clevenger type apparatus and essential oil contents were measured as percentages.
- **Dry herb yield:** Calculated as the sum of dried herbs (dried in room conditions at 24 °C) from the net plot area and transformed to kg per da.
- **Dry herb essential oil (EO) yield:** Dry herbs were water distilled with Clevenger type apparatus and essential oil (EO) contents were calculated as L per da in dry herb.

The experimental data were subjected to analysis of variance with SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) statistical program. The comparison of the means was carried out with the Duncan's multiple comparison test. According to the results, all sample groups were lettered, and the results were interpreted.

## RESULTS and DISCUSSIONS

In the present study, 10 different seed samples, obtained from different geographic regions of Turkey, were cultivated in Amik Plain (Hatay, Türkiye) and some of their properties were determined. All of the investigated properties were found statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) (Table 3). Plant height of the samples were ranged between 29.0 and 40.6 cm. The samples from Ankara province were found to have lowest plant height while Commercial-4 had the highest plant height. On the other hand, Denizli, Altinözü, Burdur, Samandag, Commercial-2, 3, 4, 5 samples were found to have similar plant heights. There were several studies on plant height of coriander. Kan and Ipek (2002) found reported a plant height of 40.8-58.5 cm; Gumuscu et al. (2007) 49.7- 68.7 cm; Tunçturk (2011) 36.7-52.2 cm; Katar et al. (2016) 36.9-75.6 cm, Ozyazici and Bektas (2021) 64.3-75.9 and Kaplan and Cosge Senkal (2021) 46.7-51.9 cm. In addition, it was generally observed that large-fruited and early ecotypes produced shorter plant heights while small-fruited and



late-fruited ecotypes produced longer plant heights (Telci et al., 2006). Furthermore, the higher plant height results obtained in previous studies may be due to longer growth period for seed maturity for harvest. In the present study, there were no correlation between plant height and seed size.

Number of branches is another parameter that correlated with plant yield. Numbers of branches were found between 5.03 and 3.40 per plant. The highest numbers of branches per plant were observed from Samandağ and Commercial 1 samples while the lowest result was determined from Commercial-5 samples. Number of branches also varied according to different previous studies such as Kaya et al. (2000) with 3.7-7.7; Kan and Ipek (2002) with 5.03-13.8; Tunçturk and Tunçturk (2008) with 5.3-5.9; Tunçturk (2011) with 5.0-6.5; Katar et al. (2016) with 4.3-7.6 and Kaplan and Cosge Senkal (2021) with 4.5-5.1. These results shows that the number of branches could be affected by ecology and genotypes. On the other hand, different harvesting times could be effective on variations of the results.

Coriander fresh leaf and herb can also be used in culinary. Therefore, fresh leaf yield and herb yield are important parameters to observed samples differences. Fresh leaf rate of the samples was ranged between 35.9 and 44.9%. The highest fresh leaf yield was found in Denizli originated samples, while the lowest result was found in Commercial-5 samples.

The results of the fresh herb yield, fresh herb essential oil (EO) content, dry herb yield and dry herb EO yield obtained from field experiment were given in Table 4. Fresh herb yields of the samples were found between 687.9 and 1902.5 kg da<sup>-1</sup>. The highest result was obtained from Altınözü samples while the lowest was obtained from Commercial-1 samples.

Table 3. Results of plant height, number of branches and fresh leaf rate according to coriander samples

*Çizelge 3. Kişniş populasyonlarına ait bitki boyu, dal sayısı, taze yaprak oranı sonuçları*

| Populations | Plant height (cm) | Number of Branches (per plant) | Fresh Leaf Rate (%) |
|-------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|
| 1           | 39.8 a            | 3.7 cd                         | 44.9 a              |
| 2           | 38.8 ab           | 4.0 bcd                        | 42.1 ab             |
| 3           | 29.0 c            | 4.3 abcd                       | 43.4 ab             |
| 4           | 38.7 ab           | 4.4 abc                        | 38.7 bc             |
| 5           | 39.5 a            | 5.0 a                          | 41.8 abc            |
| 6           | 35.1 b            | 5.0 a                          | 43.3 ab             |
| 7           | 37.8 ab           | 4.1 bcd                        | 43.9 ab             |
| 8           | 36.7 ab           | 4.7 ab                         | 38.7 bc             |
| 9           | 40.6 a            | 4.3 abcd                       | 39.2 abc            |
| 10          | 39.9 a            | 3.4 d                          | 35.9 c              |

\* The means given in each column followed by different letters are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

In a previous study, fresh herb weights were found between 12.9 and 34.8 g from the sample cv. Santo in America (Meyering et al., 2019). Comparing to the results of fresh herb yield from Inan et al. (2007) as found as 845.6-906.5 kg da<sup>-1</sup>, most of our results were found to be higher. Fresh herb EO contents were found to be very similar in all populations changing between 0.027-0.030%. Many of the previous EO studies were focused on the seed EO. Inan et al. (2007) found fresh EO content as 0.04% while Bhuiyan et al. (2009) reported an EO content of 0.10%. These different results could be the outcomes from different ecology and genotypes. Dry herb yields were divided into four groups between 89.7 and 279.9 (kg da<sup>-1</sup>), the highest yield was observed in Altınözü while the lowest result was obtained from Commercial-1 sample. Similar to our results, Inan et al. (2007) found dry herb yield between 201.8-220.5 kg da<sup>-1</sup>. In the present study, dry herb EO yields of the samples were also calculated from dry herb essential oil contents. The highest dry herb EO yields were observed from population 2 and population 9.

Table 4. Fresh herb yield, fresh herb EO content, dry herb yield and dry herb EO yield results of different populations  
Çizelge 4. Taze herba verimi, taze herba UY oranı, kuru herba verimi ve kuru herba UY verimi

| Populations | Fresh Herb Yield (kg da <sup>-1</sup> ) | Fresh Herb EO Content (%) | Dry Herb Yield (kg da <sup>-1</sup> ) | Dry Herb EO Yield (L da <sup>-1</sup> ) |
|-------------|---|---------------------------|---------------------------------------|---|
| 1           | 1511.2 ab                               | 0.027 ab                  | 224.4 ab                              | 0.380 abcd                              |
| 2           | 1902.5 a                                | 0.030 a                   | 279.9 a                               | 0.507 a                                 |
| 3           | 1091.2 bc                               | 0.023 ab                  | 151.3 bc                              | 0.257 de                                |
| 4           | 1815.7 a                                | 0.023 ab                  | 195.1 ab                              | 0.360 bcd                               |
| 5           | 1567.2 ab                               | 0.027 ab                  | 199.3 ab                              | 0.363 bcd                               |
| 6           | 687.9 c                                 | 0.030 a                   | 89.7 c                                | 0.207 e                                 |
| 7           | 1660.0 a                                | 0.027 ab                  | 239.8 a                               | 0.397 abc                               |
| 8           | 1743.8 a                                | 0.020 b                   | 202.6 ab                              | 0.283 cde                               |
| 9           | 1729.7 a                                | 0.027 ab                  | 214.7 ab                              | 0.423 ab                                |
| 10          | 1566.8 ab                               | 0.027 ab                  | 229.6 ab                              | 0.383 abcd                              |

\* The means given in each column followed by different letters are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

In summary, among the studied populations, Populations 2, 4, 7, 8, and 9 exhibited noteworthy performance in terms of fresh herb yield, while only Population 2 displayed a higher essential oil (EO) yield. Populations 2 and 9 were found to possess elevated EO content compared to the remaining populations. The findings suggest that Hatay, located in Türkiye, is well-suited for the cultivation of coriander intended for fresh herb consumption. It is worth noting that the EO contents observed in this study were comparatively lower than those reported in previous research, which may be attributed to ecological and varietal factors.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was presented as an oral presentation at the MESMAP-6 in 2020 and was published as an abstract.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

#### REFERENCES

- Asgarpanah, J., & Kazemivash, N. (2012). Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of *Coriandrum sativum* L. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 6 (31), 2340-2345. <https://doi.org/10.5897/AJPP12.901>
- Bahadiri, N.P., Turkmen, M., & Mert, A. (2016). Determination of fresh herb and seed essential oil rate and component of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 9 (2), 20-22.
- Baytop, T. (2015). *Türkçe Bitki Adları Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu Yayınları, ISBN: 975- 1605423.
- Bhuiyan, N.I., Begum, J., & Sultana, M. (2009). Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 4, 150-153. <https://doi.org/10.3329/bjp.v4i2.2800>
- Ciju, R.J. (2019). *Cilantro, the Coriander Greens*. Agrihortico, ISBN: 1230003230626.

- Gantait, S., Sharangi, A.B., Mahanta, M., & Meena, N.K. (2022). Agri-biotechnology of coriander (*Coriandrum sativum* L.): An inclusive appraisal. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 106 (3), 951-969. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11787-4>
- Gumuscu, A., Ipek, A., & Gumuscu, G. (2007). Determination of the performance of registered coriander (*Coriandrum sativum* L.) varieties under Çumra (Konya) conditions. *Türkiye VII. Field Crops Conference*, 25-27 June 2007, Erzurum, 521-525.
- Inan, M., Kaya, D.A., & Kirici, S. (2007). Determination of yield and essential oil ratios in forms of coriander (*Coriandrum sativum* L.) in different development periods. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 June 2007, Erzurum, 571-574.
- Kan, Y., & Ipek, A. (2002). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) yield and some properties. *14. Herbal Pharmaceutical Raw Materials Meeting*, Eskişehir, ISBN: 975-94077-2- 8.
- Kaplan, G., & Cosge, S.B. (2021). Effects of different phosphorus doses on yield, yield components and essential oil ratio of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Akademik Ziraat Dergisi*, 10 (2), 371-378. <https://doi.org/10.29278/azd.827800>
- Katar, D., Katar, N., & Katar, N. (2016). Yields and quality performances of coriander (*Coriandrum sativum* L.) genotypes under different ecological conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 21 (1), 79-87. <https://doi.org/10.17557/tjfc.77478>
- Kaya, N., Yilmaz, G., & Telci, I. (2000). Agronomic and technological properties of coriander (*Coriandrum sativum* L.) populations planted on different dates. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 355-364.
- Mandal, S., & Mandal, S. (2015). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5 (6), 421-428. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.04.001>
- Meyering, B., Hoeffner, A., & Albrecht, U. (2020). Reducing preharvest bolting in open-field-grown Cilantro (*Coriandrum sativum* L. cv. Santo) through use of growth regulators. *HortScience*, 55 (1), 63-70. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14614-19>
- Naeem, M.Y., Kizildeniz, T., Al Kaddour, A., Tursun, A.O., & Movila, M. (2022). Coriander (*Coriandrum sativum* L.) A nutritional, aromatic and medicinal herb. IKSAD Publishing House. ISBN: 978-625-8423-86-0.
- Nurzynska-Wierdak, R. (2013). Essential oil composition of the coriander (*Coriandrum sativum* L.) herb depending on the development stage. *Acta Agrobotanica*, 66 (1), 53-60. <https://doi.org/10.5586/aa.2013.006>
- Ozyazici, G., & Bektas, Y. (2021). Variation of some plant growth parameters in coriander (*Coriandrum sativum* L.) with Copper application. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8 (3), 311-319. <https://doi.org/10.19159/tutad.990602>
- Telci, I., Toncer, O.G., & Sahbaz, N. (2006). Yield, essential oil content and composition of *Coriandrum sativum* varieties (var. *vulgare* Alef and var. *microcarpum* DC.) grown in two different locations. *Journal of Essential Oil Research*, 18, 189-193. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699063>
- Tiwari, R.S., Ankur Agarwal, S., Sengar, C., & Agarwal, A. (2002). Effect of dates of sowing and number of cuttings on growth, seed yield and economics of coriander cv. Pant Haritima. *Crop Research-Hisar*, 23 (2), 324-329.
- TUIK. (2023). *Turkish Statistical Institute. Spices Index*. <https://www.tuik.gov.tr> (Access date: 01.06.2023).
- Tunçturk, M., & Tunçturk, R. (2008). Effect of different nitrogen doses applications on yield and yield characteristics of some coriander populations. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13 (1), 39-44.
- Tunçturk, R. (2011). Effects of different row spacings on the yield and quality in coriander (*Coriandrum sativum* L.) cultivars. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Science*, 21 (2), 89-97.
- TTSM. (2023). Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry Variety Registration and Seed Certification. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=85> (Access date: 01.06.2023).
- Yousuf, M.N., Brahma, S., Kamal, M.M., Akter, S., & Chowdhury, M.E.K. (2014). Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, and sulphur on the growth and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39 (2), 303-309. <http://dx.doi.org/10.3329/bjar.v39i2.20433>

## Aydın / Koçarlı'da fıstık çamı ağaçlarının bazı ibre özelliklerinin belirlenmesi

Determination of some needle characteristics of stone pine tree in Aydın / Koçarlı

Hajir Dawood Sulaiman JOBAN<sup>1</sup> , Serra HEPAKSOY<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Kerkük Tarım Müdürlüğü, Muhasebe Bölümü, Kerkük, Irak.

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ÖZET   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 04.09.2023<br/>Accepted / Kabul: 26.10.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/><i>Pinus pinea</i> L.<br/>Türkiye<br/>Aydın<br/>İbre yaşı<br/>Vejetatif gelişme</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Pinus pinea</i> L.<br/>Türkiye<br/>Aydın<br/>Needle age<br/>Vegetative development</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Serra HEPAKSOY<br/>serra.hepaksoy@ege.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Stone pine, which has the largest cone in the family of <i>Pinaceae</i>, has started to be accepted as a hard-shelled fruit species in recent years. The main areas that provide the most suitable climatic conditions in Türkiye are İzmir Bergama-Kozak, Aydın-Koçarlı regions. In this study, the development and properties of the needles of natural stone pine trees in two different areas, namely the area belonging to the Forest Management Directorate and Taşköy in the Aydın-Koçarlı region, were examined. For this purpose; one, two and three-years-old needle samples were taken from 1/3 of the top of the tree crown and from the light-exposed branches in 2 different periods in 2021, when one-year cones begin to form (in May-June) and fall of the one-year cones (in October). Differences were found between needle ages and trees in terms of the properties examined. As the needle age increased, there was an increase in length, thickness, wet weight and dry matter content. In general, it was determined that the length, thickness, fresh weight and dry matter accumulation of the needles of the trees in the Forest Management Directorate area were higher than the trees in Taşköy. With some exceptions, it was determined that there were increases in needle weight and dry matter accumulation in trees in both regions at the end of the vegetation period, depending on the increases in length and thickness at all ages compared to the beginning.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>  | Joban, H.D.S., & Hepaksoy, S. (2024). Aydın / Koçarlı'da fıstık çamı ağaçlarının bazı ibre özelliklerinin belirlenmesi <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 62-70. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1354056">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1354056</a>  |

## GİRİŞ

Çam türleri Türkiye’de sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold), kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) ve fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) olmak üzere beş farklı doğal tür ile temsil edilmektedir. Türkiye’de fıstık çamının yayılışı diğer çam türlerine göre daha az olmakla birlikte, odun ve meyvesinden yararlanılması nedeniyle ekonomik değeri yüksek olan bir türdür (Doğu, 2001). Fıstık çamı (*Pinus pinea*); Pinopsida sınıfı, Pinales takımı, çamgiller (*Pinaceae*) familyasında, *Pinus* cinsi içinde yer almaktadır. Çamgiller familyası içinde en büyük kozalağa sahip olan fıstık çamı, son yıllarda sert kabuklu bir meyve türü olarak kabul edilmeye başlanmıştır. *Pinus pinea* L. Akdeniz havzasında doğal ya da plantasyon şeklinde yaygın olarak yetişmektedir (Khaldi ve ark., 2011; Mutke ve ark., 2012; Anonim, 2021).

Türkiye’de toplam orman varlığı 231.100.000 da olup, bunun %94’ü koru ormanı ve % 6’sı ise baltalık ormanıdır. Fıstık çamı ise toplam orman varlığı içinde % 0,40’ını yani 1.767.320 da alanını kapsamaktadır. Bu alanın çok büyük oranı doğal fıstık çamı ormanıdır. Anadolu’da doğal olan en geniş fıstık çamı alanları; 265.000 dekarla Aydın-Koçarlı ile Muğla-Yatağan arasındaki bölgede yer almaktadır. Bunu 18.690,30 da ile İzmir-Bergama-Kozak Havzası takip etmektedir (Bilgin, 2001).

Anadolu’da üretilen çam fıstığının, yaklaşık % 83’ü Ege Bölgesi’ndedir. İzmir-Bergama’da bulunan Kozak havzası ise en geniş fıstık çamı alanlarına, aynı zamanda en fazla fıstık işleme tesislerine sahiptir. Ekonomik önemi ve değeri yüksek olan çam fıstığının verim ve kalitesinin artırılması hem ülke ekonomisi hem de üretici için önemlidir. Ağaçlar 15-20 yaşından itibaren meyve vermeye başlar ve Akdeniz havzasındaki ülkelerde kozalak üretiminde yıllar ile ağaçlar arasında büyük farklılıklar meydana gelmektedir (Agrimi & Ciancio, 1993). Ancak, Türkiye’nin de dahil olduğu Akdeniz havzasında yer alan birçok ülkede verim ile ilgili sorunlar bulunmaktadır. Verimsizlik nedenlerinin ortaya konulması için bütün ülkelerde birtakım çalışmalar yapılmaktadır.

Fıstık çamı ormanlarında kozalak ve tohum üretiminin ağacın taç hacmi, yaşı ve sosyal durumuna bağlı olduğu belirtilmektedir (Boutheina ve ark., 2013). En iyi meyve ve odun hasadının tepesi iyi gelişmiş, her yönden ışık alan ağaçlarda olabileceğinden, fıstık veriminin artırılabilmesi için ağacın bulunduğu yerin yeterli ölçüde ışıklı ve rekabetsiz olması, gevşek kumlu toprağı muhafaza edebilecek bir kapalılık göstermesi gereklidir (Fırat, 1943). Batur (2015), Kozak Yaylasında yaptığı çalışmada, istatistiksel anlamda yıllık çap artışı ile fıstık verimi arasında önemli bir ilişki bulamadığı gibi, ilkbahar odun oranı ile fıstık verimi arasında da ilişki olmadığını belirlemiştir. Ancak, kabuklu fıstık verimi ile bir ve iki yıl önceki vejetasyon dönemindeki toplam yağış miktarları arasında sırasıyla;  $R^2=0.81$  ve  $R^2=0.79$  seviyesinde ilişki saptamıştır. Fıstık veriminin kozalakların olgunlaştığı yıldaki meteorolojik olaylardan ziyade, tozlanma ve kozalakların büyüme dönemlerindeki meteorolojik verilerle ilişkili olduğu da vurgulanmıştır. İklim olayları; ağaçların ibre gelişimlerine, fotosentez başta olmak üzere, fizyolojik ve biyokimyasal olaylara ve dolayısıyla verime etki etmektedir. Çevresel faktörler dışında, doğal alanlarda genetik yapı da vejetatif gelişimi etkilemektedir. Ağaçların ibre gelişimleri bu açıdan önemlidir. Bu amaçla; İzmir ili, Bergama ilçesinde bulunan Kozak Yaylasındaki değişik mevkilerdeki fıstık çamı alanlarında Özçankaya ve ark. (2010) ile Kılıcı ve ark. (2012) tarafından bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise Aydın ili Koçarlı ilçesinde bulunan doğal fıstık çamı alanlarındaki ağaçların ibre özelliklerinin nasıl değiştiği ortaya konulmuştur.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2021 yılında Aydın ili Koçarlı ilçesi Mazon yöresinde, Orman İşletme Şefliği’ne ait alan (37.761861-27.705687) ve Taşköy (37.729671-27.707155) olmak üzere, iki farklı alandaki doğal fıstık çamı ağaçları üzerinde yürütülmüştür. Her alandan tam verim çağında 30-35 yaşlarında 10 ağaç olmak üzere, toplamda 20 ağaç seçilmiştir. Belirlenen ağaçlardan, ağaç tacının 1/3’lük üst kısmından ve ışık gören dallarından bir, iki ve üç yaşlı ibre (yaprak) örnekleri 2 farklı dönemde alınmıştır. Erkek çiçeklerin olgunlaştığı ve “ülker” dönemi (bir yaşlı kozalak) birinci



dönem, dişi çiçeklerin oluştuğu ve ülkerlerin döküm zamanı da ikinci dönem olarak belirlenmiştir. İlk örnek toplama işlemi (1. dönem) Taşköy bölgesinde 07.05.2021; Orman İşletme Şefliği alanında 27.05.2021 tarihinde, ikinci örnek alma (2. dönem) her iki alanda da 26.10.2021'de gerçekleştirilmiştir.

İbre örnekleri alınarak, buz kutusu içinde laboratuvara getirilmiştir. Bu örnekler laboratuvarında, 0 – 1 – 2 yaş gruplarına göre sınıflandırılarak, boy – kalınlık, yaş ve kuru ağırlıkları belirlendikten sonra, % olarak nem içeriği ve kuru madde miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS (SPSS Inc., Ver. 11.0 Chicago, USA) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. F testine göre “öd” değeri istatistiksel anlamda önemsiz, “\*” değeri  $\alpha$  % 5 seviyesinde önemli ( $p < 0.05$ ) ve “\*\*\*” değeri  $\alpha$  % 1 seviyesine göre önemli ( $p < 0.01$ ) olarak belirtilmiştir. Alanlar ve dönemler ayrı ayrı olarak, faktörler (ağaçlar ve ibre yaşları ile interaksiyon) arasındaki farklılıklar % 5 önem seviyesinde, LSD çoklu sınıflandırma testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Orman İşletme Şefliği'ne ait alanda ilk dönem örneklerinde ibre kalınlığı ağaç ve ağaç x yaş interaksiyonu dışındaki bütün parametrelerde % 1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 1). İkinci döneme ait örneklerde ise yine kalınlık dışında, diğer bütün parametrelerde %1 seviyesinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2).

İki dönem arasındaki genel farklılıklara bakıldığında; ortalama ibre boyunun 3.41 cm, kalınlığının ise 0.06 mm arttığı görülmektedir. 100 adet ibrenin yaş ağırlığının ise uzunluk ve kalınlıktaki yükselişler nedeniyle 7.43 g arttığı hesaplanmıştır. Kalınlık artışı, kuru madde birikimini de gösterdiğinden, % 1.93 oranında kuru maddede artış belirlenmiştir.

İbre örneklerinin yaşlarına göre her iki dönemdeki farklılıkları incelendiğinde; 1 yaşlı ibrelerin boyunda 9.58 cm, kalınlığında 0.16 mm, yaş ağırlığında 19.44 g/100 adet ve kuru maddede % 2.64 oranında artışlar meydana gelmiştir. İki yaşlı ibrelerde boy, kalınlık, yaş ağırlık ve kuru madde miktarında da artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar sırasıyla; 0.47 cm, 0.08 mm, 1.41 g 100 adet<sup>-1</sup>, % 2.39 oranında gerçekleşmiştir. Üç yaşlı ibrelerin uzunluğunda 0.20 cm, kalınlığında 1.44 mm ve kuru madde içeriğinde ise % 0.75 oranında artışlar meydana gelmiştir.

Aydın ili Koçarlı ilçesinde bulunan diğer deneme alanı olan Taşköy'de erkek çiçeklerin olgunlaştığı ve “ülker” dönemine (bir yaşlı kozalak) Orman İşletme Şefliği alanındaki ağaçlarınkine göre daha erken ulaşmaları nedeniyle ilk dönem örnekleri 07.05.2021'de alınmıştır. Ancak, dişi çiçeklerin oluşması ve ülkerlerin döküm zamanı aynı dönemde gerçekleşmiş ve ikinci dönem örnekleri aynı tarihte (26.10.2021) alınmıştır.

Bu alanda ilk dönem örneklerinde ibre boyu hariç bütün parametrelerde % 1 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur (Çizelge 3). İkinci döneme ait örneklerde ise kalınlık ile 1 yaşlı ibrelerde yaş ağırlık dışında, diğer bütün parametrelerde %1 seviyesinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4).

Aydın-Taşköy alanındaki dönemler arasındaki ibre özelliklerinin değişimine bakıldığında; ikinci dönemde, ilk döneme göre ibre uzunluğunun 3.25 cm arttığı, kalınlığının 0.33 mm azaldığı, yaş ağırlığının 5.14 g 100 adet<sup>-1</sup> arttığı, nem oranının da % 4 düştüğü belirlenmiştir.

İbre yaşına göre iki dönem arasında değişim incelendiğinde; 1 yaşlı ibrelerin boylarında 8.80 cm, kalınlığında 0.01 mm, yaş ağırlığında 15.59 g 100 adet<sup>-1</sup>, kuru madde oranında % 6.76 artış olduğu bulunmuştur. İki yaşlı ibrelerin boylarında iki dönem arasında 0.75 cm, kalınlığında 0.10 mm, yaş ağırlığında 1.02 g 100 adet<sup>-1</sup>, kuru madde oranında % 2.99 artış yönünde değişim olduğu; 3 yaşlı ibrelerde ise dönem ilerledikçe boyda 0.18 cm ve kuru madde oranında % 2.25 artış meydana gelirken, kalınlık, 100 adet ibre yaş ağırlığında ve nem oranında sırasıyla; 1.10 mm, 1.19 g 100 adet<sup>-1</sup>, % 2.25 ikinci dönemde, birinci döneme göre azalma tespit edilmiştir.

Özçankaya ve ark. (2010) tarafından İzmir ili Bergama ilçesi sınırları içerisinde yer alan Kozak yöresindeki 8 farklı alandaki özel fıstık çamı ormanlarında bir, iki ve üç yaşlı ibrelerin özellikleri incelenmiştir. Buna göre, Yukarıbey Köyü Karnakçı Mevkiinde ortalama ibre boyu 11.33 cm, ibre yaş ağırlığı 12.87 g 100 adet<sup>-1</sup>, kuru ağırlığı 5.50 g 100 adet<sup>-1</sup>;



Karahavut Bağlarında ortalama ibre boyu 9.56 cm, ibre yaş ağırlığı 10.50 g 100 adet<sup>-1</sup>, kuru ağırlığı 4.53 g 100 adet<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Aşağıbey köyünde yer alan Topbaş mevkiinde ibre boyu, yaş ve kuru ağırlıkları sırasıyla; 11.32 cm; 12.70 g 100 adet<sup>-1</sup> ve 5.60 g 100 adet<sup>-1</sup>; Yolçatı mevkiinde ise 9.86 cm; 11.07 g 100 adet<sup>-1</sup> ve 5.08 g 100 adet<sup>-1</sup>; Ilıca mevkiinde; 10.45 cm, 10.27 g 100 adet<sup>-1</sup> ve 4.90 g 100 adet<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Okçular Köyü-Kızılköy mevkiinde ortalama ibre boyu, yaş ağırlık ile kuru ağırlık değerleri sırasıyla; 10.98 cm, 11.54 g 100 adet<sup>-1</sup>, 5.33 g 100 adet<sup>-1</sup>; Aşağıcuma Köyü-Belen mevkiinde; 10.40 cm 12.43 g 100 adet<sup>-1</sup> 5.62 g 100 adet<sup>-1</sup> ve Hacıhamzalar Köyü-Kocaavlu mevkiinde de 14.95 cm, 17.87 g 100 adet<sup>-1</sup>, 7.79 g 100 adet<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Aydın'da yaptığımız çalışmada da Kozak Yaylasında olduğu gibi farklı lokasyonlarda ibre boyu ve yaş – kuru ağırlıkları değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 1. Aydın / Koçarlı'da Orman İşletme Şefliği alanındaki ağaçların ibre özellikleri (Birinci dönem)

Table 1. Needle characteristics of trees in the area of Forest Management Directorate in Aydın / Koçarlı (First term)

| Özellikler                          | İbre Yaşı | Ağaç No                           |          |          |                                       |           |          |   |          |          |           |         |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------------------|----------|----------|---------------------------------------|-----------|----------|---|----------|----------|-----------|---------|
|                                     |           | 1                                 | 2        | 3        | 4                                     | 5         | 6        | 7   | 8        | 9        | 10        | Ort     |
| Boy (cm)                            | 1         | 1.25                              | 1.18     | 0.95     | 1.15                                  | 1.23      | 1.16     | 1.14  | 1.18     | 0.95     | 0.97      | 1.12 c  |
|                                     | 2         | 9.48 bc                           | 9.54 bc  | 8.33 d   | 8.86 cd                               | 7.46 f    | 11.01 a  | 10.85 a                                     | 8.33 d   | 9.41 c   | 9.85 b    | 9.31 b  |
|                                     | 3         | 12.69 bc                          | 11.23 f  | 13.15 b  | 11.92 def                             | 11.85 def | 13.16 b  | 14.25 a                                     | 11.42 ef | 12.20 cd | 12.13 cde | 12.40 a |
|                                     | Ort.      | 7.80 b                            | 7.32 cd  | 7.48 bc  | 7.30 cd                               | 6.84 e    | 8.44 a   | 8.75 a                                      | 6.98 de  | 7.52 bc  | 7.65 bc   |         |
| Kalınlık (mm)                       | 1         | 1.13                              | 1.073    | 1.10     | 1.14                                  | 1.11      | 1.02     | 1.08  | 1.12     | 1.09     | 1.10      | 1.10 c  |
|                                     | 2         | 1.41                              | 1.35     | 1.27     | 1.36                                  | 1.22      | 1.28     | 1.29  | 1.22     | 1.33     | 1.29      | 1.30 b  |
|                                     | 3         | 2.09                              | 1.40     | 1.39     | 1.37                                  | 1.38      | 1.39     | 1.34  | 1.29     | 1.28     | 1.34      | 1.43a   |
|                                     | Ort.      | 1.54                              | 1.27     | 1.25     | 1.29                                  | 1.24      | 1.23     | 1.24  | 1.21     | 1.23     | 1.24      |         |
| Ağırlık (g 100 adet <sup>-1</sup> ) | 1         | 2.33                              | 2.02     | 1.71     | 1.91                                  | 2.12      | 1.81     | 1.79  | 1.84     | 1.57     | 1.68      | 1.88 c  |
|                                     | 2         | 22.16 bc                          | 23.58 a  | 16.83 f  | 19.74 d                               | 13.63     | 22.39 ab | 21.08 c                                     | 15.37 g  | 18.70 de | 18.26 e   | 19.18 b |
|                                     | 3         | 29.49 b                           | 27.47 cd | 28.41 bc | 27.55cd                               | 26.39 d   | 29.14 b  | 31.10 a                                     | 19.20 e  | 26.50 d  | 14.86 f   | 26.01 a |
|                                     | Ort       | 17.99 a                           | 17.69 a  | 15.65 bc | 16.40 b                               | 14.05 d   | 17.78 a  | 17.99 a                                     | 12.14 e  | 15.59 c  | 11.60 e   |         |
| Nem (%)                             | 1         | 58.96                             | 57.98    | 57.59    | 58.78                                 | 60.05     | 58.74    | 59.85                                       | 58.51    | 57.96    | 56.97     | 58.54 a |
|                                     | 2         | 56.22 c                           | 55.29 d  | 55.10 e  | 53.84 h                               | 54.24 g   | 54.60 b  | 55.15 d                                     | 53.78 f  | 56.18 a  | 55.17 d   | 54.96 b |
|                                     | 3         | 49.42                             | 52.215   | 51.91    | 50.08                                 | 52.44     | 51.02    | 50.22                                       | 48.68    | 52.06    | 50.80     | 50.88 c |
|                                     | Ort.      | 54.87 a                           | 55.16 b  | 54.87 d  | 54.23 d                               | 55.58 c   | 54.79 e  | 55.07 e                                     | 53.66 g  | 55.40 b  | 54.31 f   |         |
| Kuru Madde (%)                      | 1         | 41.05                             | 42.02    | 42.42    | 41.22                                 | 39.95     | 41.26    | 40.15                                       | 41.49    | 42.05    | 43.03     | 41.46 c |
|                                     | 2         | 43.78 f                           | 44.71 e  | 44.90 d  | 46.16 a                               | 45.77 b   | 45.40 g  | 44.85 e                                     | 46.22 c  | 43.82 h  | 44.83 e   | 45.04 b |
|                                     | 3         | 50.58                             | 47.79    | 48.09    | 49.93                                 | 47.56     | 48.983   | 49.78                                       | 51.32    | 47.94    | 49.20     | 49.12 a |
|                                     | Ort.      | 45.13 g                           | 44.84 f  | 45.13 d  | 45.77 d                               | 44.43 e   | 45.21 c  | 44.93 c                                     | 46.35 a  | 44.60 f  | 45.69 b   |         |
| LSD 0.05 boy_ ağaç : 0.417**        |           | LSD 0.05 kalınlık_ ağaç : öd      |          |          | LSD 0.05 ağırlık_ ağaç : 0.752**      |           |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ ağaç : 0.080**      |          |          |           |         |
| LSD 0.05 boy_ yaş : 0.228**         |           | LSD 0.05 kalınlık_ yaş : 0.116**  |          |          | LSD 0.05 ağırlık_ yaş : 0.412**       |           |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ yaş : 0.044**       |          |          |           |         |
| LSD 0.05 boy_ ağaç* yaş : 0.722**   |           | LSD 0.05 kalınlık_ ağaç* yaş : öd |          |          | LSD 0.05 ağırlık_ ağaç* yaş : 1.303** |           |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ ağaç* yaş : 0.139** |          |          |           |         |

öd: önemli değil

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Aydın'da bulunan iki bölgedeki incelenen ağaçların fenolojileri karşılaştırıldığında, 07.05.2021 tarihinde Taşköy'de çiçek tozları olgunlaşıp tozlanma başlamasına karşın, Orman İşletme Şefliği alanındaki ağaçlar 27.05.2021 tarihinde bu aşamaya gelmiştir. Vejetasyondaki bu 20 günlük gecikmenin rakım ve iklime bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bu alanlar doğal fıstık çamı alanları olduğu için ağaçların genetik özelliklerinden de bu durum kaynaklanabilir. Alanların genel ibre özelliklerine bakıldığında, birinci dönemde Orman İşletme Şefliği alanında vejetasyonun başlama zamanı geç olmasına rağmen, Taşköy'e göre ortalama ibre boyu 0.8 cm daha uzun olarak saptanmıştır. Bu durum, muhtemelen hava sıcaklığının artması nedeniyle, Orman İşletme Şefliği alanında daha hızlı bir vejetatif gelişme olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde 100 adet ibre yaş ağırlığı Taşköy'e göre 2.97 g ve kuru madde içeriği de % 4.49 daha fazladır. Ancak, ibre kalınlığı Taşköy'e göre daha az olmuştur. İkinci dönemdeki farklılıklara bakıldığında; Orman İşletme Şefliği alanındaki ağaçların ibre boyunun 0.97 cm, kalınlığının 0.06 mm, yaş ağırlığının

5.24 g 100 adet<sup>-1</sup> ve kuru madde miktarının % 2.42 oranında Taşköy'de bulunan ağaçlara göre fazla olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Aydın /- Koçarlı'da Orman İşletme Şefliği alanındaki ağaçların ibre özellikleri (İkinci dönem)

Table 2. Needle characteristics of trees in the area of Forest Management Directorate in Aydın / Koçarlı (Second term)

| Özellikler                      | İbre Yaşı | Ağaç No                         |          |          |                                     |         |          |   |           |          |          |         |
|---------------------------------|-----------|---------------------------------|----------|----------|-------------------------------------|---------|----------|---|-----------|----------|----------|---------|
|                                 |           | 1                               | 2        | 3        | 4                                   | 5       | 6        | 7   | 8         | 9        | 10       | Ort     |
| Boy (cm)                        | 1         | 11.08 bc                        | 10.40 cd | 9.29 f   | 10.28 cde                           | 9.42 ef | 12.72 a  | 12.01 ab                                  | 10.27 cde | 11.74 b  | 9.71 def | 10.69 b |
|                                 | 2         | 10.41 bc                        | 9.59 cd  | 7.58 g   | 8.11 fg                             | 8.90 df | 11.95 a  | 10.63 b                                   | 9.51 cd   | 11.68 a  | 9.43     | 9.78 c  |
|                                 | 3         | 9.59 d                          | 12.32 bc | 12.66 bc | 13.20 b                             | 11.59 c | 14.57 a  | 15.71 a                                   | 11.26 c   | 12.77 b  | 12.28 bc | 12.60 a |
|                                 | Ort.      | 10.36 cd                        | 10.96 c  | 9.84e    | 10.53 e                             | 9.97 de | 13.26 a  | 13.17 ab                                  | 10.35 cd  | 12.22 b  | 10.47 cd |         |
| Kalınlık (mm)                   | 1         | 1.29                            | 1.25     | 1.23     | 1.27                                | 1.26    | 1.33     | 1.15                                      | 1.35      | 1.29     | 1.16     | 1.26    |
|                                 | 2         | 1.38                            | 1.25     | 1.18     | 2.01                                | 1.33    | 1.31     | 1.26                                      | 1.37      | 1.29     | 1.39     | 1.38    |
|                                 | 3         | 1.19                            | 1.337    | 1.43     | 1.20                                | 1.26    | 1.44     | 1.600                                     | 1.43      | 1.30     | 1.41     | 1.37    |
|                                 | Ort.      | 1.28                            | 1.28     | 1.28     | 1.49                                | 1.28    | 1.36     | 1.34                                      | 1.38      | 1.29     | 1.32     |         |
| Ağırlık (g 100 adet-1)          | 1         | 17.46                           | 13.02    | 15.30    | 19.63                               | 15.76   | 20.76    | 19.77                                     | 19.09     | 14.26    | 17.25    | 17.23 b |
|                                 | 2         | 19.33 a                         | 11.20 h  | 13.79 f  | 15.49 e                             | 16.28 d | 16.74 c  | 15.49 e                                   | 15.50 e   | 11.68 g  | 18.72 b  | 15.42 c |
|                                 | 3         | 27.26 a                         | 17.33 g  | 18.38 f  | 20.47 c                             | 20.47 c | 25.01 b  | 18.84 e                                   | 21.04 h   | 19.19 d  | 21.94 c  | 20.99 a |
|                                 | Ort       | 21.35 a                         | 13.85 j  | 15.82 h  | 18.53 d                             | 17.50 g | 20.84 b  | 18.03 e                                   | 18.54 f   | 15.04 i  | 19.30 c  |         |
| Nem (%)                         | 1         | 55.31 de                        | 55.85 c  | 56.29 b  | 56.16 b                             | 56.65 a | 56.77 a  | 55.24 e                                   | 55.42 de  | 55.50 d  | 55.79 c  | 55.90 a |
|                                 | 2         | 52.56 d                         | 53.31 a  | 52.64 cd | 52.77 cd                            | 53.38 a | 53.08 b  | 52.86 bc                                  | 51.01 g   | 52.20 e  | 51.83 f  | 52.56 b |
|                                 | 3         | 51.93 a                         | 49.90 d  | 50.27c   | 48.63 f                             | 50.79 b | 50.71 b  | 52.30 a                                   | 47.67 g   | 49.61 e  | 49.50 e  | 50.13 c |
|                                 | Ort.      | 53.27 c                         | 53.02 d  | 53.07 d  | 52.52 e                             | 53.61 a | 53.52 ab | 53.47 b                                   | 51.37 g   | 52.43 ef | 52.37 f  |         |
| Kuru Madde (%)                  | 1         | 44.69 ab                        | 44.15 c  | 43.71 d  | 43.84 d                             | 43.35 e | 43.23 e  | 44.76 a                                   | 44.58 ab  | 44.51 b  | 44.21 c  | 44.10c  |
|                                 | 2         | 47.44 d                         | 46.69 g  | 47.36 de | 47.23 de                            | 46.62 g | 46.92 f  | 47.14 ef                                  | 48.99 a   | 47.80 c  | 48.17 b  | 47.44 b |
|                                 | 3         | 48.08 g                         | 50.10 d  | 49.73 e  | 51.37 b                             | 49.21 f | 49.29 f  | 47.70 h                                   | 52.33 a   | 50.39 c  | 50.50 c  | 49.87 a |
|                                 | Ort.      | 46.74 e                         | 46.98 d  | 46.93 d  | 47.48 c                             | 46.39 g | 46.48 fg | 46.54 f                                   | 48.64 a   | 47.57 bc | 47.64 b  |         |
| LSD 0.05 boy_ağaç : 0.551**     |           | LSD 0.05 kalınlık_ağaç : öd     |          |          | LSD 0.05 ağırlık_ağaç : 0.079**     |         |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ağaç : 0.131**     |           |          |          |         |
| LSD 0.05 boy_yaş : 0.302**      |           | LSD 0.05 kalınlık_yaş : öd      |          |          | LSD 0.05 ağırlık_yaş : 0.043**      |         |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_yaş : 0.071**      |           |          |          |         |
| LSD 0.05 boy_ağaç*yaş : 0.955** |           | LSD 0.05 kalınlık_ağaç*yaş : öd |          |          | LSD 0.05 ağırlık_ağaç*yaş : 0.137** |         |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ağaç*yaş : 0.226** |           |          |          |         |

öd: önemli değil

\*\* : %1 düzeyinde önemli

Genel olarak Orman İşletme Şefliği alanındaki ağaçların ibrelerinin uzunluk, kalınlık, yaş ağırlık ve kuru madde birikiminin, Taşköy'de bulunan ağaçlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve 2). Bu durum, ağaçların genetik yapıları ya da bölgeler arasındaki ekolojik farklılıklardan kaynaklanabilir. Correia (2017), Portekiz ile İspanya'da farklı zaman aralıklarında toplanan fıstık çamı ibrelerinin yaprak alanını ölçerek çevresel koşullar arasındaki ilişkiyi belirlemiş ve düşük ışık, yüksek su ve besin maddesi koşullarında büyüyen ağaçlarda, diğer ekolojik koşullara göre daha yüksek yaprak alan değeri bulunmuştur. Çalışma sonucunda, ibre gelişimi sırasında su varlığının, ağaçlar arasındaki yaprak alan değişkenliğinde önemli bir etki olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 3. Aydın Taşköy'deki ağaçların ibre özellikleri (Birinci dönem)

Table 3. Needle characteristics of trees in Taşköy Aydın / Koçarlı (First term)

| Özellikler    | İbre Yaşı | Ağaç No |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               |           | 1       | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | Ort    |
| Boy (cm)      | 1         | 0.88    | 1.10   | 1.33   | 1.28   | 1.25   | 0.83   | 1.23   | 1.19   | 1.19   | 0.83   | 1.11   |
|               | 2         | 11.39   | 7.76   | 7.33   | 7.49   | 7.65   | 8.53   | 7.31   | 9.23   | 6.70   | 9.75   | 8.31   |
|               | 3         | 12.91   | 10.04  | 9.39   | 9.09   | 11.70  | 12.50  | 10.52  | 12.93  | 9.99   | 10.94  | 11.00  |
|               | Ort.      | 8.39    | 6.30   | 6.02   | 5.95   | 6.87   | 7.29   | 6.35   | 7.78   | 5.96   | 7.18   |        |
| Kalınlık (mm) | 1         | 0.96 c  | 1.08 b | 1.23 a | 1.30 a | 1.21 a | 1.31 a | 1.25 a | 1.26 a | 1.30 a | 1.22 a | 1.21 b |

## Çizelge 3 (devamı). Aydın Taşköy'deki ağaçların ibre özellikleri (Birinci dönem)

Table 3 (continued). Needle characteristics of trees in Taşköy Aydın / Koçarlı (First term)

|                                       |                            |          |                                      |          |                                     |          |   |          |          |          |          |         |
|---------------------------------------|----------------------------|----------|--------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|---|----------|----------|----------|----------|---------|
|                                       | <b>2</b>                   | 1.19 bcd | 1.09 d                               | 1.19 bcd | 1.20 bcd                            | 1.17 cd  | 1.29 ab                                   | 1.19 bcd | 1.36 a   | 1.12 d   | 1.26 abc | 1.21 b  |
|                                       | <b>3</b>                   | 1.42 bc  | 1.17 d                               | 1.19 cd  | 1.26 cd                             | 1.23 cd  | 1.23 a                                    | 1.29 bc  | 1.38 ab  | 1.24 cd  | 1.26 cd  | 2.38 a  |
|                                       | <b>Ort.</b>                | 1.19 cd  | 1.11 d                               | 1.20 bc  | 1.25 b                              | 1.20 bc  | 1.28 a                                    | 1.24 b   | 1.34 a   | 1.22 b   | 1.24 b   |         |
| <b>Ağırlık<br/>(g 100<br/>adet-1)</b> | <b>1</b>                   | 1.23 ef  | 1.26 ef                              | 2.65 b   | 1.91 a                              | 1.79 cd  | 1.36 e                                    | 1.67 cd  | 1.80 c   | 1.59 d   | 1.15 f   | 1.64 c  |
|                                       | <b>2</b>                   | 19.81 a  | 11.42 g                              | 12.88 e  | 12.94 i                             | 12.15 f  | 15.75 d                                   | 12.27 f  | 19.27 b  | 10.02 h  | 17.53 c  | 14.40 b |
|                                       | <b>3</b>                   | 31.88 b  | 16.15 j                              | 17.81 g  | 16.49 i                             | 20.85 d  | 33.73 a                                   | 20.00 e  | 28.28 c  | 17.49 h  | 19.12 f  | 22.18 a |
|                                       | <b>Ort.</b>                | 17.64 a  | 9.61 i                               | 11.11 g  | 10.45 h                             | 11.60 e  | 16.95 b                                   | 11.31 f  | 16.45 c  | 9.70 i   | 12.60 d  |         |
| <b>Nem<br/>(%)</b>                    | <b>1</b>                   | 60.29 h  | 61.84 f                              | 63.64 b  | 62.15 e                             | 96.62 a  | 60.07 i                                   | 63.12 c  | 62.32 d  | 60.96 g  | 60.37 h  | 65.14 a |
|                                       | <b>2</b>                   | 56.35 g  | 57.07 e                              | 56.91 f  | 57.38 c                             | 57.10 de | 57.91 b                                   | 57.226 d | 56.86 f  | 56.96 ef | 61.32 a  | 57.51 b |
|                                       | <b>3</b>                   | 54.62 g  | 54.32 h                              | 54.87 e  | 54.65 fg                            | 55.55 b  | 56.71 a                                   | 55.103 d | 54.72 fg | 55.35 c  | 56.03 ef | 55.19 c |
|                                       | <b>Ort.</b>                | 57.08 h  | 57.74 g                              | 58.48 c  | 58.06 e                             | 69.76 a  | 58.23 d                                   | 58.484 c | 57.96 f  | 57.76 g  | 59.24 b  |         |
| <b>Kuru<br/>Madde<br/>(%)</b>         | <b>1</b>                   | 39.71 b  | 38.16 d                              | 36.36 h  | 37.85 e                             | 33.76 i  | 39.93 a                                   | 36.876 g | 37.69 f  | 39.04 c  | 39.63 b  | 34.86 c |
|                                       | <b>2</b>                   | 43.65 a  | 42.93 c                              | 43.09 b  | 42.62 e                             | 42.90 cd | 42.09 f                                   | 42.774 d | 43.14 b  | 43.04 bc | 38.68 g  | 42.49 b |
|                                       | <b>3</b>                   | 45.39 b  | 45.68 a                              | 45.13 f  | 45.35 d                             | 44.45 h  | 43.29 e                                   | 44.90 f  | 45.28 c  | 44.65 b  | 43.97 g  | 44.81 a |
|                                       | <b>Ort.</b>                | 42.92 a  | 42.26 b                              | 41.53 f  | 41.94 d                             | 40.37 h  | 41.77 e                                   | 41.516 f | 42.04 c  | 42.24 b  | 40.76 g  |         |
|                                       | LSD 0.05 boy_ağaç : öd     |          | LSD 0.05 kalınlık_ağaç : 0.060**     |          | LSD 0.05 ağırlık_ağaç : 0.119**     |          | LSD 0.05 nem/kurumadda_ağaç : 0.081**     |          |          |          |          |         |
|                                       | LSD 0.05 boy_yaş : öd      |          | LSD 0.05 kalınlık_yaş : 0.037**      |          | LSD 0.05 ağırlık_yaş : 0.065**      |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_yaş : 0.041**      |          |          |          |          |         |
|                                       | LSD 0.05 boy_ağaç*yaş : öd |          | LSD 0.05 kalınlık_ağaç*yaş : 0.118** |          | LSD 0.05 ağırlık_ağaç*yaş : 0.206** |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ağaç*yaş : 0.141** |          |          |          |          |         |

öd: önemli değil

\*\*: %1 düzeyinde önemli

Bazı istisnalar hariç bütün bölgelerdeki ağaçlarda vejetasyon dönemi sonunda, başlangıca göre bütün yaşlarda boy ve kalınlıkta meydana gelen artışlara bağlı olarak ibre ağırlığı ile kuru madde birikiminde de artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 1 ve 2). Yaprığını dökmeyen türlerde yaprak yaşı ilerledikçe, kuru madde miktarının arttığı bilinmektedir (Niinemets ve ark., 2004; 2005). Birçok araştırmacı yaprak yaşı arttıkça, kalınlığın da arttığını ve bu artışın özellikle kurağa dayanımın artmasını sağladığını belirtmektedir (Arendonk & Poorter, 1994; Niinemets, 1999; Wright & Cannon, 2001; Mediavilla ve ark., 2011). İbre yaşı ilerledikçe boy, kalınlık, yaş ağırlık ve kuru madde miktarlarındaki artış oranının azaldığı görülmektedir. Çünkü bir yaşlı ibreler, iki örnekleme dönemi arasındaki sürede gelişimlerini tamamlayarak esas boylarına ve kalınlıklarına ulaşmışlardır. Diğer yaşlarda ise uzama çok az olmuştur. Bu nedenle de önemli farklılıklar bir yaşlı ibrelerde meydana gelmiştir. İbre uzaması sırasında sıcaklığın, uzama oranı ve miktarını belirlediği bilinmektedir. Kılıcı ve ark. (2012), bir yaşlı ibrelerin boylarının yıllar itibarıyla düzenli olarak arttığını, iki ve üç yaşlı ibrelerin ise yıllar itibarıyla dağınık bir seyir izlediğini tespit etmişlerdir. Uzama sırasındaki sıcaklık, ibre kuru ağırlığındaki değişiklikler yoluyla, ibrelerdeki besin konsantrasyonlarını dolaylı olarak etkileyebilir (Florence & Chuong, 1974; Mead & Will, 1976; Bell & Ward, 1984). Olgun ibrelerde kuru ağırlığın artışı muhtemelen besin maddelerinin yapraklara girişinden daha hızlıdır (Helmisaari, 1990) ve yapraklardan çok yıllık dokulara doğru besin emilimi meydana gelebilir (Luxmoore ve ark., 1981; Ostman & Weaver, 1982; Ryan & Bormann, 1982; Boerner, 1985. Tyrrell & Boerner, 1986). Bu nedenle gerek yaş arttıkça gerekse vejetasyonun ilerleyen dönemlerinde ibrelerin ağırlık ve kuru madde birikimlerinde artışlar meydana gelmiştir.

## Çizelge 4. Aydın-Taşköy'deki ağaçların ibre özellikleri (ikinci dönem)

Table 4. Needle characteristics of trees in Taşköy-Aydın (Second term)

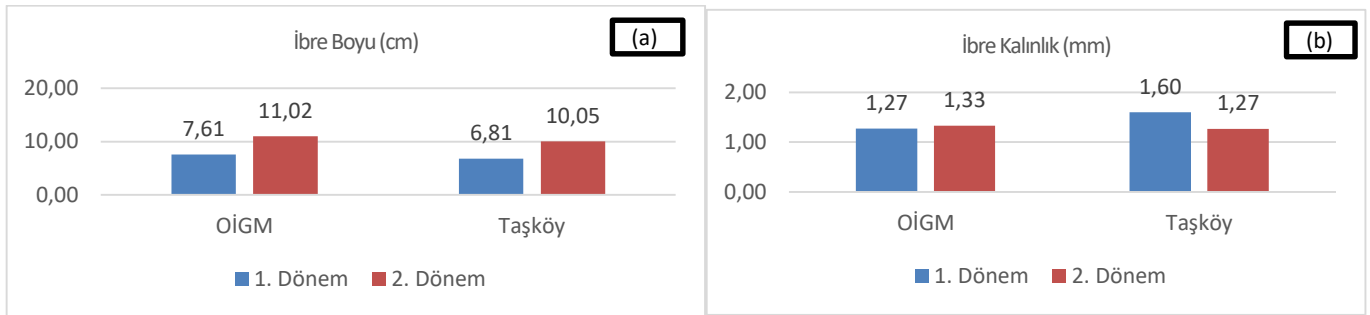
| Özellikler               | İbre Yaşı   | Ağaç No  |         |         |          |          |          |          |          |         |         |        |
|--------------------------|-------------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|--------|
|                          |             | 1        | 2       | 3       | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9       | 10      | Ort    |
| <b>Boy<br/>(cm)</b>      | <b>1</b>    | 10.59 a  | 7.83 d  | 9.33 bc | 11.15 a  | 10.01 ab | 10.27 ab | 10.29 ab | 10.53 a  | 8.66 cd | 10.50 a | 9.92 b |
|                          | <b>2</b>    | 10.67 ab | 7.25 e  | 8.35 de | 8.67 d   | 9.85 bc  | 9.27 cd  | 8.98 cd  | 9.19 cd  | 7.25 e  | 11.18 a | 9.07 c |
|                          | <b>3</b>    | 12.83 a  | 10.28 c | 10.21 c | 10.84 bc | 10.20 bc | 12.86 a  | 10.96 bc | 11.92 b  | 10.05 c | 11.67 b | 11.18a |
|                          | <b>Ort.</b> | 11.36 a  | 8.45 e  | 9.30 d  | 10.22 bc | 10.02 bc | 10.80 ab | 10.08 c  | 10.54 bc | 8.66 de | 11.12 a |        |
| <b>Kalınlık<br/>(mm)</b> | <b>1</b>    | 1.15     | 1.16    | 1.33    | 1.13     | 1.26     | 1.19     | 1.31     | 1.19     | 1.29    | 1.25    | 1.23   |

Çizelge 4 (devamı). Aydın–Taşköy’deki ağaçların ibre özellikleri (ikinci dönem)

Table 4 (continued). Needle characteristics of trees in Taşköy-Aydın (Second term)

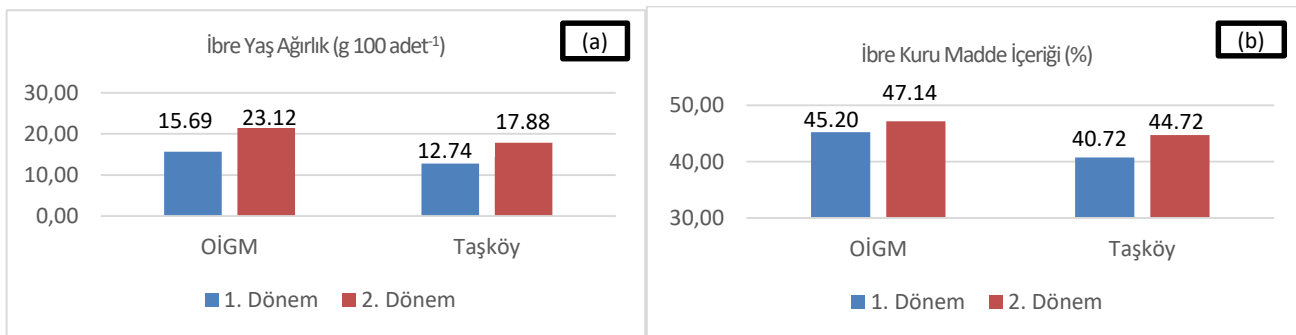
|                                       |             |                                 |           |           |                                     |           |          |   |           |           |          |         |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|-----------|----------|---|-----------|-----------|----------|---------|
|                                       | <b>2</b>    | 2.01                            | 1.12      | 1.25      | 1.307                               | 1.16      | 1.19     | 1.217                                     | 1.22      | 1.23      | 1.32     | 1.30    |
|                                       | <b>3</b>    | 1.29                            | 1.21      | 1.42      | 1.21                                | 1.28      | 1.19     | 1.18                                      | 1.26      | 1.41      | 1.29     | 1.27    |
|                                       | <b>Ort.</b> | 1.48                            | 1.16      | 1.33      | 1.21                                | 1.23      | 1.19     | 1.23                                      | 1.22      | 1.31      | 1.29     |         |
| <b>Ağırlık<br/>(g 100<br/>adet-1)</b> | <b>1</b>    | 17.46                           | 13.02     | 15.30     | 19.63                               | 15.76     | 20.76    | 19.77                                     | 19.09     | 14.26     | 17.25    | 17.23 b |
|                                       | <b>2</b>    | 19.33 a                         | 11.20 h   | 13.79 f   | 15.49 e                             | 16.28 d   | 16.74 c  | 15.49 e                                   | 15.50 e   | 11.68 g   | 18.72 b  | 15.42 c |
|                                       | <b>3</b>    | 27.26 a                         | 17.33 g   | 18.38 f   | 20.47 c                             | 20.47 c   | 25.01 b  | 18.84 e                                   | 21.04 h   | 19.19 d   | 21.94 c  | 20.99 a |
|                                       | <b>Ort</b>  | 21.35 a                         | 13.85 j   | 15.82 h   | 18.53 d                             | 17.50 f   | 20.84 b  | 18.03 e                                   | 18.54 g   | 15.04 i   | 19.30 c  |         |
| <b>Nem<br/>(%)</b>                    | <b>1</b>    | 58.04 cde                       | 57.77 de  | 58.62 abc | 58.33 bcd                           | 59.29 a   | 57.55 e  | 59.30 a                                   | 57.93 cde | 58.14 cde | 58.86 ab | 58.38 a |
|                                       | <b>2</b>    | 54.08 bc                        | 54.04 bc  | 54.71 b   | 54.23 bc                            | 54.72 b   | 54.19 bc | 54.72 b                                   | 54.23 bc  | 54.01 c   | 56.29 a  | 54.52 b |
|                                       | <b>3</b>    | 53.39 cd                        | 52.99 cde | 54.18 ab  | 52.65 ef                            | 52.71 def | 52.27 bc | 52.70 def                                 | 51.67 g   | 52.076 fg | 54.76 a  | 52.94 c |
|                                       | <b>Ort.</b> | 55.17 c                         | 54.93 cde | 55.84 b   | 55.07 cd                            | 55.57 b   | 54.67 cd | 55.57 b                                   | 54.61 e   | 54.75 de  | 56.64 a  |         |
| <b>Kuru<br/>Madde<br/>(%)</b>         | <b>1</b>    | 41.96abc                        | 42.23 ab  | 41.38 abc | 41.67 bcd                           | 40.71 e   | 42.45 a  | 40.71 e                                   | 42.07 abc | 41.86 abc | 41.14 de | 41.62 c |
|                                       | <b>2</b>    | 45.93 ab                        | 45.96 ab  | 45.29 b   | 45.77 ab                            | 45.28 b   | 45.82 ab | 45.28 b                                   | 45.77 ab  | 45.99 a   | 43.71 c  | 45.48 b |
|                                       | <b>3</b>    | 46.61 de                        | 47.02 cde | 45.82 fg  | 47.35 bc                            | 47.29 bcd | 47.73 ef | 47.31 bcd                                 | 48.33 a   | 47.92 ab  | 45.24 g  | 47.06 a |
|                                       | <b>Ort.</b> | 44.83 c                         | 45.07 abc | 44.16 d   | 44.93 bc                            | 44.43 d   | 45.33 bc | 44.43 d                                   | 45.39 a   | 45.26 ab  | 43.37 e  |         |
| LSD 0.05 boy_ağaç : 0.675**           |             | LSD 0.05 kalınlık_ağaç : öd     |           |           | LSD 0.05 ağırlık_ağaç : 0.057**     |           |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ağaç : 0.400**     |           |           |          |         |
| LSD 0.05 boy_yaş : 0.369**            |             | LSD 0.05 kalınlık_yaş : öd      |           |           | LSD 0.05 ağırlık_yaş : 0.031**      |           |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_yaş : 0.219**      |           |           |          |         |
| LSD 0.05 boy_ağaç*yaş : 1.168**       |             | LSD 0.05 kalınlık_ağaç*yaş : öd |           |           | LSD 0.05 ağırlık_ağaç*yaş : 0.055** |           |          | LSD 0.05 nem/kurumadde_ağaç*yaş : 0.693** |           |           |          |         |

öd önemli değil \*\* %1 düzeyinde önemli



Şekil 1. Orman İşletme Şefliği alanı ve Taşköy’de iki döneme ait ortalama (a) ibre boyları (cm) (b) ibre kalınlığı (mm)

Figure 1. Average needle length (cm) and thickness (mm) in the area of Forest Management Directorate and Taşköy

Şekil 2. Orman İşletme Şefliği alanı ve Taşköy’de iki döneme ait ortalama (a) ibre yaş ağırlıkları (g 100 adet<sup>-1</sup>) (b) ibre kuru madde içerikleri (%)Figure 2. Average needle wet weight (g 100 needle<sup>-1</sup>) and dry matter content (%) in the area of Forest Management Directorate and Taşköy

Sonuç olarak, önemli çam fıstığı üretim alanlarından biri olan Aydın-Koçarlı'da Orman İşletmesi Şefliği'ne ait alan ve Taşköy olmak üzere iki farklı doğal yetişme alanındaki ağaçların ibre özelliklerinde bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, genetik yapıdan kaynaklanabileceği gibi, iklim ve toprak özelliklerinden de ortaya çıkabilir. Dolayısıyla, bu farklılıkların verimde değişimlere neden olabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, bir bölgedeki hatta bir ağaçtaki kozalak veriminin artırılmasına yönelik yapılacak çalışmalarda bu faktörler göz ardı edilmemelidir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesi için maddi destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje no: 22926)'ne teşekkür ederiz.

### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. Bu çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### ETİK ONAY BEYANI

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

### KAYNAKLAR

- Agrimi, M., & Ciancio, O. (1993). Le pin pignon (*Pinus pinea* L.); *Silva mediterranea*. Comitédes questions forestières méditerranéennes; FAO: Rome, Italy, p. 173.
- Anonim (2021). *Pinus* L. First published in Sp. P1:1000 (1753). <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:328247-2> (Erişim tarihi: 10 Ekim 2022).
- Arendonk, J.J.C.M., & Poorter, H. (1994). The chemical composition and anatomical structure of leaves of grass species differing in relative growth rate. *Plant, Cell & Environment*, 17, 963-970. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1994.tb00325.x>
- Batur, M. (2015). Kozak yöresi fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ormanlarında fıstık verimi ile artım ve bazı meteorolojik olaylar arasındaki ilişkiler. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1 (2A), 29-34. <https://doi.org/10.17568/oad.89717>
- Bell, D.T., & Ward, S.C. (1984). Foliar and twig macronutrients (K, P, K, Ca and Mg) in selected species of Eucalyptus used in rehabilitation, sources of variation. *Plant and Soil*, 82, 363-376. <https://doi.org/10.1007/BF02323051>
- Bilgin, F. (2001). Fıstık Çamı ve Türkiye Açısından Önemi; Ege Bölgesi Örneği İle Yetiştiriciliği, Değerlendirilmesi, Pazarlanması ve Gelişim Potansiyeli Üzerine İnceleme. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enst. Müd. Yayın No: 102, İzmir.
- Boutheina, A., El Aouni, M.H., & Balandier, P. (2013). Influence of stand and tree attributes and silviculture on cone and seed productions in forests of *Pinus pinea* L. in northern Tunisia. *Options Méditerranéennes, Serie A*, 105, 9-14. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:58893664>
- Correia, A.C., Mutke, S., & Silva, J. (2017). Variability of specific needle area in *Pinus pinea* L. with environment resources availability: Light, water and nutrients, Mediterranean pine nuts from forests and plantations. *Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens*, 122, 43-47. Zaragoza: CIHEAM. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a122/00007240.pdf>

- Doğu, D. (2001). Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) odununda anatomik yapı ve hava kurusu yoğunluk değerinin Türkiye’de doğal olarak yetişen diğer çam türlerimiz ile karşılaştırmalı incelemesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51 (1), 83-94. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iffiu/issue/18717/198868>
- Fırat, F. (1943). Fıstık Çamı Ormanlarımızda Meyva ve Odun Verimi Bakımından Araştırmalar ve Bu Ormanların Amenajman Esasları. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü, Ankara.
- Florence, R.G., & Chuong, P.H. (1974). The influence of soil type on foliar nutrients in *Pinus radiata* plantations. *Australian Forest Research*, 6 (3), 1-8.
- Khaldi, A., Ben Ammar, R., Young Woo, S., Akrimi, N., & Zid, E. (2011). Salinity tolerance of hydroponically grown *Pinus pinea* L. seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 765-775. <https://doi.org/10.1007/s11738-010-0601-z>
- Kılıcı, M., Sayman, M., Akkaş, M.E., Bucak, C., Parlak, S., & Boza, Z. (2011). Kozak Havzası Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ormanlarında Kozalak Verimini Etkileyen Ekolojik Faktörler. Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları Çeşitli Yayınlar Serisi No: 5. İzmir, 53 s.
- Kılıcı, M. (2012). Kozak havzası fıstık çamlarında kozalak verimsizliği ve kurumalar. *Orman Mühendisleri Odası Haber Bülteni*, 1.
- Mead, D.J., & Will, G.M. (1976). Seasonal and between-tree variation in the nutrient levels in *Pinus radiata* foliage. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 6 (1), 3-13.
- Mediavilla, S., González-Zurdo, P., García-Ciudad, A., & Escudero, A. (2011). Morphological and chemical leaf composition of Mediterranean evergreen tree species according to leaf age. *Trees*, 25, 669-677. <https://doi.org/10.1007/s00468-011-0544-z>
- Mutke, S., Calama, R., Gonzalez-Martínez, S.C., Montero, G., Gordo, F.J., Bono, M., & Gil, L. (2012). Mediterranean stone pine: Botany and horticulture. Janick, J., (Ed), *Horticultural Reviews*, 39, 153-201. Wiley-Blackwell: Hoboken. NJ. USA. [doi:10.1002/9781118100592.ch4](https://doi.org/10.1002/9781118100592.ch4)
- Niinemets, U. (1999). Components of leaf dry mass per area -thickness and density -alter photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. *New Phytologist*, 144, 35-47. <https://doi.org/10.1046/j.14698137.1999.00466.x>
- Niinemets, U., Tenhunen, J.D., & Beyschlag, W. (2004). Spatial and agedependent modifications of photosynthetic capacity in four Mediterranean oak species. *Functional Plant Biology*, 31, 1179-1193. [doi: 10.1071/FP04128](https://doi.org/10.1071/FP04128).
- Niinemets, U., Cescatti, A., Rodeghiero, M., & Tosens, T. (2005). Leaf internal diffusion conductance limits photosynthesis more strongly in older leaves of Mediterranean evergreen broadleaved species. *Plant, Cell and Environment*, 28 (12), 1552-1566. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2005.01392.x>
- Özçankaya, İ.M., Balay, S.N., Kılıcı, M., & Bucak, C. (2010). Kozak Yöresindeki Fıstık Çamlarında (*Pinus pinea* L.) Biyotik Faktörler ile Besin Elementlerinin Kozalak Kayıplarına Etkileri. Ege Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No: 47. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 399, Müdürlük Yayın No: 62. İzmir, 56 s.
- Wright, I.J., & Cannon, K. (2001). Relationships between leaf lifespan and structural defences in a low-nutrient sclerophyll flora. *Functional Ecology*, 3 (15), 351-359. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2001.00522.x>



## İklim değişikliğinin Türkiye’de güvenli gıda algısı ve tüketim davranışlarına etkisinin incelenmesi

Investigating the effects of climate change on the perception of safe food and consumption behaviors in Turkey



İbrahim Ender KÜNİLİ<sup>1</sup>, Fatma ÇOLAKOĞLU<sup>2</sup>, Hasan Basri ORMANCI<sup>3</sup>, Tuğba GÜNGÖR ERTUĞRAL<sup>2</sup>, Serhat ÇOLAKOĞLU<sup>4</sup>, Selin Özge DİNÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

<sup>4</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET  |
|--|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 29.08.2023<br/>Accepted / Kabul: 30.10.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>İklim değişikliği<br/>Gıda güvenliği<br/>Sosyo-demografik yapı<br/>Tüketici algısı<br/>Tüketici davranışları</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Climate change<br/>Food safety<br/>Sociodemographic structure<br/>Consumer perception<br/>Consumer behavior</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Selin Özge DİNÇ<br/>selinozgedinc@hotmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>İklim değişikliği ile gıda üretim zincirinde meydana gelen zaruri değişimler tüketicinin tutum ve davranışlarını etkilemekte ve piyasa düzenini şekillendirmektedir. Yapılan bu çalışmada, üretimde yaşanan değişikliklere tüketicinin bakış açısı sorgulanmış, tutum ve davranışları incelenmiştir. Araştırma, ülke geneline temsilen 40 ilde 1013 kişiye anket uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Bulgulara göre, tüketicilerin %90’ı yerli ürünleri taze haliyle tercih etmekte, taze ürüne ulaşamadığında ise dondurulmuş (%36.75) ürünleri satın almaktadır. Gıda tüketiminde en çok endişe duyulan unsur, genetiği değiştirilmiş organizmalardan (GDO) elde edilen ürünler (%40.32) olarak tespit edilmiştir. Gıda kaynaklı hastalanmalara mikroorganizmaların (%50.30) neden olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca gıdanın güvenli olmasının önemsendiği (%26.06), ve gıdanın güvenli olması halinde lezzet (%4.87), görüntü (%15.63), ucuzluk (%42.31) gibi kriterlerin dikkate alınmadığı belirtilmiştir. Sonuç olarak, Türkiye’de tüketicilerin bilimsel veriler ile aydınlatılması, endişe duyulan birçok konunun iklim değişikliği ile daha da iç içe olacağı ifade edilerek, farkındalıklarının artırılması gerektiği tespit edilmiştir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Climate change and necessary changes in the food production chain affect consumers' attitudes and behaviors and shape the market order. In this study, the consumer's perspective on changes in production was questioned and their attitudes and behaviors were examined. The research was conducted by surveying 1013 people in 40 provinces representing the whole country. According to the findings, 90% of consumers prefer fresh local products and buy frozen products when fresh products are not available (36.75%). It was found that the most concerned factor in food consumption is products obtained from genetically modified organisms (GMO) (40.32%). It was stated that foodborne diseases are caused by microorganisms (50.30%). In addition, it was stated that the safety of food is important (26.06%), and criteria such as taste (4.87%), appearance (15.63%), and cheapness (42.31%) are not taken into consideration if the food is safe. As a result, it was determined that consumers in Turkey should be enlightened with scientific data and their awareness should be increased by stating that many issues of concern will become more intertwined with climate change.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>   | Künili, İ.E., Çolakoğlu, F., Ormanci, H.B., Güngör Ertuğral, T., Çolakoğlu, S., & Dinç, S.Ö. (2024). İklim değişikliğinin Türkiye’de güvenli gıda algısı ve tüketim davranışlarına etkisinin incelenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 71-83. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1352185">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1352185</a>  |

## GİRİŞ

İklim değişimi ve değişimin hissedilen etkileri dünyanın en önemli sorunları arasındadır. Sanayi devrimi sonrası endüstrileşme, aşırı kentleşme, yoğun bitkisel ve hayvansal gıda üretimleri, iklim değişiminin en önemli sebeplerinden olan sera gazlarının üretimini artırmaktadır (IPCC, 2014). İklim değişimi ile yeryüzünde, birçok istenmeyen ve kontrolü mümkün olmayan durumun ortaya çıkması, en fazla hissedilenleri ise mevsim normallerinin dışında seyreden sıcaklıklar ve doğa olayları olarak göze çarpmaktadır (Bhandari ve ark., 2017; Fernihough & O'Rourke, 2021).

Mevsim normallerinin değişimi, verimli tarım alanlarının azalmasına ve su kaynaklarının tükenmesine neden olmaktadır (FAO, 2009; Allan ve ark., 2020; Acıbuca ve ark., 2022). Bu durum doğrudan bitkisel gıda kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkilemekte, aynı zamanda hayvancılıkta beslenme kaynaklarında sorunlara neden olabilmektedir. Çevresel faktörlerin değişimi ayrıca karasal ve sucul hayvanlarda strese bağlı fizyolojik farklılaşmalara neden olmaktadır. Başta mevsimsel gelişen üreme faaliyetleri olmak üzere, coğrafi dağılım, bolluk, göç şekilleri, göç zamanlarında kaymalar ile av-avcı dinamiklerinde değişime yol açmaktadır (Burge ve ark., 2014; Vural, 2018). Yine bu faktörler hayvanlarda hastalıklara yatkınlık, doğurganlık oranındaki değişimler ve yavru ölümlerinde artışlara neden olarak sürdürülebilirliği etkilemektedir (Polsky & von Keyserlingk, 2017; Nawab ve ark., 2018; Godde ve ark., 2021). Ortaya çıkan tüm bu çevresel, ekonomik ve sosyal baskıların sonucu olarak iklim değişikliğine çözüm arayışları hız kazanmaya başlamıştır (Kaya, 2021).

Gıda üretiminde sürdürülebilirlik, şimdiki ve gelecek nesiller için doğal kaynak tabanının yönetimi ve korunması ile tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörlerinde toprak, su, bitki ve hayvan genetik kaynaklarının korunması, çevresel açıdan bozulmayan, teknik açıdan uygun, ekonomik açıdan uygulanabilir ve sosyal açıdan kabul edilebilirliği kapsamakta, tüketicinin sürekli tatminini sağlayacak şekilde yönlendirilmesi olarak şekillendirilmektedir (FAO, 1989). Gıda üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanması için, gıda kaynaklarının ve üretiminin iklim etkilerine paralel olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Yeni teknolojilerin kullanımı ve genetiği değiştirilmiş ürünlerin üretiminin yaygınlaşmasının yanında, değişen çevresel şartlara uyum için hastalık önleyici, bağışıklık artırıcı, hormon ile takviye edici kimyasal kullanımının da yaygınlaşması zaruri görünmektedir (Lake ve ark., 2012; Van der Spiegel ve ark., 2012; Perry ve ark., 2013; Rojas-Downing ve ark., 2017). Gıda güvenliği, biyolojik ve kimyasal birçok faktör ile şekillenmekte, genel olarak insan sağlığına zararlı olduğu bilinen kimyasal bileşik veya biyolojik canlıların insan tüketimi için üretilen gıdalarda izin verilen/tolere edilebilir seviyelerde yer alması veya yer almamasını güvence altına almaktır (FAO, 2009; Akkerman ve ark., 2010; Dinç ve ark., 2022). Dolayısıyla bu uygulamalar sürdürülebilirliği desteklemekle birlikte, güvenli gıda üretim sistemlerinin ve süreçlerinin tüketici tarafından sorgulanmasına sebep olmaktadır (Wallace ve ark., 2018; Godfray ve ark., 2018; He & Li, 2020; Godde ve ark., 2021). Yapılan bu çalışmada, küresel iklim krizi ile beraber değişen gıda üretim faaliyetlerinin tüketicilerdeki yansımalarının belirlenmesi, tüketicilerin tutum ve davranışlarının anlaşılabilmesi hedeflenmiştir. Araştırma kapsamında, Türkiye genelini temsil eden 40 ilde anket uygulaması yapılmış, tüketicilerin satın aldıkları ürünlerde risk unsuru olarak gördükleri unsurlar, tercih ettikleri gıdaların nitelikleri sorgulanmış genel anlamda gıda güvenliği konusunda farkındalıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın materyalini, anket verileri oluşturmaktadır. Araştırma 2019 yılında Türkiye'deki yedi bölgeyi temsilen seçilen 40 ilde gerçekleştirilmiş, uygulamaya 18 yaş ve üzeri toplam 1013 tüketici katılım göstermiştir. Çalışmada eşit olasılıklı basit rasgele örnekleme yöntemi uygulanmış ve evren birim sayısı 10.000'in üzerinde olduğu durumlarda örnekleme hacmi aşağıdaki eşitlik kullanılarak elde edilmiştir (Yazıcıoğlu & Erdoğan, 2004; Çaylak ve ark., 2019).

$$n = \frac{P \times Q \times Z_{\alpha}^2}{d^2} \quad \text{Eq.(1)}$$

n: Örneklem hacmi, P: Söz konusu olayın gerçekleşme olasılığı (0.5), Q (1-P): Söz konusu olayın gerçekleşmeme olasılığı (1-0.5), Z<sub>α</sub>: Güven katsayısı (%5'lik hata payı için bu sayı 1.96 alınmaktadır), d: Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen örneklem hatasıdır (0.05).

### ***İstatistiksel analiz***

Araştırmada elde edilen veriler, Microsoft ofis programları kullanılarak derlenmiş ve SPSS (Statistical Package of the Social Sciences) versiyon 27.0 programı ile istatistik verileri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ilgili çapraz tablolar kurularak; Chi-Kare (x<sup>2</sup>), Fisher's Exact, Mann-Whitney U, Kruskal Wallis testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlılığı ise P<0.05 düzeyinde kabul edilmiştir.

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Araştırma ülke genelinde iklim, kültür, sanayi ve gıda üretim ağının farklı yoğunluklarda olduğu tüm bölgeleri kapsayan bir çalışma alanında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma alanında iklim krizine bağlı olarak gıda sektöründe meydana gelen veya gelecek olan değişimlerin tüketici üzerindeki etkileri, doğrudan ve dolaylı olarak sorulan sorular ile incelenmiştir. Bu kapsamda tüketici bilincine etkisi olabileceği düşünülen sosyo-demografik parametreler anket kapsamında sorulmuş ve elde edilen bilgiler Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Tüketicilerin cinsiyet, yaş ve öğrenim durumu dağılımları (n: 1013)

Table 1. Distribution of the consumers by gender, age, and education level (n: 1013)

| Değişken       | Grup                  | Frekans (f) | Yüzde dağılım (%) |
|----------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| Yaş            | 18-25                 | 415         | 41.0              |
|                | 26-35                 | 237         | 23.3              |
|                | 36-45                 | 194         | 19.2              |
|                | 46-55                 | 109         | 10.8              |
|                | 55<                   | 58          | 5.7               |
| Cinsiyet       | Kadın                 | 619         | 61.1              |
|                | Erkek                 | 394         | 38.9              |
| Öğrenim durumu | İlköğretim            | 116         | 11.5              |
|                | Lise                  | 334         | 33.0              |
|                | Lisans                | 448         | 44.1              |
|                | Yüksek lisans/Doktora | 103         | 10.2              |
|                | Okur-yazar değil      | 12          | 1.2               |

Katılımcılara ilk olarak "ithal ya da yerli ürün tercihiniz ne olurdu?" sorusu yöneltilmiştir. Elde edilen cevaplara göre tüketicilerin %90'ı yerli ürün tercih edeceklerini bildirmiş, ithal ürün tercih edenler ise %10 oranında kalmıştır. Elde edilen cevapların, sosyo-demografik yapıya göre istatistiki ilişkileri ise Çizelge 2'de verilmiştir. Sorulan bu soru ile tüketicilerin, küreselleşen gıda pazarında geliştirilen stratejilerden biri olan ve özellikle iklim krizinin artan etkileri ile zaruri olarak genişleyen ithal ürün pazarları hakkındaki görüşleri dolaylı şekilde incelenmiştir.

Çizelge 2. Tüketicilerin yerli-ithal gıda tercihinin cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre farklılıklarının istatistiksel ilişkisi

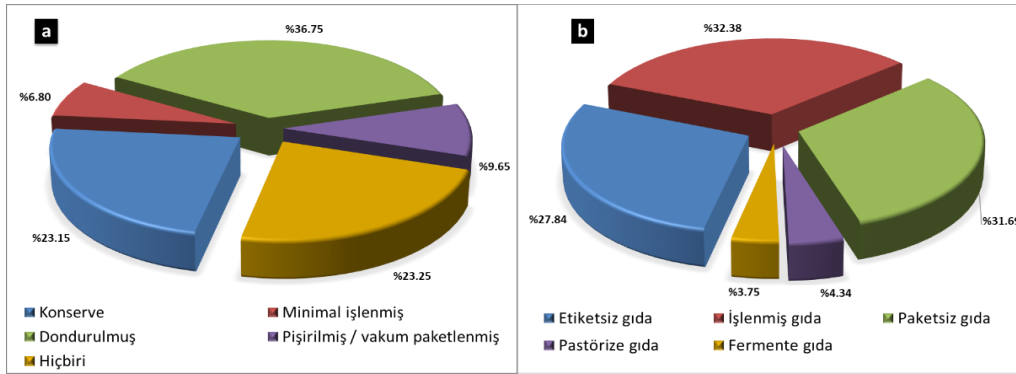
Table 2. Statistical relationship between consumers' domestic-imported food preferences according to gender, age and education level

| Değişken       | Grup                                 | Yerli üretilmiş gıda | İthal edilmiş gıda                |
|----------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Cinsiyet       | Kadın                                |                      | $X^2 = 3.776$ $p=0.052$ $sd=1$    |
|                | Erkek                                |                      |                                   |
| Yaş            | 18-25                                |                      | $X^2 = 11.449$ $p=0.022^*$ $sd=4$ |
|                | 26-35                                |                      |                                   |
|                | 36-45                                |                      |                                   |
|                | 46-55                                |                      |                                   |
|                | >55                                  |                      |                                   |
| Öğrenim Durumu | İlköğretim                           |                      | $X^2 = 14.091$ $p=0.007^*$ $sd=4$ |
|                | Lise                                 |                      |                                   |
|                | Lisans                               |                      |                                   |
|                | Y.Lisans-Doktora<br>Okur-Yazar değil |                      |                                   |

\* Gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0.05$ ).

Bireylerin yerli ve ithal ürün tercihi sosyo-demografik açıdan incelendiğinde, yaş ve öğrenim durumlarına göre tercihlerde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın özellikle 18-25 ile 36-45 yaş grupları ( $X^2=11.449$ ,  $p<0.05$ ) ve ilköğretim gruplarından kaynaklandığı belirlenmiştir ( $X^2=14.091$ ,  $p<0.05$ ) (Çizelge 2). Verilere göre gıda talebi artarken, iklim krizi ile birlikte politik kararların da etkili olduğu arz istikrarsızlığına ithalat ile aranan çözümler; ithal gıdadaki bilinmezlik nedeniyle sağlık açısından bazı endişeleri beraberinde getirmektedir. Bu durum ithal ürünlere karşı toplumda genel anlamda bir direnç oluşturmaktadır (Şeker ve ark., 2011; Topcu, 2012; Topcu & Uzundumlu, 2012). Ancak gelecekte değişen iklim etkilerine bağlı olarak tarımsal ürünlerin yetiştiriciliğinde önemli kaymalar meydana geleceği ve ulaşılamayan bazı yerli ürünlerin yerini de ithal ürünlerin alacağı öngörülmektedir (Aydın & Sarptaş, 2018). Dolayısıyla gıda pazarında küreselleşmenin devam edeceği ve ithal ürün pazarlarının ülkemizde daha da genişleyeceği açıktır.

Dünya genelinde yaşanan teknolojik gelişmelerle beraber gıda sektöründe de, gıdaların işlemciliği yaygınlaşmış, paketlenme ve muhafaza koşulları da çeşitlilik kazanmıştır. Değişen iklim koşullarında, özellikle bitkisel üretimde zamanında elde edilen çeşit ve miktarlar sekteye uğradığından, taze gıdaya erişim zorlaşmaya başlamıştır. Aslında taze gıda formu, tüketicinin her zaman erişmek istediği ve satın alırken talebinde ilk sırada yer alan ürün şeklidir. İşlenmiş gıdalara yönelim daha çok farklı tat ve aroma kaynaklı taleplerde söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada katılımcıların işlenmiş ürün ve güvenli gıda konusundaki fikirleri, bu bağlamda sorulan "Taze ürün alamadığınız zamanlarda tercih ettiğiniz işlenmiş ürün şekli nedir?" ve sonrasında tamamlayıcı olarak sorulan "Hangi gıda türünün sağlık açısından daha riskli olduğunu düşünüyorsunuz?" soruları ile ölçülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. “Taze ürün alamadığınız zamanlarda tercih ettiğiniz işlenmiş ürün şekli nedir?” (a) ve “Hangi gıdanın sağlık açısından daha riskli olduğunu düşünüyorsunuz?” (b)

Figure 1. “What is the type of processed product you prefer when you cannot buy fresh products?” (a) and “Which food do you think is more risky to health?” (b)

Ankete katılan tüketicilerin %23.25’lik kısmı taze ürün alamadıklarında herhangi bir ön işlemden geçmiş veya işlenmiş ürünleri tercih etmeyeceği şeklinde cevaplanmış ve bu görüş “Hangi ürünleri sağlıksız buluyorsunuz?” sorusundaki, işlenmiş ürünleri sağlıksız bulduğu görüşü ile (%32.38) de doğrulanmıştır. Ancak, iklim değişimine bağlı olarak yakın gelecekte birçok taze ürüne ulaşımın zorlaşabileceği muhtemeldir (Thomas ve ark., 2019), dolayısıyla tüketicinin işlenmiş ürünler hakkındaki algısının ve bu algıya etki eden faktörlerin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. İşleme teknolojileri arasında, yapısal anlamda tazeye en yakın formda ürün veren teknoloji, dondurma tekniğidir. Bu anket çalışması kapsamında katılımcıların birinci sırada dondurulmuş ürünleri (%36.75) tercih ettikleri ve taze ürüne ulaşamadıkları zaman donmuş ürünü ikame olarak kullandıkları belirlenmiştir (Şekil 2). Donmuş ürün sonrasında ise katılımcıların konserve ürünleri (%23.15), üçüncü sırada ise pişmiş vakumlanmış ürünleri (%9.65) tercih ettikleri tespit edilmiştir (Şekil 2). Paketsiz (%31.69) ve paket üzerinde ürün bilgilerinin olmaması (%27.84), katılımcıların tüketimde tercih etmedikleri ve güvensiz buldukları ürün grupları olmuştur. Bireylerin yaş ve eğitim durumunun taze gıda ürünlerine ulaşamadıklarında alternatif gıda ürünlerin tercihine istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığı ( $P>0.05$ ), ancak cinsiyetin bu tercihe önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tüketicilerin taze ürün alamadığı zamanlarda tercih ettiği gıda türlerinin cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre farklılıklarının istatistiksel ilişkisi

Table 3. Statistical relationship between the differences of food types preferred by consumers when they cannot buy fresh products according to gender, age and education level

| Değişken       | Grup             | Dondurulmuş | En az işlenmiş | Piştirilmiş ve vakum paketlenmiş | Konserve | Hiçbiri |
|----------------|------------------|-------------|----------------|----------------------------------|----------|---------|
| Cinsiyet       | Kadın            |             |                |                                  |          |         |
|                | Erkek            |             |                |                                  |          |         |
| Yaş            | 18-25            |             |                |                                  |          |         |
|                | 26-35            |             |                |                                  |          |         |
|                | 36-45            |             |                |                                  |          |         |
|                | 46-55            |             |                |                                  |          |         |
|                | >55              |             |                |                                  |          |         |
| Öğrenim Durumu | İlköğretim       |             |                |                                  |          |         |
|                | Lise             |             |                |                                  |          |         |
|                | Lisans           |             |                |                                  |          |         |
|                | Y.Lisans-Doktora |             |                |                                  |          |         |
|                | Okur-Yazar değil |             |                |                                  |          |         |

\* Gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0.05$ ).

Ankete katılan tüketicilerin sağlıksız olarak algıladığı ürün gruplarının neler olduğuna dair sorulan soruda ise öğrenim durumunun tercihlere olan etkisinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $X^2=26.545$ ,  $p<0.05$ ) (Çizelge 4). Bu farklılığın eğitim durumuna göre sınıflandırılan diğer gruplardan farklı olarak, yüksek-lisans doktora eğitimine sahip tüketici gruplarının, paketsiz gıda seçeneğini sağlıksız görmelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

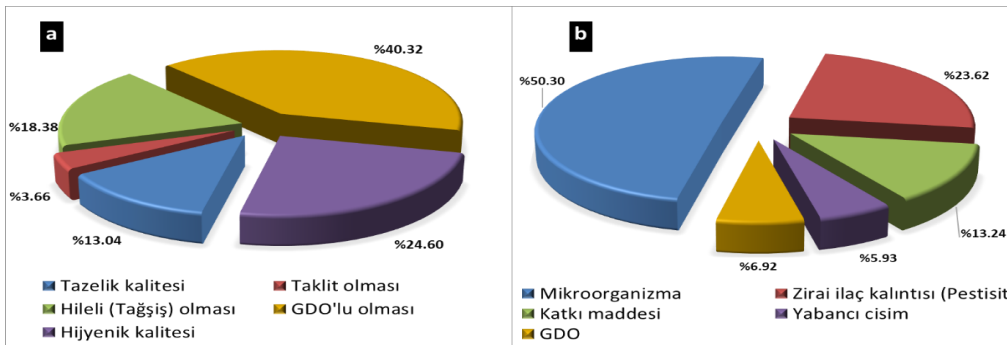
Çizelge 4. Tüketicilerin riskli gördükleri gıdaların cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre farklılıklarının istatistiksel ilişkisi

Table 4. Statistical relationship of the differences in the foods that consumers consider risky according to gender, age and education level

| Değişken       | Grup             | İşlenmiş Gıda | Paketsiz Gıda | Pastörize Gıda                        | Fermente Gıda | Etiketsiz Gıda |
|----------------|------------------|---------------|---------------|---------------------------------------|---------------|----------------|
| Cinsiyet       | Kadın            |               |               |                                       |               |                |
|                | Erkek            |               |               | $X^2 = 7.066$ $p=0.132$ $sd=4$        |               |                |
| Yaş            | 18-25            |               |               |                                       |               |                |
|                | 26-35            |               |               |                                       |               |                |
|                | 36-45            |               |               | $X^2 = 16.867$ $p=0.395$ $sd=16$      |               |                |
|                | 46-55            |               |               |                                       |               |                |
|                | >55              |               |               |                                       |               |                |
| Öğrenim Durumu | İlköğretim       |               |               |                                       |               |                |
|                | Lise             |               |               |                                       |               |                |
|                | Lisans           |               |               | $X^2 = 26.545$ $p=0.000^{a*}$ $sd=16$ |               |                |
|                | Y.Lisans-Doktora |               |               |                                       |               |                |
|                | Okur-Yazar değil |               |               |                                       |               |                |

<sup>a</sup> Fisher's Exact test; \* Gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır ( $p<0.05$ ).

Güvenilir gıda, üretiminden tüketimine kadar (tarladan sofraya) kimyasal, fiziksel, duyuşsal ve biyolojik açıdan korunmuş, sağlıklı ve güvenilir bir şekilde tüketiciye sunulan gıdalara denilmektedir. Günümüzde tüketici sağlığını önemsemekte güvenli gıda tüketmek istemektedir. Gıda tüketimi nedeniyle hasta olmak, hem bireyin hem de devletlerin istemediği maddi ve manevi açıdan kayıpların yaşandığı bir durumdur. Bu çalışmada katılımcılara "Tükettiğiniz gıdada en çok endişe duyduğunuz husus nedir?" sorusu sorulmuş ve farkındalıklarının seviyesini anlamak üzere "Sizce gıda tüketimi sonucu hastalanmaya neden olan en önemli risk faktörü hangisidir?" sorusu da yöneltilmiştir.



Şekil 2. "Tükettiğiniz gıdada en çok endişe duyduğunuz husus nedir?" (a) ve "Sizce gıda tüketimi sonucu hastalanmaya neden olan en önemli risk faktörü hangisidir?" (b) sorularına verilen cevapların dağılımları  
Figure 2. Distribution of answers to questions asked as "What is the issue you are most concerned about in the food you consume?" (a) and "Which do you think is the most important risk factor causing illness as a result of food consumption?" (b)



Katılımcıların verdikleri cevaplarda en çok endişe duyulan hususun %40.32 oranı ile genetiği değiştirilmiş organizmalardan (GDO) elde edilen ürünlerin olduğu görülmüştür (Şekil 2). Genetiği değiştirilmiş ürün, organizmanın yetersiz bir özelliğinin güçlendirilmesi veya kendi doğasında bulunmayan bir özelliğin organizmaya kazandırılmasıyla, elde edilen ürünlerdir. Bu ürünlere transgenik ürünler de denilmektedir. Günümüzde üretilmekte olan transgenik ürünler ilk başlarda, daha fazla ürün almak ve Asya ülkelerinde görülen beslenme yoksunluğunun önüne geçmek için başlatılmış olsa da, bugün acil ihtiyaç olan iklimsel etkilere dayanıklı ürün geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmiş ve üretimler artırılmıştır (Diamond ve ark., 2020). Öte yandan günümüzde marketlerde sıkça gördüğümüz ürünlerde etiket bilgisi eksikliği, üretim tekniğinin tüketici tarafından bilinmemesi, çevresel kaygılar gibi vb. nedenler tüketiciyi kaygılandırmaktadır. Dolayısıyla bu ürün grubu hakkında bilgi eksikliği bulunan katılımcıların, genetiği değiştirilmiş organizmalardan üretilen ürünleri tehdit olarak algıladığı, ancak hastalanma olgusu ile bağdaştırmadığı (%6.92) görülmüştür (Şekil 2).

Katılımcıların hastalanmaya neden olan en önemli risk faktörü sorusuna verdiği cevaplarda, mikrobiyolojik risk faktörünün ilk sırada geldiği (%50.3), onu ise zirai ilaç kalıntıları faktörünün (%23.62) takip ettiği görülmüştür (Şekil 2). İklim krizi ile birçok hastalık yapıcı mikroorganizmanın gelişimine uygun şartların oluştuğu ve gıda işleme/taşımacılığında çevresel koşulların kontrolünün zorlaştığı bilinmektedir. Böylece küresel gıda güvenliği riskinin arttığı ve gelecekte güvenli gıdaya ulaşımın zorlaşabileceği bilimsel çalışmalarla da desteklenmektedir (D'Souza ve ark., 2004; Van der Spiegel ve ark., 2012; Wu ve ark., 2016; Caminade ve ark., 2019; Godde ve ark., 2021). Bu durumun bu çalışmada da, tüketici tarafında karşılık bulduğu ve en önemli gıda kaynaklı hastalık etmeni olan mikroorganizmalar hakkında da bir farkındalığın oluştuğu anlaşılmaktadır.

Gıda ürünlerinde endişe duyulan hususlarda, ankete katılan tüketicilerin algılarının cinsiyet, yaş grubu ve öğrenim durumuna göre önemli anlamlı değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tüketicilerin tükettikleri gıdada en çok endişe duyduğu hususların cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre farklılıklarının istatistiksel ilişkisi

Table 5. Statistical correlation of the differences in the food consumers are most concerned about according to gender, age and education level

| Değişken       | Grup             | Hijyenik kalitesi | Tazelik kalitesi | Hileli (Tağşiş) ürün            | Taklit olması | GDO'lu oluşu |
|----------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|---------------|--------------|
| Cinsiyet       | Kadın            |                   |                  |                                 |               |              |
|                | Erkek            |                   |                  | $X^2 = 20.243$ p=0.000* sd=4    |               |              |
| Yaş            | 18-25            |                   |                  |                                 |               |              |
|                | 26-35            |                   |                  |                                 |               |              |
|                | 36-45            |                   |                  |                                 |               |              |
|                | 46-55            |                   |                  |                                 |               |              |
|                | >55              |                   |                  | $X^2 = 47.001$ p=0.000* sd=16   |               |              |
| Öğrenim Durumu | İlköğretim       |                   |                  |                                 |               |              |
|                | Lise             |                   |                  |                                 |               |              |
|                | Lisans           |                   |                  |                                 |               |              |
|                | Y.Lisans-Doktora |                   |                  |                                 |               |              |
|                | Okur-Yazar değil |                   |                  | $X^2 = 41.113^a$ p=0.000* sd=16 |               |              |

a Fisher's Exact Test; \* Gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır (p<0.05).

Özellikle hileli ve taklit ürün seçeneğine verilen yanıtlarda tüm sosyo-demografik değişkenlerin istatistiki açıdan önemli bir farklılığı tetiklediği ( $X^2=20.243$ , p<0.05), yaş gruplarının hijyenik kalite ve GDO (18-25) ile tazelik kalitesi (>55) seçeneklerinde farklı düşüncelere sahip olduğu ( $X^2=47.001$ , p<0.05), ilköğretim öğrenim grubunun tazelik kalitesi, lise öğrenim grubunun hijyenik kalite ve lisans öğrenim grubunun da tazelik kalitesi ile GDO seçeneklerinden farklı oranlarda endişeleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $X^2=41.113$ , p<0.05) (Çizelge 5). Ankete katılan

tüketicilerin gıda kaynaklı hastalanma nedeni olarak gördükleri değişkenler ve sosyo-demografik yapıları arasındaki ilişki Çizelge 6'de belirtilmiştir.

Çizelge 6. Tüketicilerin gıda zehirlenmesinin nedeni olarak düşündükleri etkenlerin cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre farklılıklarının istatistiksel ilişkisi

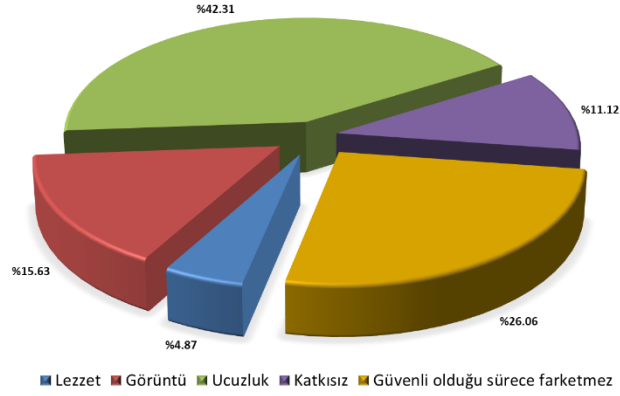
Table 6. Statistical relationship between the factors that consumers think as the cause of food poisoning according to gender, age and education level

| Değişken       | Grup             | Bakteri | Katkı maddesi | Pestisit | Yabancı cisimler | GDO                           |
|----------------|------------------|---------|---------------|----------|------------------|-------------------------------|
| Cinsiyet       | Kadın            |         |               |          |                  |                               |
|                | Erkek            |         |               |          |                  | $X^2 = 25.269$ p=0.000* sd=4  |
| Yaş            | 18-25            |         |               |          |                  |                               |
|                | 26-35            |         |               |          |                  |                               |
|                | 36-45            |         |               |          |                  | $X^2 = 30.414$ p=0.016* sd=16 |
|                | 46-55            |         |               |          |                  |                               |
| Öğrenim Durumu | >55              |         |               |          |                  |                               |
|                | İlköğretim       |         |               |          |                  |                               |
|                | Lise             |         |               |          |                  |                               |
|                | Lisans           |         |               |          |                  | $X^2 = 38.645$ p=0.001* sd=16 |
|                | Y.Lisans-Doktora |         |               |          |                  |                               |
|                | Okur-Yazar değil |         |               |          |                  |                               |

\* Gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır (p<0.05).

Katılımcıların cinsiyetleri ile gıda kaynaklı hastalık nedeni olarak gördükleri değişkenler arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $X^2=25.269$ , p<0.05). Bu farklılığın ise katkı maddesi, pestisit ve GDO seçeneklerinin tercihinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Yaş gruplarında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup ( $X^2=30.414$ , p<0.05), bu farklılığın 18-25 yaş grubunun gıda kaynaklı hastalanma nedenini mikroorganizmalar ile yabancı cisimlerden; 36-45 yaş grubunun ise yalnızca yabancı cisimlerden kaynaklanabileceğini düşünmelerinden olduğu anlaşılmıştır. Öğrenim durumuna göre ise yüksek lisans-doktora grubunun gıda kaynaklı hastalıklarda en önemli faktörün mikroorganizmalar olduğunu belirtmesi diğer eğitim gruplarından farklı olarak istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $X^2=38.645$ , p<0.05) (Çizelge 6).

Uzmanlar, değişen iklim koşulları nedeniyle gıdalarda kalite kaybı ile israfın önüne geçilebilmek için çalışmakta, bu konuda yeni teknolojiler geliştirilmektedir (Armanda ve ark., 2019; Singh ve ark., 2021; Razavizadeh ve ark., 2021). Buna karşın, tüketicinin yeni uygulanan teknolojilere kaygı ile yaklaştığı, endişe duyduğu gözlenmektedir. Üreticinin kullandığı yeni uygulamalarda, gıdaların yapısında bazı değişimlerin meydana gelmesi kaçınılmazdır ancak bu değişimlerin tüketici istek ve algılarına göre şekillendirilmesi hem sürdürülebilirlik, hem de tüketicinin talep ve kabulü açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda çalışmada, katılımcıların gıda ürünlerinde dikkat ettiği ve vazgeçebileceği hususları anlayabilmek adına "Gıda satın almak istediğinizde güvenli olma özelliğine karşılık hangisinden vazgeçersiniz?" sorusu sorulmuştur. İlgili soruya verilen cevaplar Şekil 3'de özetlenmiş olup, cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre dağılımları ise Çizelge 7'de sunulmuştur.



Şekil 3. "Bir gıda satın almak istediğinizde, o gıdanın güvenli olma özelliğine karşılık hangisinden vazgeçersiniz?" sorusuna verilen cevapların dağılımı

Figure 3. Distribution of answers to question asked as, "When you want to buy a food, which one would you give up in return for the safety feature of that food?"

Ankete katılım sağlayan tüketicilerin %42.31'i tükettiği gıdanın güvenli olması için ucuzluğundan vazgeçebileceğini belirtirken, %26.06'sı ise gıdanın güvenli olmasının tek kriteri olduğunu belirtmiştir. Tüketicilerin yaklaşık %15.63'lik kısmı ise gıdanın görüntüsünden vazgeçebileceğini ifade ederken, %11.12 lik kısmı güvenli olmasına karşın katkı kullanımına rıza göstermiştir. Bu soruya verilen cevapların, cinsiyet, yaş ve öğrenim durumlarına göre dağılımlarına bakıldığında, cinsiyete göre en farklı görüş bildirilen cevabın %66.3'e %33.7 oranları ile gıdanın güvenli olduğu sürece diğer özellikler fark etmez, seçeneğinde görülmüştür (Çizelge 7).

Çizelge 7. Tüketicilerin gıdanın güvenli olmasına karşın hangi özelliğinden vazgeçebileceğinin cinsiyet, yaş ve öğrenim durumuna göre dağılımı

Table 7. Distribution of consumers according to gender, age and education level on which feature of the food they can give up despite the fact that it is safe

| Değişken       | Grup             | Lezzet |      | Ucuz olması |      | Katkısız olması |      | Görüntü |      | Güvenli olduğu sürece fark etmez |      |
|----------------|------------------|--------|------|-------------|------|-----------------|------|---------|------|----------------------------------|------|
|                |                  | n      | %    | n           | %    | n               | %    | n       | %    | n                                | %    |
| Cinsiyet       | Kadın            | 35     | 60.3 | 282         | 58.1 | 67              | 52.3 | 115     | 63.9 | 199                              | 66.3 |
|                | Erkek            | 23     | 39.7 | 203         | 41.9 | 61              | 47.7 | 65      | 36.1 | 101                              | 33.7 |
| Yaş            | 18-25            | 28     | 48.3 | 203         | 41.9 | 51              | 39.8 | 89      | 49.4 | 98                               | 32.7 |
|                | 26-35            | 13     | 22.4 | 124         | 25.6 | 33              | 25.8 | 37      | 20.6 | 75                               | 25.0 |
|                | 36-45            | 6      | 10.3 | 86          | 17.7 | 17              | 13.3 | 27      | 15.0 | 75                               | 25.0 |
|                | 46-55            | 6      | 10.3 | 48          | 9.9  | 17              | 13.3 | 18      | 10.0 | 34                               | 11.3 |
|                | >55              | 5      | 8.6  | 24          | 4.9  | 10              | 7.8  | 9       | 5.0  | 18                               | 6.0  |
| Öğrenim Durumu | İlköğretim       | 13     | 22.4 | 42          | 8.7  | 19              | 14.8 | 11      | 6.1  | 36                               | 12.0 |
|                | Lise             | 17     | 29.3 | 147         | 30.3 | 48              | 37.5 | 56      | 31.1 | 104                              | 34.7 |
|                | Lisans           | 23     | 39.7 | 230         | 47.4 | 46              | 35.9 | 95      | 52.8 | 130                              | 43.3 |
|                | Y.Lisans-Doktora | 5      | 8.6  | 58          | 12.0 | 14              | 10.9 | 18      | 10.0 | 27                               | 9.0  |
|                | Okur-Yazar değil | 0      | 0.0  | 8           | 1.6  | 1               | 0.8  | 0       | 0.0  | 3                                | 1.0  |

Yaş gruplarına göre sonuçlara bakıldığında, en genç yaş grubunda (18-25 yaş) katılımcıların güvenli gıda olmasına karşılık en kolay görüntüsünden vazgeçeceklerini ifade etmiş (%49.4) olmaları dikkat çekmiştir. Bu yaş grubunda dış

görünüş önemli olmasına rağmen, güvenlik kaygısı görüntünün önüne geçmiştir. Diğer yaş gruplarındaki katılımcılar ise, 26-55 yaş aralığında güvenliği olduğu sürece pahalı ürün alabileceklerini ve 55 yaş üzerinde güvenli gıda olmak kaydıyla katkı maddesini de önemsemeyeceklerini (%13.3) bildirmişlerdir. Eğitim seviyesine göre incelendiğinde ise güvenli gıda olmasına karşılık, ilköğretim düzeyinde eğitime sahip katılımcıların güvenli gıdada lezzeti önemsemeyecekleri (%22.4), lise mezunlarının katkı maddesini önemsemeyecekleri (%37.5), lisans düzeyinde eğitime sahip olan katılımcıların ise %43.3 oranında güvenli olduğu sürece fark etmez seçeneğini tercih ettikleri belirlenmiştir (Çizelge 7). Bu bilgiler ışığında, tüketicilerin satın alacakları gıda ürünlerinde genellikle güvenli olduğu sürece diğer özelliklerindeki kayıpların fark etmeyeceği, sonrasında ise cinsiyet, yaş ve eğitim durumlarına göre diğer özelliklerinden farklı oranlarda vazgeçebilecekleri anlaşılmıştır. Bu sorudan elde edilen verilerin, gıda üreticilerine iklim değişimine uyum sağlamak amacıyla ürünlerinde zaruri olması muhtemel modifikasyonları uygularken rehber olabileceği düşünülmektedir. Üreticilerin ürün hedef kitlesinin beklentilerine göre ürünlerini şekillendirmesi hem sürdürülebilirliğin sağlanması hem de tüketicilerin güvenlik kaygılarının giderilmesine imkân sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, küresel iklim krizinin hammaddeden başlayarak tüketici sofralarına gelene kadar, gıdanın tüm süreçlerini etkilediği bir dönem yaşanmaktadır. Bu dönemde sürdürülebilir gıda üretim ve tüketim ağını oluşturabilmek için, hali hazırda yapılan ve gelecekte yapılması muhtemel üretim uygulamalarının tüketici tarafında nasıl algılandığını belirlemek önem taşımaktadır. Bu çalışmadan elde edilen veriler genel anlamda tüketicilerin, sosyo-demografik yapıdan bağımsız olarak, taze ve en az işlem görmüş gıda tüketimine eğimli olduğunu göstermiştir. Ayrıca tüketicilerde, üretim yöntemlerine, etiket bilgilerine ve etiketsiz/paketsiz gıdalara güvensizlik, genel bir kanı olarak gözlenmiştir. Tüketicinin gıda kaynaklı hastalık risklerini önemli ölçüde tanımlayabildiği, ancak endişe duyduğu konulara bunu yansıtmadığı tespit edilmiştir. Tüm bu verilere dayanarak ülkemizde, tüketicilerin farkındalığının artırılması gerektiği, eğitimlerle ve doğru bilgilerin şeffaf paylaşımı ile bunun sağlanabileceği öngörülmüştür. Bu bağlamda kapsamlı ve güncel bilimsel çalışmalar ile gıda üretim faaliyetlerinin iklim değişim süreci dikkate alınarak yönlendirilmesi ve bunun tüketici ile paylaşılarak bilinç oluşumunun sağlanması gerektiği düşünülmüştür. Uygulanan üretim faaliyetlerine tüketicinin kabul onayı sektör ve ülke ekonomisi açısından önem taşımaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2019-2999 Proje Numarası ile desteklenmiştir.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## ETİK ONAY BEYANI

Bu makale 2020 yılından önce yapılarak tamamlanmış olup etik onaya gerek duyulmamaktadır.

## KAYNAKLAR

Acıbuca, V., Kaya, A., & Kaya, T. (2022). Interregional comparative analysis of farmers' perceptions and expectations of climate change. *Italian Journal of Agronomy*, 17 (2121). <https://doi.org/10.4081/ija.2022.2121>

- Akkerman, R., Farahani, P., & Grunow, M. (2010). Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges. *OR Spectrum*, 32, 863-904. <https://doi.org/10.1007/s00291-010-0223-2>
- Allan, R.P., Barlow, M., Byrne, M.P., Cherchi, A., Douville, H., Fowler, H.J., Gan, T.Y., Pendergrass, A.G., Rosenfeld, D., Swann, A.L.S., Wilcox, L.J., & Zolina, O. (2020). Advances in understanding large-scale responses of the water cycle to climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472 (1), 49-75. <https://doi.org/10.1111/nyas.14337>
- Armanda, D.T., Guinée, J.B., & Tukker, A. (2019). The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability—A review. *Global Food Security*, 22, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.002>
- Aydın, F., & Sarptaş, H. (2018). İklim değişikliğinin bitki yetiştiriciliğine etkisi: Model bitkiler ile Türkiye durumu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 512-521. <https://doi.org/10.5505/pajes.2017.37880>
- Bhandari, K., Dev Sharma, K., Hanumantha Rao, B., Siddique, K.H.M., Gaur, P., Agrawal, S.K., Nair, R.M., & Nayyar, H. (2017). Temperature sensitivity of food legumes: a physiological insight. *Acta Physiologiae Plantarum*, 39, 68. <https://doi.org/10.1007/s11738-017-2361-5>
- Burge, C.A., Eakin, C.M., Friedman, C.S., Froelich, B., Hershberger, P.K., Hofmann, E.E., Harvell, C.D., Petes, L.E., Prager, K.C., Weil, E., Willis, B.L., & Ford, S.E. (2014). Climate change influences on marine infectious diseases: Implications for management and society. *Annual Review of Marine Science*, 6 (1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135029>
- Caminade, C., McIntyre, K.M., & Jones, A.E. (2019). Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436 (1), 157. <https://doi.org/10.1111/nyas.13950>
- Çaylak, B., Çolakoğlu, F., Künili, İ.E., & Ormancı, H.B. (2019). İzmir ili su ürünleri tüketimi ve tüketici tercihleri üzerine bir araştırma. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7 (1), 101-106. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp1.101-106.2735>
- D'Souza, R.M., Becker, N.G., Hall, G., & Moodie, K.B.A. (2004). Does ambient temperature affect foodborne disease? *Epidemiology*, 15, 86-92. <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000101021.0345>
- Diamond, E., Bernauer, T., & Mayer, F. (2020). Does providing scientific information affect climate change and gmo policy preferences of the mass public? Insights from survey experiments in germany and the united states. *Environmental Politics*, 29 (7), 1199-1218. <https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1740547>
- Diñç, S.Ö., Künili, İ.E., & Çolakoğlu, F. (2022). İklim değişimi sürecinin sürdürülebilir ve güvenli gıda üretimine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2), 447-460. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.994886>
- FAO. (1998). *The State of Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization.
- FAO. (2009). *Climate Change: Implications for Food Safety*. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/3/i0195e/i0195e00.pdf>
- Fernihough, A., & O'rourke, K.H. (2021). Coal and the European industrial revolution. *The Economic Journal*, 131 (635), 1135-1149. <https://doi.org/10.1093/ej/ueaa117>
- Godde, C.M., Mason-D'croz, D., Mayberry, D.E., Thornton, P.K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; A review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>
- Godfray, H.C.J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J.W., Key, T.J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R.T., Scarborough, P., Springmann, M., & Jebb, S.A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 80, 243. <https://doi.org/10.1126/science.aam5324>

- He, T., & Li, C. (2020). Harness the power of genomic selection and the potential of germplasm in crop breeding for global food security in the era with rapid climate change. *The Crop Journal*, 8 (5), 688-700. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.04.005>
- IPCC (2014). Climate change 2014: Mitigation of climate change. Exit contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf)
- Kaya, A. (2021). The relationship of global climate change with agriculture and environment. pp 1008-1012 in *XII International Scientific Agricultural Symposium 'Agrosym 2021'*, October 7-10, Jahorina.
- Lake, I.R., Hooper, L., Abdelhamid, A., Bentham, G., Boxall, A.B., Draper, A., Fairweather-Tait, S., Hulme, M., Hunter, P.R., Nichols, G., & Waldron, K.W. (2012). Climate change and food security: Health impacts in developed countries. *Environmental Health Perspectives*, 120 (11), 1520-1526. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104424>
- Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., Zhao, Y., Nawab, Y., Li, K., Xiao, M., & An, L. (2018). Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *Journal of Thermal Biology*, 78, 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.08.010>
- Perry, B.D., Grace, D., & Sones, K. (2013). Current drivers and future directions of global livestock disease dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110 (52), 20871-20877. <https://doi.org/10.1073/pnas.101295310>
- Polsky, L., & von Keyserlingk, M.A.G. (2017). Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100 (11), 8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>
- Razavizadeh, S., Alencikiene, G., Salaseviciene, A., Vaiciulyte-Funk, L., Ertbjerg, P., & Zabulione, A. (2021). Impact of fermentation of okara on physicochemical, techno-functional, and sensory properties of meat analogues. *European Food Research and Technology*, 247 (9), 2379-2389. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03798-8>
- Rojas-Downing, M.M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., & Woznicki, S.A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145-163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Singh, M., Trivedi, N., Enamala, M.K., Kuppam, C., Parikh, P., Nikolova, M.P., & Chavali, M. (2021). Plant-based meat analogue (PBMA) as a sustainable food: A concise review. *European Food Research and Technology*, 247 (10). <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03810-1>
- Şeker, İ., Özen, A., Güler, H., Şeker, P., & Özden, İ. (2011). Elazığ'da kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketicilerin hayvan refahı konusundaki görüşleri. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17 (4), 543-550. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.3825>
- Thomas, K., Hardy, R.D., Lazrus, H., Mendez, M., Orlove, B., Rivera-Collazo, I., & Winthrop, R. (2019). Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10 (2), e565. <https://doi.org/10.1002/wcc.565>
- Topcu, Y. (2012). Rural development-contemporary issue and practices. RS Adisa (Ed.), *The Integrated Marketing Approach as a Rural Development Tool*. InTech-Open Access Publisher. 257-282. ISBN: 978-953-307-942-4
- Topcu, Y., & Uzundumlu, A. (2012). Tüketicilerin kırmızı et tüketimi ile ilgili tutum ve davranışlarını etkileyen faktörlerin analizi: Erzurum ili örneği. *10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 05-07 Eylül 2012, Türkiye, s. 926-935.
- Van Der Spiegel, M., van Der Fels-Klerx, H.J., & Marvin, H.J.P. (2012). Effects of climate change on food safety hazards in the dairy production chain. *Food Research International*, 46 (1), 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.011>
- Vural, Ç. (2018). Küresel iklim değişikliği ve güvenlik. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 57-85. <https://doi.org/10.28956/gbd.422726>



- Wallace, J.G., Rodgers-Melnick, E., & Buckler, E.S. (2018). On the road to breeding 4.0: Unraveling the good, the bad and the boring of crop quantitative genomics. *Annual Review of Genetics*, 52, 421-444. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-120116-024846>
- Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007>
- Yazıcıoğlu, Y., & Erdoğan, S., (2004). *Spss uygulamalı bilimsel araştırma yöntemleri*. Detay Yayıncılık, Ankara, 49-50.

## Impact of out of pocket health expenditure on rice producers' technical efficiency in South-West Nigeria


Cepten sağlık harcamalarının Güneybatı Nijerya'da piriç üreticilerinin teknik verimliliği üzerindeki etkisi

Kazeem Oriyomi ABOABA<sup>1</sup>, Ridwan MUKAİLA<sup>2</sup>, Tohib Oyeyode OBALOLA<sup>3</sup>,  
Solomon Oladele OLADEJI<sup>1</sup>, Samson Oluwaseyi AFOLAYAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal University of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Farm Management, Abeokuta, Nigeria.

<sup>2</sup>University of Nigeria, Department of Agricultural Economics, Enugu State, Nsukka, Nigeria.

<sup>3</sup>Usmanu Danfodiyo University, Department of Agricultural Economics, Sokoto, Nigeria.

| ARTICLE INFO   | ABSTRACT   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 11.08.2023<br/>Accepted / Kabul: 03.11.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Out of pocket expenditure<br/>Healthcare<br/>Rice<br/>Translog<br/>Southwest Nigeria</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Aile bütçesi harcaması<br/>Sağlık<br/>Piriç<br/>Güneybatı Nijerya</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Tohib Oyeyode OBALOLA<br/>oyeyodeobalola@yahoo.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>The costs of agricultural input are reduced by significant out-of-pocket health bills, which results in decreased productivity or poverty. The study examined the effect of out-of-pocket health expenditure on technical efficiency of rice producers in southwest Nigeria, using a translog functional form approach. The study's samples were selected using a multistage sampling procedure. The findings had a mean area of farmland cultivated (3.02ha), output obtained (2438.33Kg), cost of drugs and herbs (₦8,253.44; \$23.19), cost of medical consultation (₦1,378.82; \$3.87), cost of feeding (₦751.57; \$2.11), cost of travelling (₦732.96; \$2.06) and cost on preventive measures (₦651.11; \$1.83). On average rice farmers lost 32.37 days to illness and healthcare facilities were located 20.67Km from the farmers home. The rice farmers were able to obtain 91.5% output from their input mix. Area of farmland cultivated, quantity of seed, quantity of herbicide and tractor hour hired positively influenced rice output while labor and quantity of insecticide had negative effects. Increased cost of; drugs and herbs, medical consultation, and distance to healthcare provider decreases technical efficiency while increase in preventive cost of ill-health, and contact with health extension workers increase technical efficiency. The study concluded that rice growers were not operatin on the frontier.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Tarımsal girdi maliyetleri, önemli ölçüde cepten sağlık faturaları ile azaltılmakta ve bu da üretkenliğin veya yoksulluğun azalmasına neden olmaktadır. Çalışma, cepten yapılan sağlık harcamalarının güneybatı Nijerya'daki piriç üreticilerinin teknik verimliliği üzerindeki etkisini, translog fonksiyonel form yaklaşımı kullanarak inceledi. Çalışmanın örnekleri çok aşamalı bir örnekleme prosedürü kullanılarak seçildi. Bulgular, ekili tarım arazilerinin ortalama bir alanına (3.02ha), elde edilen çıktıya (2438.33 Kg), ilaç ve bitki maliyetine (₦8,253.44; 23.19 \$), tıbbi konsültasyon maliyetine (₦1,378.82; 3.87 \$), beslenme maliyetine (₦751.57; 2.11 \$), seyahat maliyetine (732.96 ₦; 2.06 \$) ve önleyici tedbirlerin maliyetine (₦ 651.11; 1.83 \$) sahipti. Ortalama olarak, piriç çiftçileri hastalıktan 32.37 gün kaybetti ve sağlık tesisleri çiftçilerin evinden 20.67 km uzaktaydı. Piriç çiftçileri, girdi karışımlarından% 91,5 çıktı elde edebildiler. Ekili tarım arazilerinin alanı, tohum miktarı, herbisit miktarı ve işe alınan traktör saati piriç üretimini olumlu yönde etkilerken, işçilik ve böcek ilacı miktarı olumsuz etkilere neden olmuştur. Artan maliyet; ilaçlar ve otlar, tıbbi konsültasyon ve sağlık hizmeti sağlayıcısına olan mesafe teknik verimliliği azaltırken, kötü sağlığın önleyici maliyetindeki artış ve sağlık uzatma çalışanlarıyla temas teknik verimliliği artırmaktadır. Çalışma, çiftçilerin sınırdaki faaliyet göstermediği sonucuna varmıştır.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>  | <p>Aboaba, K.O., Mukaila, R., Obalola, T.O., Oladeji, S.O., &amp; Afolayan, S.O. (2024). Impact of out of pocket health expenditure on rice producers' technical efficiency in south-west Nigeria. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 84-95. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1340849">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1340849</a></p>   |

## INTRODUCTION

One of the most significant agricultural pursuits in Nigeria is rice farming. The third most popular staple grain in Nigeria, rice is crucial for food security and brings substantially more income for farmers than other cash crops (FAO, 2021). All agro-ecological zones in Nigeria, from the mangrove swamps of the Niger Delta to the arid zones of the Sahel in the north, are used to produce rice on a small scale (Ojo et al., 2020; KPMG, 2019) with an average yield of approximately 1.8 tonnes per hectare (Chidiebere-mark et al., 2019). However, 72% of the nation's total rice crop is produced in North Western Nigeria (KPMG, 2019). Nigeria is the top producer of rice in West Africa and the second-largest producer overall in Africa after Egypt (KPMG, 2019). Rice production in Nigeria has increased from 3.7 million metric tons in 2017 to 4 million metric tons in 2018, but it still falls short of demand because the nation imports more than 3 million metric tons each year, which costs more than US\$ 480 million in scarce foreign currency (Kamai et al., 2020). In recent years, over 750 million tons of paddy has been produced on an area of approximately 164 million hectares in the world. The majority of paddy farming is in Asia. China, India, Indonesia, Bangladesh and Thailand are the leading countries in paddy production (Kaya & Ateş, 2022). The majority of Nigerian rice farmers now employ outdated technology with little to no upgraded input technology. Meanwhile, rice farming involves several operations such as land preparation, making seedlings, nursing the seedlings, planting, and harvesting which result in musculoskeletal disorders such as wrist disorders, and hand and back pain (Swangnetr et al., 2014). Rice farming requires huge energy from farmers, especially land preparation. Some Nigerian rice farmers still practice the traditional method of threshing by beating of paddy on wood which results in drudgery, injury, and health challenges them. Farmers also suffered significant losses in agricultural production as a result of the health risks that rural areas are susceptible to. Sick farmers are unable to visit their farms or abandon their farm activities (Moses, 2017). These led to out-of-pocket health expenses incurred by farmers to improve their health status.

Cost-sharing, self-medication, and other costs directly borne by private households are some examples of out-of-pocket expenses in the healthcare industry. These costs are incurred by patients when their insurance does not fully cover the cost of a health good or service (OECD, 2009). The impact of out-of-pocket health spending on farmers, including their productivity, can be severe in the majority of developing nations where it is the main source of healthcare finance. Farmers in Nigeria generally face high out-of-pocket expenses due to the low level of insurance premiums purchased by them. The good health of farmers and agricultural productivity are important in any nation because good health improves work effectiveness and individual productivity through enhancing physical and mental capacities (Ajani & Ugwu, 2008). According to the human capital theory, those with better health should be more productive workers (Séne & Badiane, 2016).

According to the Grossman theory of demand for health care, out-of-pocket medical expenses have an impact on household productivity and well-being, which in turn affect health. When these payments reach a particular threshold, which is when they account for a significant portion of the household budget, they might constitute a financial burden (reducing household disposable income and forcing them to sell an asset to pay for medical services) (Séne & Badiane, 2016). When out of pocket spending becomes catastrophic, they reduce the expenses on agricultural input, thus leading to limited efficiency or impoverishment. This is because the money that the farmers would have used to buy farm inputs, updated implements, or hire laborers and tractors was instead utilized on treatment, which resulted in low productivity (Moses, 2017; Fanello & Baker, 2010).

Farmers in developing countries, including Nigeria, typically live in rural areas that lack adequate infrastructure like good roads, clean water, and hospitals. The majority of health problems in rural areas are caused by treatable conditions such as malaria, pains, meningitis, diarrhea, typhoid fever, HIV/AIDS, catarrh, and cough (Ojo et al., 2018). Rural farmers were unable to access good health facilities which hindered their wellbeing and productivity. In case of emergency, they need to travel many miles before accessing healthcare centers which resulted in the

death of many rural dwellers. These, however, contributed to their poor health status and high out of pocket spending. An improved health facility especially in rural areas is prerequisites to good health among the farmers which will in turn improve their efficiency. This is because a healthy farmer will have the required energy needed to be productive. Previous research on health and agriculture focused on the impact of ill health on farmers (Moses, 2017; Iheke & Ukaegbu, 2015; Egbetokun et al., 2014). Also, most studies on out-of-pocket expenditure concentrated on its effect on the welfare of people (Aboaba, 2020; Amos et al., 2016; Rashad & Sharaf, 2015). Meanwhile, how out of pocket expenditure by farmers affects their technical efficiency, especially rice production in Nigeria received less attention. Thus, this study intends to fill the gap by investigating the impact of out-of-pocket health expenditure on rice producer's technical efficiency. Identifying the impact of out-of-pocket health spending on rice farmers' technical efficiency showed the linkage between out-of-pocket health expenditures and rice farmers' technical efficiency in a bit to produce efficiently and to improve rice farmers' health status.

## **MATERIALS and METHODS**

### ***The study area***

There are six states in Nigeria's southwestern region: Osun, Ogun, Oyo, Ondo, Lagos, and Ekiti. The study was conducted in the state of Ogun. With a capacity of 15,000–20,000 tonnes per year, the state is one of the top producers of rice in the southwest of Nigeria (Osabohien et al., 2018). The state has an estimated population of 3,728,098 according to the 2006 National Census (NPC, 2006). Its arable land area is 1,204,000 hectares, however, only roughly 350,000 hectares of that are now being farmed. The state is fortunate to have good soil and climate conditions that encourage the growth of food and cash crops including rice, maize, cassava, yam, cocoa, and citrus.

### ***Sampling technique***

The study samples were selected using a multistage sampling technique. The four Agricultural Development Project (ADP) zones were purposively selected in the initial stage by choosing a sample block with the most rice being grown there. In the second stage, a major rice-producing cell was selected by random sampling from the selected blocks; in the third stage, three rice-producing villages were likewise selected at random using a table of random numbers. The final step involved selecting twenty rice farmers at random from each village, totaling 240 rice farmers in the sample. During the data cleaning process, only 220 responses representing 94%, were suitable for analysis.

### ***Data collection and analysis***

With the aid of a standardized questionnaire, data were gathered. Data on the socioeconomic characteristics of the rice farmers, data on the inputs and outputs of rice cultivation, and information on healthcare costs were elicited. Descriptive and inferential statistics like mean, standard deviation, minimum, maximum, and stochastic frontier analysis were used to analyze the acquired data.

### ***Model specification***

The impact of out-of-pocket health expenditure on rice producers' technical efficiency was estimated using Stochastic Frontier Analysis (SFA) adopting a translog functional form technique. Because it lays fewer restrictions than a Cobb-Douglas specification or any more conventional specification, the translog specification was chosen as it represents a second-order approximation to any actual functional form (Tan et al., 2010).

The production frontier to be estimated is specified as;

$$\ln(Y_i) = \delta_0 + \sum_{j=1}^7 \delta_j \ln X_{ij} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^7 \delta_{jk} \ln X_{ij} \ln X_{ik} + v_i - u_i \quad (1)$$

where,  $\ln(Y_i)$  is the logarithm of rice output in Kilogram (outputkg),  $X_j$  are rice production inputs,  $V_i$  are stochastic random errors, and  $U_i$  are non-negative random errors accounting for technical efficiency in rice production.

The variable  $X_1$ - $X_7$  represents area of farmland cultivated in hectares (areaha), quantity of seed planted in Kilogram (seedkg), man-days of labor in adult equivalent (labor), quantity of fertilizer in Kilogram (fertilizerkg), quantity of insecticide in litres (qinsect), quantity of herbicide in litres (qherb) and tractor in hours (Tractorhr) respectively.

According to Akinbode et al. (2011), an average male works for 8 hours each day when estimating man-days of labor. The actual total hours spent working on farms were multiplied by 1 for men, 0.75 for women, and 0.5 for children in order to convert them to male adult equivalent hours.

Efficiency model is specified as;

$$TE_i = \lambda_0 + \sum_{j=1}^{15} \lambda_j K_j \quad (2)$$

where,  $TE_i$  represents the technical efficiency of each rice farmers. The  $K$  variables represent farmers socioeconomic and health variables that influence technical efficiency.

The variable name, measurement and hypothesized sign were described in table 1.

Table 1. Variable name, unit and hypothesized sign on technical efficiency

*Çizelge 1. Değişken adı, birimi ve teknik etkinlik üzerindeki hipotez işareti*

| Name                | Variable                                   | Unit                               | Expected signs |
|---------------------|--|------------------------------------|----------------|
| <b>Age</b>          | Age of household head                      | Years                              | +/-            |
| <b>Sex</b>          | Sex of household head                      | Dummy (1=male, 0=female)           | +              |
| <b>Hhsiz</b>        | Number of person per household             | Person                             | +/-            |
| <b>Maritalsta~s</b> | Marital status of household head           | Dummy (1=married, 0=otherwise)     | +              |
| <b>Ysis</b>         | Number of years spent in school            | Years                              | +              |
| <b>Cooperate</b>    | Member of farmers' cooperative association | Dummy (1=member, 0=otherwise)      | +              |
| <b>Farmexp</b>      | Rice farming experience                    | Years                              | +              |
| <b>Cdrug</b>        | Cost of drugs and herbs                    | Naira                              | -              |
| <b>Cconsultan~</b>  | Cost of medical consultation               | Naira                              | -              |
| <b>Cfeeding</b>     | Cost of feeding                            | Naira                              | -              |
| <b>Ctravelling</b>  | Cost of travelling to healthcare provider  | Naira                              | +/-            |
| <b>Cpreventive</b>  | Preventative cost                          | Naira                              | -              |
| <b>Dfproduction</b> | Number of days forgone production          | Days                               | -              |
| <b>Dths</b>         | Distance to healthcare facilities          | Kilometers                         | -              |
| <b>Chew</b>         | Contact with health extension workers      | Dummy (1=had contact, 0=otherwise) | +              |

The number of production days lost due to illness was translated to adult equivalent by multiplying the number of days lost by males by 1, females by 0.75, and children by 0.5 (Aboaba et al., 2019)

1 USD (\$) is equivalent to 355.99 Naira (₦).

## RESULTS and DISCUSSIONS

### *Descriptive statistics of variables*

Production variable result showed that the average area of farmland cultivated; seed, labor hours, fertilizer, insecticide, herbicide, and tractor hours that was used to obtain 2438.33 Kg of rice were 3.02 ha, 337.89 Kg, 90.52 days, 342.33 Kg, 9.89 liters, 9.52 liters and 4.34 hours respectively. These results imply that rice output harvested in the region is lower than that realized in Asia; this result is in line with the assertion of PwC (2018). With a mean age of 54.34 years, a household size of six people, six years of education, and 26.35 years of agricultural experience, roughly 73% of rice farmers were male. The percentage of married rice farmers and cooperative society members was about 58% and 19%, respectively.

The average cost spent by the farmers on; drugs and herbs, medical consultation, feeding, travelling, and preventive measures were ₺8,253.44 (\$23.19), ₺1,378.82 (\$3.87), ₺751.57 (\$2.11), ₺732.96 (\$2.06) and ₺651.11 (\$1.83) respectively. It follows from this finding that rice farmers greatly overspend on their health and may have a negative influence on the amount of income available for production which will invariably inhibit their productivity, economic growth, and development (IFPRI, 2007). About 46% of the rice farmers had access to public healthcare facilities, primary healthcare, and health centers were located within 20.7 Km from the farmer's home; the farmers lost approximately 32 days to illness when impaired by diseases and less than half had contact with community health extension workers. The implication is that bringing healthcare facilities closer to the farmers and having contact with health workers will reduce transportation costs and improve the appropriate use of healthcare facilities. This outcome backs up the conclusions made by Aboaba et al. (2019).

Table 2. Descriptions of variables in the model

*Çizelge 2. Modeldeki değişkenlerin tanımları*

| Variable                               | Mean    | Std. Dev. | Min | Max   |
|--|---------|-----------|-----|-------|
| <b><i>Production variables</i></b>     |         |           |     |       |
| Outputkg                               | 2438.33 | 2618.35   | 375 | 15000 |
| Areaha                                 | 3.02    | 2.77      | 0.5 | 15    |
| Seedkg                                 | 337.89  | 449.90    | 25  | 2500  |
| Labor                                  | 90.52   | 66.05     | 18  | 180   |
| Ferilizerkg                            | 342.33  | 806.99    | 0   | 2000  |
| Qinsect                                | 9.89    | 12.41     | 0   | 60    |
| Qherb                                  | 9.52    | 12.08     | 0   | 60    |
| Tractorhr                              | 4.34    | 7.28      | 0   | 36    |
| <b><i>Socioeconomic variables</i></b>  |         |           |     |       |
| Age                                    | 54.34   | 14.10     | 20  | 78    |
| Sex                                    | 0.73    | 0.44      | 0   | 1     |
| Hhsiz                                  | 5.88    | 2.44      | 1   | 12    |
| maritalsta~s                           | 0.58    | 0.49      | 0   | 1     |
| Ysis                                   | 5.52    | 4.85      | 0   | 18    |
| Cooperate                              | 0.19    | 0.39      | 0   | 1     |
| Farmexp                                | 26.35   | 14.93     | 4   | 63    |
| <b><i>Health related variables</i></b> |         |           |     |       |
| Cdrug                                  | 8253.44 | 4655.96   | 870 | 21900 |
| cconsultan~                            | 1378.82 | 2133.81   | 0   | 12300 |



Table 2 (continued). Descriptions of variables in the model

*Çizelge 2 (devamı). Modeldeki değişkenlerin tanımları*

|                     |        |         |     |      |
|---------------------|--------|---------|-----|------|
| <b>Cfeeding</b>     | 751.57 | 703.55  | 0   | 6000 |
| <b>Ctravelling</b>  | 732.96 | 974.58  | 0   | 4700 |
| <b>Cpreventive</b>  | 651.11 | 1099.99 | 0   | 6300 |
| <b>Dfproduction</b> | 32.37  | 19.22   | 3.5 | 61   |
| <b>Dths</b>         | 20.67  | 25.53   | 0   | 100  |
| <b>Chew</b>         | 0.46   | 0.50    | 0   | 1    |

**Technical efficiency of rice farmers**

Table 3 displays the findings of the Maximum Likelihood Estimates (MLE) of the parameters of the translog functional form for rice farmers. Sigma-square and gamma, two variance parameters, were estimated to be 0.046 ( $p < 0.01$ ) and 0.550 ( $p < 0.01$ ), respectively. This conforms to the findings of Tanko and Obalola (2013). While the gamma reveals systematic influences that are unaccounted for by the production function and the main causes of random error, the sigma-square attests to the goodness of fit and accuracy of the distributional assumption about the composite error term. This suggests that the differences in the technical inefficiency of rice farmers account for around 55% of the variation in their output. Production estimates revealed that area cultivated ( $p < 0.1$ ), quantity of seed ( $p < 0.01$ ), quantity of herbicide ( $p < 0.01$ ), and tractor hour hired ( $p < 0.01$ ) positively influence rice output while labor ( $p < 0.01$ ) and insecticide ( $p < 0.01$ ) had a negative influence on rice output.

The coefficient of the cultivated farm area showed that a 1 % increase in the area of farmland cultivated with rice would increase the output of rice by 1.398 %. The outcome is consistent with Muhammad-Lawal et al. (2013) who reported a significant and positive relationship between the area of farmland cultivated and output. According to the coefficient of quantity of seed, a 1% increase in the amount of seed planted would result in a 4.364% increase in rice production. This result shows that the more seed that is planted, the higher the rice production. This outcome is consistent with the position of Ulimwengu (2009) and Ambali et al. (2012) who reported a direct relationship between output and quantity of seed planted. The output of rice decreased by 3.634% as a result of an increase in labor hours. The result suggests that increasing labor use reduces rice production, a pointer that rice farmers were not efficient in their use of labor. This is because the majority of rice farmers employ members of their households on their farms, leading to a failure of the labor market. This outcome supports the work of Shittu (2014) that farm household heads used their domestic labor inefficiently.

Table 3. Maximum likelihood estimates of technical efficiency

*Çizelge 3. Teknik etkinliğin maksimum olasılık tahminleri*

| <b>Variable</b>              | <b>Coefficient</b> | <b>Standard Error</b> | <b>t-ratio</b> |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|
| <b>Constant</b>              | 3.118***           | 1.200                 | 2.598          |
| <b>ln(area)</b>              | 1.398*             | 0.809                 | 1.728          |
| <b>ln(seed)</b>              | 4.364***           | 0.701                 | 6.230          |
| <b>ln(labour)</b>            | -3.634***          | 0.760                 | -4.783         |
| <b>ln(fert)</b>              | 0.635              | 0.419                 | 1.515          |
| <b>ln(insect)</b>            | -0.450***          | 0.147                 | -3.063         |
| <b>ln(herb)</b>              | 2.417***           | 0.820                 | 2.946          |
| <b>ln(tractor)</b>           | 8.062***           | 0.948                 | 8.508          |
| <b>ln(area) x ln(seed)</b>   | 1.571***           | 0.173                 | 9.082          |
| <b>ln(area) x ln(labour)</b> | -1.348***          | 0.193                 | -6.971         |

Table 3 (continued). Maximum likelihood estimates of technical efficiency

*Çizelge 3 (devamı). Teknik etkinliğin maksimum olasılık tahminleri*

|                                   |           |       |        |
|-----------------------------------|-----------|-------|--------|
| <b>ln(area) x ln(fert)</b>        | 0.221*    | 0.124 | 1.778  |
| <b>ln(area) x ln(insect)</b>      | -0.099**  | 0.039 | -2.537 |
| <b>ln(area) x ln(herb)</b>        | 0.324     | 0.304 | 1.064  |
| <b>ln(area) x ln(tractor)</b>     | -1.361*** | 0.232 | -5.858 |
| <b>ln(seed) x ln(labour)</b>      | 0.986***  | 0.185 | 5.335  |
| <b>ln(seed) x ln(fert)</b>        | -0.289**  | 0.125 | -2.310 |
| <b>ln(seed) x ln(insect)</b>      | 0.248***  | 0.055 | 4.489  |
| <b>ln(seed) x ln(herb)</b>        | -0.475**  | 0.232 | -2.050 |
| <b>ln(seed) x ln(tractor)</b>     | 1.167***  | 0.164 | 7.102  |
| <b>ln(fert) x ln(labour)</b>      | 0.318***  | 0.093 | 3.427  |
| <b>ln(labour) x ln(insect)</b>    | -0.237*** | 0.064 | -3.696 |
| <b>ln(labour) x ln(herb)</b>      | 0.020     | 0.094 | 0.209  |
| <b>ln(labour) x ln(tractor)</b>   | -0.018    | 0.106 | -0.173 |
| <b>ln(fert) x ln(insect)</b>      | -0.076*** | 0.025 | -3.082 |
| <b>ln(fert) x ln(herb)</b>        | 0.138***  | 0.053 | 2.602  |
| <b>ln(fert) x ln(tractor)</b>     | 0.128     | 0.086 | 1.497  |
| <b>ln(herb) x ln(insect)</b>      | 0.055     | 0.044 | 1.254  |
| <b>ln(insect) x ln(tractor)</b>   | 0.214**   | 0.087 | 2.451  |
| <b>ln(herb) x ln(tractor)</b>     | 0.135     | 0.140 | 0.966  |
| <b>ln(area)<sup>2</sup></b>       | -0.743*   | 0.402 | -1.846 |
| <b>ln(seed)<sup>2</sup></b>       | -1.806*** | 0.221 | -8.181 |
| <b>ln(labour)<sup>2</sup></b>     | -0.124    | 0.238 | -0.519 |
| <b>ln(fert)<sup>2</sup></b>       | -0.136*** | 0.044 | -3.114 |
| <b>ln(herb)<sup>2</sup></b>       | -0.797**  | 0.314 | -2.538 |
| <b>ln(insect)<sup>2</sup></b>     | 0.176***  | 0.067 | 2.639  |
| <b>ln(tractor)<sup>2</sup></b>    | 0.148***  | 0.056 | 2.621  |
| <b>Diagnostic test</b>            |           |       |        |
| <b>sigma-squared</b>              | 0.046***  | 0.010 | 4.710  |
| <b>Gamma</b>                      | 0.550***  | 0.145 | 3.802  |
| <b>Log-likelihood function</b>    | 88.095    |       |        |
| <b>LR test of one-sided error</b> | 43.197    |       |        |

Note: \*\*\*, \*\* and \* means significant at 1%, 5% and 10% respectively.

On the coefficient of insecticide, a 1% increase in the amount of pesticide would reduce rice production by 0.45%. This might be due to rice farmers using insecticides excessively or reducing their use to save cost. The coefficient of herbicide showed that a 1 % increase in the use of herbicides will result in a 2.417 % increase in rice output. This result implies that the use of herbicides enhances rice output. This is because weeds compete with rice for nutrient and space, thus, the use of herbicide to control weeds increase rice output. A percentage increase in tractor hours would increase rice output by 8.062%. This result is in line with the findings of Okoruwa et al. (2006).

#### **Impacts of out of pocket healthcare costs on technical efficiency**

Factors affecting the rice farmer's inefficiency, the contribution of farmer's characteristics, and healthcare related variables were examined. The coefficient's positive sign denotes a detrimental impact on technical efficiency,

whereas its negative sign denotes a positive impact. Because the majority of rice farmers are older and have more knowledge of the factors impacting rice production, the coefficient of age suggests that as age increases, so does the efficiency of the rice farmers. The result conforms to the findings of Shafiq and Rehman (2000) and Adekunle et al. (2016). The household size coefficient suggests that as the household size grows, the technical efficiency of rice farmers declines; this conclusion is consistent with those made by Shittu (2014) and Adebayo et al. (2015).

Married household heads among the rice farmers are more technically efficient than their unmarried counterparts, rice farmers who are members of cooperative associations are more technically efficient than those that did not belong to cooperative association, and this may be because joining a cooperative enables farmers to combine their resources and take advantage of significant economies of scale by getting necessary information towards efficient production. This result supports that of Ayodele et al. (2020) that being a member of a cooperative association increases productivity and level of market participation among farmers. The technical efficiency of rice farmers falls when costs of drugs rise, which suggests that as farmers' out-of-pocket expenses rise, so does their technical inefficiency. This is because, as farmers spend more on drugs, the amount of money available to purchase production inputs will reduce thereby causing a decline in technical efficiency. This result corroborates the work of Adekunle et al. (2016).

An increase in medical consultation cost reduces the technical efficiency of the rice farmers, the coefficient of preventive cost implies that as the preventive cost against illness increases the technical efficiency of the rice farmers also increases, this is so because prevention against illness increases the healthy time of the farmers, that is, it reduces days forgone to production which would invariably increase the efficiency of the farmers; increased distance from farmers home to healthcare facilities reduces technical efficiency while having contact with community health extension workers increases the technical efficiency of the rice farmers. This result implies that bringing healthcare services closer to farmers will increase their technical efficiency.

Table 4. Determinants of technical efficiency

*Çizelge 4. Teknik etkinliğin belirleyicileri*

| Variable     | Coefficient  | Standard Error | t-ratio |
|--------------|--------------|----------------|---------|
| Constant     | 0.525***     | 0.190          | 2.767   |
| Age          | -0.014***    | 0.005          | -2.887  |
| Sex          | -0.124       | 0.079          | -1.584  |
| Hhsiz        | 0.046**      | 0.022          | 2.067   |
| Maritalsta~s | -0.272***    | 0.097          | -2.808  |
| Ysis         | -0.011       | 0.009          | -1.273  |
| Cooperate    | -0.434**     | 0.185          | -2.343  |
| Farmexp      | 0.002        | 0.003          | 0.558   |
| Cdrug        | 0.1e-04*     | 0.1e-04        | 1.729   |
| Cconsultan~  | 0.6e-04**    | 0.3e-04        | 2.137   |
| Cfeeding     | 0.1e-04      | 0.4e-04        | 0.312   |
| Ctravelling  | 0.7e-04      | 0.6e-04        | 1.155   |
| Cpreventive  | -0.19e-03*** | 0.7e-04        | -2.689  |
| Dfproduction | -0.003       | 0.002          | -1.539  |
| Dths         | 0.007**      | 0.003          | 2.564   |
| Chew         | -0.309**     | 0.129          | -2.405  |

Note: \*\*\*, \*\* and \* means significant at 1%, 5% and 10% respectively.

### Technical efficiency distribution of the rice farmers

The efficiency distribution result revealed that the majority (74.67%) of rice farmers had technical efficiency greater than 0.900, very low proportions (0.89%) had technical efficiency less or equal to 0.600, low proportions (2.22%) had technical efficiency between 0.601-0.700, low proportions (4.44%) still had technical efficiency between 0.701-0.800 while 17.78% had technical efficiency between 0.801-0.900. The rice farmers' mean technical efficiency was 0.915, which indicates that they were able to get 91.5% of their output from their input mix. This suggests that they may increase their technical efficiency by 8.5%.

Table 5. Efficiency distribution of rice farmers

Çizelge 5: Pirinç çiftçilerinin verimlilik dağılımı

| Efficiency range | Frequency    | Percentage    |
|------------------|--------------|---------------|
| ≤0.600           | 2            | 0.89          |
| 0.601-0.700      | 5            | 2.22          |
| 0.701-0.800      | 10           | 4.44          |
| 0.801-0.900      | 40           | 17.78         |
| >0.900           | 168          | 74.67         |
| <b>Total</b>     | <b>225</b>   | <b>100.00</b> |
| <b>Mean</b>      | <b>0.915</b> |               |
| <b>Minimum</b>   | <b>0.569</b> |               |
| <b>Maximum</b>   | <b>0.987</b> |               |

Figure 1 depicts the box plot distribution of rice farmers' technical efficiency scores; performance scores ranged from 0.569 to 0.987, with the majority of scores falling around the mean efficiency score. The box plot's tails reveal the degree of variability for the upper and lower 25% of quartiles. The long tail toward the lower 25% quartiles demonstrated that there is a great deal of variation in performance scores for underperforming rice farmers located in the quartile compared to the higher 25% quartile.

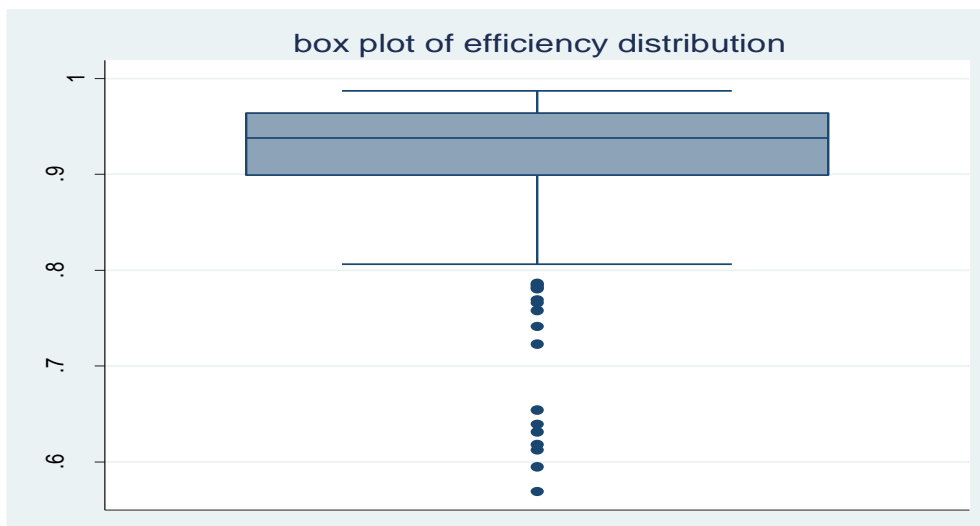


Figure 1. Box plot distribution of technical efficiency

Şekil 1. Teknik etkinliğin grafik dağılımı

In conclusion, the study looked at how rice farmers' technical efficacy was impacted by out-of-pocket health expenditure. The technical efficacy of the rice farmers was estimated using a translog functional form. The result

showed that the output obtained by the rice farmers was low and farmers spent a high amount on their health. Input variables such as area of farmland cultivated, seed, labor, insecticide, herbicide, and tractor hours influenced rice output while variables such as age, household size, marital status, cooperative membership, cost of drugs and herbs, cost of medical consultation, preventive cost of ill-health, distance to the healthcare provider and contact with community health extension workers influenced technical inefficiency. With their combination of inputs, the rice farmers were able to produce 91.5% of their output. The positive and significant relationship between variable inputs such as area of farmland cultivated, seed, herbicide, and tractor hours implies that better use of these inputs could lead to higher output among rice farmers.

The negative relationship between health-related variables such as cost of drugs, cost of medical consultation, and distance to healthcare provider showed that an increase in these variables decreases technical efficiency while an increase in preventive cost and contact with health extension workers increases farmers' technical efficiency. The study concluded that rice farmers were not operating at the frontier and there's a need for improvement to boost their level of food security and economic well-being. This can be achieved with healthcare facilities located closer to the farmers and equipped with essential drugs at a reduced cost. The study therefore recommends that farmers should be supplied with disease preventing materials such as mosquito nets, and repellants. This will help farmers reduce their out of pocket health expenditure and enable them to have access to better healthcare services which will improve the healthy time available for production and their well-being.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

#### REFERENCES

- Aboaba, K.O. (2020). Effects of ill-health cost on multidimensional poverty: evidence from rural households in Nigeria. *Review of Agricultural and Applied Economics*, 23 (2), 64-71.
- Aboaba, K.O., Oyekale, T.O., Adewuyi, S.A., & Adigbo, S.O. (2019). Determinants of burden of disease among rice farming households in Ogun state, Nigeria. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 9 (2), 264-273.
- Adebayo, C.O., Oseghale, A.I., & Adewumi, A.A. (2015). Profitability and technical efficiency among broiler farmers in Kwara State, Nigeria. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*, 11 (2), 92-96.
- Adekunle, A.K., Adekunle, C.P., & Aihonsu, J.O.Y. (2016). Effect of health condition on technical efficiency of small-scale crop farmers in Yewa Division of Ogun State, Nigeria. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*, 12 (2), 138-143.
- Ajani, O.I., & Ugwu, P.C. (2008). Impact of adverse health on agricultural productivity of farmers in Kainji Basin North-Central Nigeria using a stochastic production frontier approach. *Trends in Agricultural Economics*, 1 (1), 1-7.
- Akinbode, S.O., Dipeolu, A.O., & Ibrahim, D.A. (2011). Effects of disease burden on technical efficiency among lowland rice farming households in north central Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7 (3), 359-369.
- Ambali, O.I., Adegbite D.A., Ayinde I.A., & Awotide D.O. (2012). Analysis of production efficiency of food crop farmers in Ogun State, Nigeria. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*, 7 (9), 680-688.

- Amos, O.O., Nwakuso, U.M., Baba, M.A., & Olamide, O.E. (2016). Effect of out-of-pocket health expenditure on the welfare of rural households in Kwara State, Nigeria. *International Journal of Health Economics and Policy*, 1 (1), 1-5. <https://doi.org/10.11648/j.hep.20160101.11>
- Ayodele, O.O., Aboaba, K.O., Oladeji, S.O., & Tolorunju, E.T. (2020). Factors affecting productivity and intensity of market participation of leafy vegetable growers. *International Journal of Vegetable Science*, 27 (1), 96-101. <https://doi.org/10.1080/19315260.2020.1718820>.
- Chidiebere-Mark, N., Ohajianya, D., Obasi, P., & Onyeagocha, S. (2019). Profitability of rice production in different production systems in Ebonyi State, Nigeria. *Open Agriculture*, 4, 237-246.
- Egbetokun, O.A., Omonona, B.T., & Oluyole, K.A. (2014). Economic analysis of sickness and labour productivity among cocoa farmers in Obafemi/Owode Local Government Area, Ogun State. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4 (20), 78-84.
- Fanello, B.T., & Barkar L.F. (2010). Transmission of serum hepatitis. *Journal of the American Medical Association*, 276 (10), 841-4.
- FAO. (2021). *Nigeria at a glance*. <http://www.fao.org/nigeria/fao-in-nigeria/nigeria-at-a-glance/en/>
- Iheke, O.R., & Ukaegbu, H.I. (2015). Effect of poor health and farmers' socioeconomic variables on total factor productivity of arable crop farm households in Albia state, Nigeria.
- Kamai, N., Omoigui, L.O., Kamara, A.Y., & Ekeleme, F. (2020). Guide to rice production in Northern Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, 27 pp.
- Kaya, A., & Ateş, M. (2022). The change of rice production by years in Turkey. *ANADOLU 11th International Conference on Applied Science*, December 29-30, Diyarbakır-Turkey.
- KPMG. (2019). *Rice industry review*. <https://home.kpmg/ng/en/home/insights/2019/10/rice-industry-review.html>
- Moses, D.J. (2017). Effect of ill health on technical efficiency of grain farmers in Gombe State, Nigeria. *International Journal of Innovative Food, Nutrition & Sustainable Agriculture*, 5 (4), 7-14.
- Muhammad-Lawal, A., Memudu, I.J., Ayanlere, A.F., Mohammed, A.B., & Olajogun, M.E. (2013). Assessment of the economics and resource-use efficiency of rice production in Ogun State, Nigeria. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 3, 35-43.
- National Population Commission (NPC). (2006). National population and housing census statistics in Nigeria.
- OECD. (2009). "Burden of out-of-pocket health expenditure", in *Health at a Glance 2009: OECD Indicators* OECD Publishing, Paris. [https://doi.org/10.1787/health\\_glance-2009-62-en](https://doi.org/10.1787/health_glance-2009-62-en)
- Ojo, A.O., Akande, N.O., & Tanko, L. (2018). Analysis of ill-health and technical efficiency of maize farmers in selected local government areas of Osun state, Nigeria. *Journal of Research in Forestry, Wildlife & Environment*, 10 (3), 81-91.
- Ojo, T.O., Ogundeji, A.A., Babu, S.C., & Alimi, T. (2020). Estimating financing gaps in rice production in Southwestern Nigeria. *Journal of Economic Structures*, 9 (12), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40008-020-0190-y>
- Okoruwa, V.O., Ogundele, O.O., & Oyewusi, B.O. (2006). Efficiency and productivity of farmers in Nigeria: A Study of Rice Farmers in North Central Nigeria. *Poster paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference*, Gold Coast, Australia.
- Osabohien, E., Okorie, U., & Osabohien, R. (2018). Rice production and processing in Ogun State, Nigeria: qualitative insights from farmers' association. In E. Obayelu, (Ed.), *Food systems sustainability and environmental policies in modern economics* (pp. 188-215). Hershey, PA: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3631-4.ch009>
- Rashad, A.S., & Sharaf, M.F. (2015). Catastrophic and impoverishing effects of out-of-pocket health expenditure: New evidence from Egypt. *American Journal of Economics*, 5, 526-533.
- Séne, L.M., & Badiane, O. (2016). Out-of-pocket health payments: a catalyst for agricultural productivity growth , but with potentially impoverishing effects in Senegal. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 97, 29-49. <https://doi.org/10.1007/s41130-016-0010-9>





- Shafiq, M., & Rehman, T. (2000). The extent of resource use inefficiencies in cotton production in Pakistan's Punjab: An application of data envelopment analysis. *Agricultural Economics* 22, 321-330.
- Shittu, A. (2014). Off-farm labour supply and production efficiency of farm household in rural Southwest Nigeria. *Agricultural and Food Economics*, 2 (8).
- Swangnetr, M., Kaber, D.B., Puntumetakul, R., & Gross, M.T. (2014). Ergonomics-related risk identification and pain analysis for farmers involved in rice field preparation. *Work*, 49, 63-71. <https://doi.org/10.3233/WOR-131768>
- Tan, S., Heerink, N., Kuyvenhoven A., & Qu, F. (2010). Impact of land fragmentation on rice producers' technical efficiency in south-East China. *Wageningen Journal of Life Science*, 57, 117-123.
- Tanko, L., & Obalola, T.O. (2013). Profit efficiency among irrigated onion producers in Wamakko and Kware Local Government Areas, Sokoto State, Nigeria. *Asian Journal of Science and Technology*, 4 (9), 28-32.
- Ulimwengu, J. (2009). Farmers' health and agricultural productivity in Rural Ethiopia. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC.
- Wagstaff, A., & Doorslaer, E.V. (2003). Catastrophe and impoverishment in paying for health care: With applications to Vietnam 1993-1998. *Health Economy*, 12, 921-933.

## Farklı sulama ve azotlu gübreleme koşulları altında yetiştirilen patates yumrusunun depolama sırasında protein içeriği değişimi

Change in protein content of potato tubers grown under different irrigation and nitrogen fertilization conditions during storage

Mustafa AKKAMIŞ<sup>1</sup> , Sevgi ÇALIŞKAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ÖZET   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 06.09.2023<br/>Accepted / Kabul: 07.11.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Yumru kalitesi<br/>Protein içeriği<br/>Sulama<br/>Azot gübrelemesi</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Tuber quality<br/>Protein content<br/>Irrigation<br/>Nitrogen fertilization</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Sevgi ÇALIŞKAN<br/>scaliskan@ohu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Su ve azotun kontrolsüz kullanımı hem üretim maliyetlerinin artmasına hem de su kaynaklarının tüketilmesine neden olmaktadır. Ayrıca su ve azotun etkili kullanımı depo dayanımı ve kalitesini de artırır. Bu çalışmanın amacı; farklı sulama ve azotlu gübre miktarlarının depolama süresince patates yumrusunun protein içeriğine etkisini araştırmaktır. Çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi araştırma arazisinde altı farklı azot dozu (N0= 0 kg/da, N1= 10 kg/da, N2= 20 kg/da, N3= 30 kg/da, N4= 40 kg/da, N5= 50 kg/da) ana parsellere ve üç farklı sulama uygulaması (I1= Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama, I2= Tam sulamanın % 33 azaltılmasıyla yapılan sulama, I3= Tam sulama= Tarla kapasitesi % 30 azaldığında sulama yapılan uygulama) alt parsellere gelecek şekilde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Sonuçlara göre azot miktarının artmasıyla yumrudaki protein içeriği artış göstermiştir. Bununla beraber sulama miktarının artması protein içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Diğer yandan, depolama süresi arttıkça protein içeriği artış göstermiştir. Niğde bölgesinde Agria patates çeşidi özelinde yapılan bu çalışmada su, gübre yönetimi ve depolama süresinin patatesteki yumru proteini açısından büyük önem taşıdığı sonucuna varılmıştır.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Uncontrolled use of water and nitrogen cause both an increase in production costs and the consumption of water resources. In addition, the effective use of water and nitrogen increases the storage strength and quality. The aim of this study was to investigate the effect of different irrigation and nitrogen fertilizer amounts on the protein content of potato tuber during storage. Six different nitrogen doses (N0= 0 kg/da, N1= 10 kg/da, N2= 20 kg/da, N3= 30 kg/da, N4= 40 kg/da, N5= 50 kg/da) to the main plots and three different irrigation applications (I1= irrigation with 66% reduction of full irrigation, I2= irrigation with 33% reduction of full irrigation, I3= full irrigation= application with irrigation when field capacity is reduced by 30%) in the sub-plots, divided plots in random blocks were established according to the experimental design in the research field of Niğde Ömer Halisdemir University Faculty of Agricultural Sciences and Technologies. According to the results, the protein content of the tuber increased with the increase of nitrogen content. However, increasing the amount of irrigation caused a decrease in protein content. On the other hand, the protein content increased as the storage time increased. In this study, which was carried out with the Agria potato variety in the Niğde region, it was concluded that water, fertilizer management and storage time are of great importance in terms of tuber protein in potato.</p> |
| <b>Cite/Atf</b>   | Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2024). Farklı sulama ve azot koşulları altında yetiştirilen patates yumrusunun depolama sırasında protein içeriği değişimi <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 96-107. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1355607">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1355607</a>  |

## GİRİŞ

Patates, buğday, çeltik ve mısırdan sonra dünyanın dördüncü temel gıda maddesidir (Reyniers ve ark., 2020; Rosyidah ve ark., 2021). Ancak ekimi, çevresel koşullar, zararlılar, hastalıklar gibi birçok değişkenden etkilenir. Ayrıca patatesin su tüketimi yüksek ve gübreleme maliyeti oldukça fazladır. Patates yumruları, indirgen şeker ve organik asitler dahil olmak üzere büyük miktarlarda karbonhidrat ve protein içerir. Patates kalitesi, yetiştirme koşullarına göre önemli ölçüde değişir. Bu nedenle patates yumrularının kalitesini iyileştirmek için bitkinin toprak ve çevre ile ilişkisinin belirlenmesi önemlidir (Xing ve ark., 2022).

Patates yumrusu taze ağırlığında yaklaşık % 2 ham protein içerir. Bununla birlikte, ham protein içeriği genotipe ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir (Bartova ve ark., 2009). Şanlı ve Karadoğan (2012), tarafından yapılan çalışmada farklı patates çeşitlerinin protein oranının % 1.73 ile 2.12 arasında değişim gösterdiği belirlenmiş ve çeşitler arasındaki farkın genetik yapıdan kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca, patates yumrularının depolama boyunca protein oranlarının kuru ağırlık bakımından % 9.26 ile 11.21 arasında değiştiği Kara (1996) tarafından yapılan çalışmada belirlenmiştir.

Patates yumrusunun taze ağırlığının yaklaşık % 80'i su ve % 20'si kuru maddeden oluşur. Kuru maddesi ise yaklaşık % 60-80 nişasta ve % 10-20 oranında proteinlerden meydana gelmektedir (Çelik ve ark., 2015). Patates yumrusu yüksek miktarda karbonhidrat içerdiği için karbonhidrat kaynağı olarak bilinir. Ancak, patateste bulunan proteinlerin kullanım etkinliği neredeyse inek sütüne yakın değerdedir (Cin, 2022). Patates proteini bitkiler için önemli bir temel amino asit kaynağıdır ve bileşimi yumurta proteinine benzerdir (Wichrowska & Szczepanek, 2020). Patates yumrusunun kullanım amacına göre protein ve kuru madde oranlarının farklı olması istenir. Örneğin, yemeklik tüketimde protein oranının yüksek olması istenirken, sanayilik patateslerde nişasta oranının yüksek olması gerekir (Karadoğan ve ark., 1997). Yüksek proteinli yumruların işlenmesi yüksek ekonomik değere sahiptir ve patates nişasta endüstrisi için önemli ekonomik öneme sahiptir (Dourado ve ark., 2019). Patates yumrusunun kalite özellikleri birkaç farklı etmene bağlı olarak değişebilir. Farklı gübreleme ve sulama stratejileri de kaliteyi etkileyen özellikler arasındadır. Ayrıca depolanan patateslerde depolama koşulları ve süresi patateste kaliteyi etkilemektedir.

Patateslerin uzun süreli depolamaya uygunluğu, çeşidin yetiştirilme koşullarının ve depolamanın etkisi altında değişebilen genetik özellikleriyle ilişkilidir. Çeşitlerin depolamaya uygunluğu, yumruların dormansi süresine, yumrulara meydana gelen yaşam süreçlerinin yoğunluğuna, depolama sırasındaki mekanik hasara ve mantar ve bakteri hastalıklarına karşı duyarlılığına bağlıdır (Kołodziejczyk, 2016).

Yumrulardaki protein içeriği, patates kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Mitrus ve ark., 2003). Azot, bitki büyümesinde hayati öneme sahip bir bitki besin maddesidir ve yumru verimini ve kalitesini sağlamak için gerekli bir girdidir. Patates, azot uygulamalarındaki dalgalanmalardan etkilenir. Dolayısıyla azot uygulama miktarı vejetatif büyüme ile yumru verimini ve kalitesini olumsuz etkileyebilir (Ayyub ve ark. 2019). Azot bitki bünyesinde daha fazla doku ve organ üretmek için meristematik aktiviteyi uyarıcı bir etki yaratarak bitki büyümesinde artış meydana getirir. Çünkü azot, nükleik asit, protein ve amino asitlerin temel bileşeni olarak büyümedeki biyokimyasal süreçlerde önemli bir rol oynar (Westermann, 2005). Yapılan bazı çalışmalarda azot uygulamalarının artışı ile yumrudaki protein oranının arttığı belirlenmiştir (Karadoğan ve ark., 1997, Awad ve ark., 2007; Gao ve ark., 2017; Song ve ark., 2013; Öztürk ve ark., 2010; Fontes ve ark., 2010).

Patates tarımında özellikle azotlu gübreler, bitkinin daha hızlı gelişmesi ile yumru veriminde olumlu etki yaratırlar. Ancak azotlu gübrelerin aşırı kullanımı, yumruların depo dayanımı azaltır, hastalık ve zararlılara karşı savunma mekanizmasını düşürür, yumruların kullanım kalitesini azaltır (Tunçtürk ve ark., 2004). Ayrıca, patates bitkisi toprağın su içeriğine karşı çok hassastır. Su stresi veya aşırı sulama yumru veriminin ve kalitesinin düşmesine neden olur (Wang ve ark., 2011; Yang ve ark., 2017).

Patates yumrularının protein içeriği sulamadan önemli ölçüde etkilenir ve sulama seviyesinin düşürülmesiyle

kademeli olarak azalır (Elhani ve ark., 2019). Patates yumrularındaki protein içeriği genellikle sulama rejimi ve azotlu gübrenin mobilizasyonundan etkilenir (Djaman ve ark., 2021). Bahsedilen hususlardan yola çıkarak bu çalışma, farklı sulama ve azot miktarlarının patates yumrularında depolama boyunca protein içeriğinin değişiminin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma altı farklı azot seviyesi (N0= 0, N1= 10, N2= 20, N3=30, N4= 40, N5= 50 kg da -1 saf olarak) ve üç sulama uygulamasından (I1= Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama, I2= Tam sulamanın % 33 azaltılmasıyla yapılan sulama, I3= Tam sulama= Tarla kapasitesi % 30 azaldığında sulama yapılan uygulama) oluşmuştur. Çalışma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında 2022 yılı üretim döneminde yapılmıştır. Çalışmada materyal olarak bölgede yaygın olarak yetiştirilen Agria (orta geçici) patates çeşidi kullanılmıştır. Sapları dik, yaprakları büyük, rengi koyu yeşil ile yeşil arasındadır. Büyüme mevsimi yaklaşık 110-120 gün olup, viral hastalıklara dayanıklı, geç yanıklığa orta derecede dayanıklıdır. Tohumluk yumrular, 29 Mayıs 2022 tarihlerinde yarı otomatik dikim makinesi ile dikilmiş, 27 Eylül 2022 tarihinde hasat edilmiştir. Çalışma, azot seviyeleri ana parselleri, sulama seviyeleri alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Bloklar arasında veri kaydının kolaylaştırılması ve sulama uygulamalarının birbirini etkilememesi için üç metre boşluk bırakılmıştır. Her blok altı ana parsel ayrılmış ve ana parseller 12 sıradan, alt parseller ise 4 sıradan oluşmuştur. Ana parseller arasında iki sıra (210 cm) ve alt parseller arasındaki bir sıra (140 cm) boşluk bırakılmıştır. Arazi hazırlığı tamamlandıktan sonra fosfor ve potasyum gübrelemesi (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) 125:150 kg ha<sup>-1</sup> oranında uygulanmıştır. Azot uygulamalarının yarısı dikimle birlikte, diğer yarısı ise yumru büyütme döneminin başlangıcında uygulanmıştır. Potasyum ve fosfor gübrelemesi ise dikim sırasında uygulanmıştır. Sıra arası ve sıra üzeri mesafe sırasıyla 70 cm ve 30 cm olarak uygulanmıştır. Büyüme mevsimi boyunca bitki koruma uygulamaları düzenli şekilde yapılmıştır. Yumrulara dikimden önce zararlılara karşı Thiamethoxam etken maddeli tarımsal ilaç uygulanmıştır. Büyüme döneminde ise, yaprak yanıklığına karşı ihtiyaca göre fungusit uygulaması yapılmıştır. Yumrular hasat edildikten sonra etiketlenerek uygun depo koşulları altında muhafazaya alınmıştır.

### *Sulama sistemi ve bitki su tüketimi*

Patates tohumlarının dikiminin ardından damlatıcı aralığı 30 cm ve damlatıcı debisi 4 L h<sup>-1</sup> olan damlama sulama sistemi araziye yerleştirilmiştir. Tarla kapasitesini ölçmek amacıyla toprak burgusu ile 0-20 ve 20-40 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan örneklerin analizi Ankara Üniversitesi Toprak Analiz Laboratuvarında atmosferik nem yüzdesi yöntemiyle yapılmıştır. Hacim ağırlığı için ise gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Her parselde uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik (1) ile hesaplanmıştır.

$$\text{Sulama Miktarı} = \frac{(T_k - S_n)}{100 \times R_d} \times P_a \times P_w \quad (1)$$

Burada "T<sub>k</sub>" tarla kapasitesini (%31), "S<sub>n</sub>" sulama öncesi toprak nemini (%), "R<sub>d</sub>" kök derinliğini (mm), "P<sub>a</sub>" parsel alanını (m<sup>2</sup>) ve "P<sub>w</sub>" ıslatılan alan yüzdesini temsil etmektedir. P<sub>w</sub> değeri ıslatılan alan çapının lateral aralığına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Toprağa kullanılabilir su tutma kapasitenin %30-40'ı kadar azaldığında sulama uygulanmış, her azot parseline ayrı şekilde sulama uygulanmıştır. Toprak nem içeriğinin (%) takibi için, her azot uygulamasının tam sulama alanından 3-4 günde bir toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntemle (g g<sup>-1</sup>) toprak nemi ölçümü yapılmıştır.

Bitki su tüketimi (ETc, mm), su bütçesi eşitliği kullanılarak her azot seviyesi için 15 günlük aralıklarla aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (2).

$$ETc=I+P \pm \Delta S-D-R \quad (2)$$

Burada; I sulama suyunu (mm), P yağış miktarını (mm),  $\Delta S$  toprağın nem değişimini (mm 60 cm<sup>-1</sup>), D derine sızmayı (mm) ve R yüzey akışını (mm) temsil etmektedir. Toprak nemi tarla kapasitesinden az olduğudereine sızma sıfır kabul edilmiştir. Sulama veya yağış sonrası, toprak nemi tarla kapasitesini aştığı derine sızma tarla kapasitesiile toprak nemiarasındaki farka sulama/yağış sonucunun eklenmesiyle hesaplanmıştır.

### ***Depolama koşulları***

Hasat sonrasında her azot ve sulama uygulamasından 80-120 g ağırlığında 150 adet yumru rastgele seçilmiştir. Seçilen yumrular Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi bünyesinde bulunan, sıcaklık ve nem kontrolü sağlanabilen termik makinelerle soğutulan (6-8 °C sıcaklık, % 90-95 nispi nem) depoya ayrı ayrı kasalar halinde konulmuş ve patates yumruları aynı şartlarda 5 ay süre ile depolanmıştır. Depolama süresince 20 gün aralıklarla protein ölçümleri yapılmıştır.

### ***Bitki materyalinin hazırlanması***

Her parselden hasat edilen patates yumrularına hasat sonrasında ve her ölçümden önce yıkama dilimleme işlemleri uygulanmış ve ardından oksidasyona bağlı renk değişimini önlemek için örnekler -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Muhafaza işleminden birkaç gün sonra yumrulara 80 °C sıcaklık ve 0.110 mBar vakumda dondurarak kurutma işlemi uygulanmıştır. Dondurarak kurutma işleminden sonra numuneler öğütülerek toz haline getirilmiştir.

### ***Protein içeriğinin belirlenmesi***

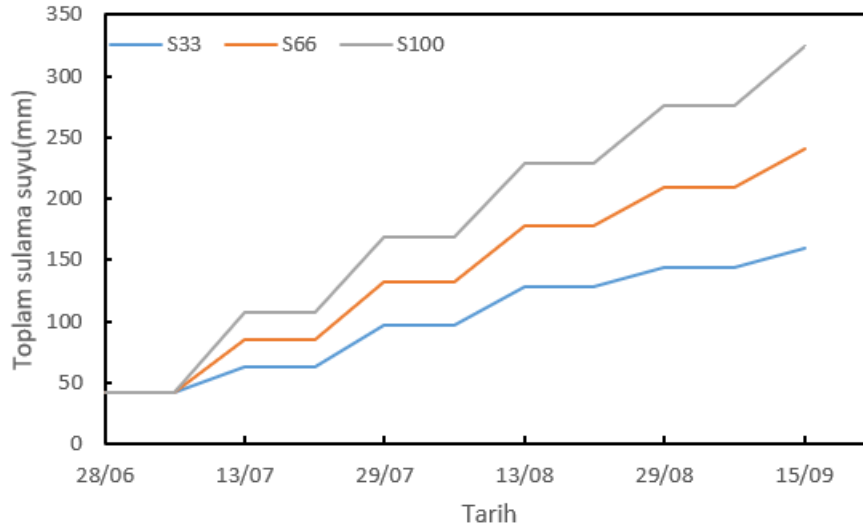
Toplam protein içeriği, toplam azot içeriğinin protein katsayısı olan 6.25 değeri ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Toplam azot içeriği ise Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Mitrus ve ark., 2003).

### ***İstatistiksel analiz***

Çalışmada elde edilen veriler azotlu gübreleme ve sulama seviyeleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Veriler, SAS istatistik yazılımı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılmasında LSD karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Farklı azot ve sulama uygulama parsellerine büyüme mevsimi içinde uygulanan toplam su miktarları Şekil 1'de verilmiştir. Uygulanan su miktarları I1, I2 ve I3 için sırasıyla 160.1, 241.0, 324.3 mm olmuştur. Mevsimsel bitki su tüketimi (ETc) değerleri ise Çizelge 1'de verilmiştir. Mevsimsel ETc değerleri I1, I2, I3 için sırasıyla 234.4, 293.3, 369,1 mm olarak elde edilmiştir. Azot uygulamaları için elde edilen değerlerde ise I1 ve I2 sulama düzeyi için en yüksek bitki su tüketimi N4 uygulamasından, I3 sulama düzeyi için ise N1 uygulamasından elde edilmiştir. En düşük mevsimsel Etc değerleri ise I1 için N3, I2 için N0 ve I3 için N5 uygulamasında görülmüştür (Çizelge 1).



Şekil 1. Her sulama uygulaması için uygulanan kümülatif su miktarı (mm)  
Figure 1. Amount of water applied for each irrigation application (mm)

Çizelge 1. Farklı sulama ve azot uygulamalarının bitki su tüketimi (ETc) (mm)

Table 1. Plant water consumption (ETc) (mm) of different irrigation and nitrogen treatments

| Uygulamalar | N0    | N1    | N2    | N3    | N4    | N5    | Ortalama |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| I1          | 227.7 | 246.6 | 235.8 | 219.3 | 250.2 | 227.4 | 234.5    |
| I2          | 268.8 | 289.9 | 311.5 | 283.3 | 314.2 | 292.6 | 293.4    |
| I3          | 344.8 | 401.6 | 387   | 348.6 | 395.2 | 337.8 | 369.1    |

Farklı azot miktarı ve sulama uygulamaları patatesin protein içeriğinde önemli derecede bir etki yaratmıştır. Ayrıca farklı ölçüm zamanları, azot x sulama, azot x ölçüm zamanı, sulama x ölçüm zamanı ve her üç faktörün birlikte etkisi de önemli düzeyde olmuştur (Çizelge 1). Hasatta, birinci, üçüncü ve dördüncü ölçümlerde en yüksek protein içeriği en yüksek azot miktarından (N5) elde edilmiştir (Şekil 1). Bununla beraber, en yüksek protein içerikleri ikinci ve altıncı ölçümde N3, beşinci ölçümde N4, yedinci ölçümde N2, sekizinci ölçümde N0 uygulamalarında gözlenmiştir (Şekil 2). Sulama uygulamalarında ise ikinci ve altıncı ölçüm hariç, diğer bütün ölçümlerde en yüksek protein içeriği I1 uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 3). Azot miktarının artmasıyla protein içeriğinde bir artış eğilimi olmuş, ancak depolama süresinin artmasıyla protein içeriğindeki artış sınırlı kalmıştır. Patates yumrusunda protein içeriği, bitkinin yetiştirildiği bölgeye, gübre kullanımına ve bitkinin fizyolojik yaşına bağlı olarak çeşitler arasında ve aynı çeşitlerde farklılık gösterebilir (Lachman ve ark., 2005). Azot miktarının artmasıyla yumruda protein içeriği artış gösterir. Ancak, protein içeriği azot miktarının artmasıyla bazı durumlarda azalma da gösterebilir. (Bartova ve ark., 2009). Trawczyński (2021) tarafından yapılan çalışmada 150 kg ha<sup>-1</sup> dozuna kadar mineral azotlu gübrelemenin protein üzerinde önemli ölçüde olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde Khafagy (2014) artan azot miktarının yumrudaki protein içeriğini artırdığını belirlemiştir.

Farklı azot ve sulama uygulamalarının depolama süresince protein içeriğindeki ortalama değişimi Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgeye göre depolama süresi arttıkça protein içeriği artış göstermiştir. Ancak azot x sulama interaksyonu depolama boyunca düzensiz bir seyir izlemiştir. Depolamanın başında ortalama protein içeriği % 11. iken depolama sonunda % 13.5 olmuştur. Bunun nedeni patates yumrularının depolama sırasında metabolik faaliyetlerini devam ettirmesi ve depolama koşullarına bağlı olarak bünyesindeki suyu kaybetmesi olabilir. Dolayısıyla, yumruda su kaybına neden olan metabolik faaliyetler kuru maddenin artmasına ve buna bağlı olarak protein içeriğinin artmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca, hasatta en yüksek protein içeriği I1N2 uygulamasından, en düşük ise I2N2 uygulamasından elde edilmiştir. Aynı zamanda, depolama sonunda en yüksek protein içeriği



I1N0 uygulamasında en düşük ise I3N1 uygulamasında bulunmuştur. Depolamanın başından sonuna kadar alınan ortalama azot x sulama interaksiyonlarına bakıldığında ise en yüksek ortalama protein içeriğinin I1N3 uygulamasında, en düşük ise I2N0 uygulamasında olduğu görülmüştür.

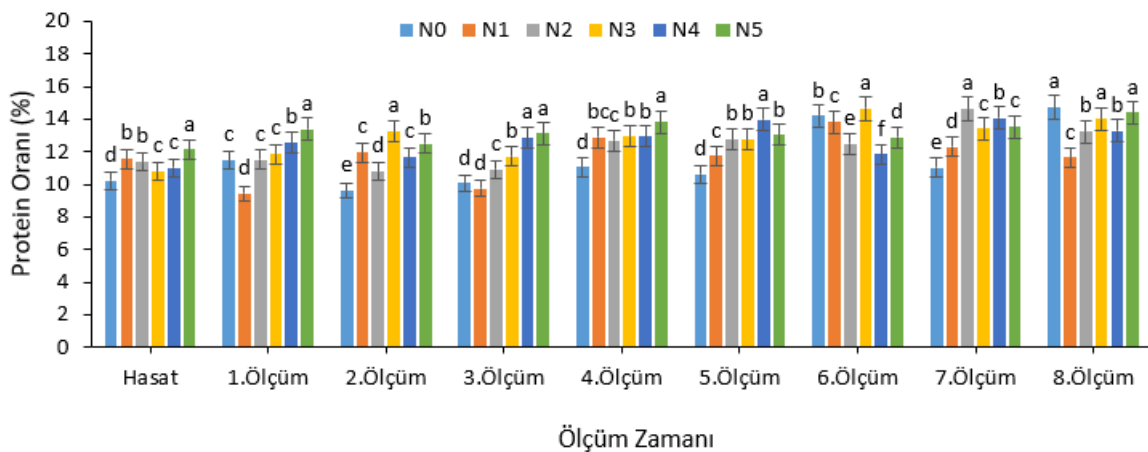
Davies ve ark. (1989) patates bitkisinde su stresi uygulamasının, yumruların büyüme hızını azalttığını ancak yumruların nişasta ve protein içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca su stresindeki artışın yumru protein içeriğini arttırdığı Battilani ve ark. (2014) tarafından da bildirilmiştir. Bunların aksine, Ramnik ve ark. (1999) artan sulamayla ve 150 kg ha<sup>-1</sup> a kadar varan azot uygulamalarıyla patates yumrularının protein içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde, Abdel-Ati ve ark. (2018) su stresinin artmasıyla protein içeriğinin azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, Zhang ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada sulama miktarının artmasıyla yumru protein içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Tam sulama yapılan bitkilerde protein içeriğindeki artış, toprakta daha fazla su mevcudiyeti nedeniyle azotun daha fazla emilmesiyle ilişkilidir (Ierna & Mauromicale, 2022). Dolayısıyla, artan azot gübreleme miktarı ile protein içeriği arasında tam sulama koşullarında olumlu bir ilişki olduğu söylenebilir (Yang ve ark., 2017).

Çizelge 2. Farklı azot ve sulama uygulamalarının depolama süresince protein değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Table 2. Variance analysis table for protein change during storage for different nitrogen and irrigation treatments

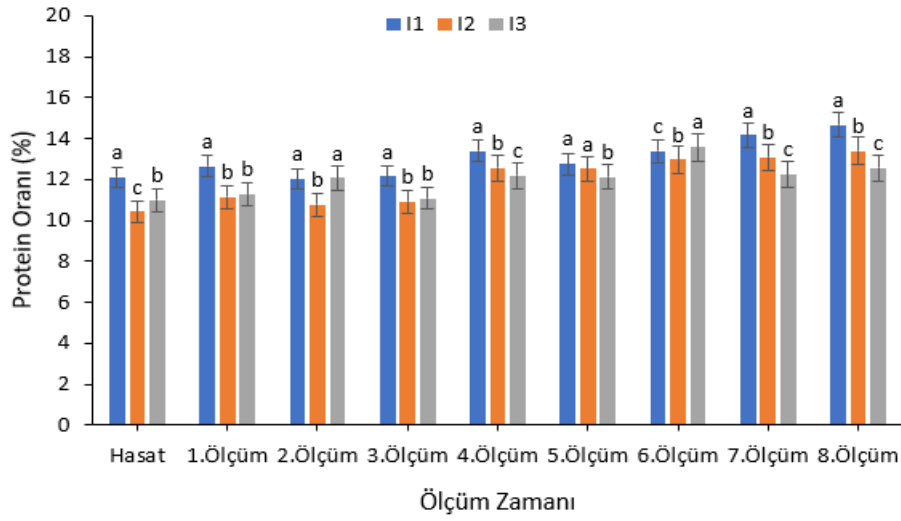
| Varyasyon Kaynağı     | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F Değeri |
|-----------------------|---------------------|--------------------|----------|
| Azot miktarı (N)      | 5                   | 25.3               | 201.2**  |
| Sulama düzeyi (I)     | 2                   | 39.2               | 312.1**  |
| Ölçüm zamanı (O)      | 8                   | 28.9               | 229.9**  |
| N x I                 | 10                  | 9                  | 71.9**   |
| N x O                 | 40                  | 5.9                | 47.3**   |
| I x O                 | 16                  | 2.7                | 21.6**   |
| N x I x O             | 80                  | 4.2                | 33.4**   |
| Genel                 | 162                 | -                  | -        |
| Değişim Katsayısı (%) | -                   | 2.9                | -        |

\*= p< 0.05, \*\*= p< 0.01.



Şekil 2. Azot dozlarının farklı ölçüm zamanlarında protein içeriğine etkisi (N0= 0, N1= 10, N2= 20, N3=30, N4= 40, N5= 50 kg da<sup>-1</sup>)

Figure 2. Effect of nitrogen doses on protein content at different measurement times (N0= 0, N1= 10, N2= 20, N3=30, N4= 40, N5= 50 kg da<sup>-1</sup>)



Şekil 3. Sulama uygulamalarının farklı ölçüm zamanlarında protein içeriğine etkisi (I1= Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama, I2= Tam sulamanın % 33 azaltılmasıyla yapılan sulama, I3= Tam sulama= Tarla kapasitesi % 30 azaldığında sulama yapılan uygulama)

Figure 3. Effect of irrigation practices on protein content at different measurement times

(I1= irrigation with 66% reduction of full irrigation, I2= irrigation with 33% reduction of full irrigation, I3= full irrigation= application with irrigation when field capacity is reduced by 30%)

Çizelge 3. Azot ve sulama uygulamalarının depolama sırasında protein içeriğine etkisini gösteren ortalama değerler  
 Table 3. Average values showing the effect of nitrogen and irrigation treatments on protein content during storage

| Sulama düzeyi | Azot miktarı | Ölçüm zamanı |         |         |         |         |         |         |         | Ortalama |             |
|---------------|--------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------|
|               |              | Hasat        | 1.Ölçüm | 2.Ölçüm | 3.Ölçüm | 4.Ölçüm | 5.Ölçüm | 6.Ölçüm | 7.Ölçüm |          | 8.Ölçüm     |
| I1            | N0           | 12.1         | 13.3    | 10.0    | 10.7    | 12.9    | 11.9    | 12.7    | 14.0    | 17.3     | 12.8 bcdef  |
|               | N1           | 13.0         | 9.6     | 10.2    | 11.5    | 12.7    | 11.9    | 15.0    | 12.7    | 11.9     | 12.1 defgh  |
|               | N2           | 14.4         | 14.0    | 11.8    | 11.3    | 13.3    | 13.3    | 12.0    | 14.9    | 14.8     | 13.3 bc     |
|               | N3           | 10.2         | 13.4    | 14.8    | 12.9    | 14.3    | 14.4    | 17.5    | 15.0    | 16.5     | 14.3 a      |
|               | N4           | 11.8         | 12.9    | 13.2    | 13.8    | 11.1    | 13.3    | 10.6    | 15.2    | 13.1     | 12.8 bcde   |
|               | N5           | 11.0         | 12.6    | 12.1    | 12.7    | 16.2    | 11.8    | 12.5    | 13.0    | 14.5     | 13.0 bcd    |
| I2            | N0           | 9.3          | 9.7     | 9.1     | 10.4    | 10.7    | 8.8     | 14.8    | 9.2     | 13.2     | 10.6 j      |
|               | N1           | 9.8          | 9.1     | 10.8    | 9.6     | 14.7    | 13.7    | 14.5    | 13.0    | 11.7     | 11.9 efghi  |
|               | N2           | 8.4          | 10.3    | 9.7     | 11.4    | 13.2    | 11.4    | 12.3    | 15.9    | 13.6     | 11.8 fgghi  |
|               | N3           | 12.5         | 10.3    | 12.1    | 8.6     | 12.3    | 11.2    | 10.6    | 13.1    | 12.9     | 11.5 hij    |
|               | N4           | 10.8         | 13.8    | 10.0    | 12.1    | 12.1    | 14.6    | 12.5    | 13.0    | 13.9     | 12.5 cdefg  |
|               | N5           | 11.9         | 13.7    | 12.8    | 13.4    | 12.5    | 15.5    | 13.1    | 14.2    | 15.0     | 13.6 ab     |
| I3            | N0           | 9.2          | 11.4    | 9.8     | 9.1     | 9.6     | 11.1    | 15.1    | 9.9     | 13.6     | 11.0 ij     |
|               | N1           | 11.9         | 9.5     | 14.8    | 8.1     | 11.2    | 9.6     | 12.0    | 11.2    | 11.2     | 11.1 ij     |
|               | N2           | 11.4         | 10.2    | 10.8    | 9.9     | 11.6    | 13.5    | 13.1    | 13.0    | 11.3     | 11.6 ghi    |
|               | N3           | 9.7          | 11.9    | 12.8    | 13.6    | 12.3    | 12.6    | 15.9    | 12.1    | 12.7     | 12.6 bcdefg |
|               | N4           | 10.4         | 10.8    | 11.7    | 12.6    | 15.6    | 14.1    | 12.4    | 13.9    | 12.8     | 12.7 bcdef  |
|               | N5           | 13.5         | 13.8    | 12.6    | 13.2    | 12.7    | 11.7    | 12.9    | 13.3    | 13.7     | 13.1 bc     |
| Ortalama      |              | 11.2 g       | 11.7 e  | 11.6 e  | 11.4 f  | 12.7 c  | 12.5 d  | 13.3 b  | 13.2 b  | 13.5 a   | 12.3        |

Depolama sırasında, patateslerin kimyasal bileşimi sıcaklıkla değişir. Artan depolama sıcaklığında solunum, terleme ve mikroorganizma büyümesi yoğunlaşarak kuru madde içeriğinde belirgin artışlara ve bununla beraber indirgen şeker ve nişasta kaybına neden olur. Çoğu patates çeşidi, 4-6 °C'de depolandığında düşük yaşam aktivitesi sergiler. Sofralık patatesler genellikle 4 °C'de depolanır. Bu sıcaklık dormansi süresinin uzamasını, mikroorganizmaların büyüme yoğunluğunun azalmasını, yumruların kuru madde içeriğinin sabit tutulmasını ve depo kayıplarını azaltır (Peksa ve ark., 2018).

Patateste bulunan proteinlerin kalitesi ve miktarı, yetiştirme mevsimindeki şartlara göre belirlenir. Patatesler mevsimlik bir bitki olduğundan, tüm yıl boyunca patates temin edebilmek için depolanması şarttır. Patates proteini üretiminin ekonomik optimum değeri, büyüme sırasında oluşan proteinlere, işleme endüstrisinin kapasitesine ve depolama sırasında protein kayıplarına veya sentezine bağlıdır. Agria ve Miss Malina çeşitlerinde yapılan çalışmada Agria çeşidinin toplam protein seviyesinin daha fazla dalgalandığı ve depolama periyodunun başlangıcında hafifçe arttığı görülmüştür. Miss Malina çeşidinde ise protein içeriği depolama sırasında düşüş göstermiştir (Grubben ve ark., 2019). Dolayısıyla yaptığımız çalışma da aynı patates çeşidi için benzer sonuçlar içermektedir. Literatürde protein içeriğinin uzun süreli depolama sırasında artabileceği, sabit kalabileceği veya azalabileceği görülmüştür (Brierley ve ark., 1997; Kara, 1998; Pots ve ark., 1999; Blenkinsop ve ark., 2002). Bu farklılık, patateslerin iklim, yetiştirme koşulları ve çeşitlerin genetik yapısının birbirinden farklı olması ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, su ve gübrenin doğru yönetilmesi bitki tarafından absorbe etmelerine teşvik edici etki yaratarak patates yumru verim ve kalitesini artırabilir. Sulama ve azot gübrelemesinin patates yumrusunun protein içeriğine etkisinin önemli olduğu yapılan çalışma ile belirlenmiştir. Sulama miktarının artmasıyla protein içeriğinin azaldığı ve azot miktarının artmasıyla protein içeriğinin artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sulama ve azotun birlikte protein içeriğini önemli derecede değiştirdiği ve en yüksek protein içeriğinin I1N2 (Tam sulamanın % 66 azaltılmasıyla yapılan sulama ve 20 kg da -1 azot interaksyonu) uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Bununla beraber, depolama süresi de protein içeriği üzerinde önemli bir etki göstermiştir. Depolama süresinin artmasıyla yumru protein içeriği artmıştır. Aynı zamanda, azot x depolama süresi, sulama x depolama süresi ve azot x sulama x depolama süresi interaksyonları da protein içeriğinde etkili olmuş ancak bu etkiler dalgalı bir seyir izlemiştir. Dolayısıyla Niğde bölgesinde Agria patates çeşidi özelinde yapılan bu çalışmada su, gübre yönetimi ve depolama süresinin patateste yumru proteini açısından büyük önem taşıdığı sonucuna varılmıştır.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma 122 O 963 numaralı "Farklı Sulama ve Azot Seviyeleri Altında Yetiştirilen Patates Yumrularının Depolama Kalitesinin Belirlenmesi" adlı TÜBİTAK projesinden desteklenmiş olup, projeye destek sağlayan TÜBİTAK kurumuna teşekkür ederiz. Mustafa AKKAMIŞ, YÖK 100/2000 ve Ayhan Şahenk Vakfı burslarına sahiptir. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Yüksek Öğretim Kurulu ve Ayhan Şahenk Vakfına desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## **ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## **ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## **ETİK ONAY BEYANI**

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

**KAYNAKLAR**

- Abdelreheem, H.A., Abdelmageed, Y.T., Elmazn, M.Y., & Farghaly, K. (2018). Improvement of water use efficiency on potato production 3-response yield and quality of potato plants to moisture deficit and planting method. *Journal of Egyptian Academic Society for Environmental Development. D, Environmental Studies*, 19 (1), 93-106. <https://doi.org/0.21608/JADES.2018.63102>
- Awad, E.M., Abd El Hameed, A.M., & El-Shall, Z.S. (2007). Effect of glycine, lysine and nitrogen fertilizer rates on growth, yield and chemical composition of potato. *Journal of Plant Production*, 32 (10), 8541-8551. <https://doi.org/10.21608/JPP.2007.220928>
- Ayyub, C.M., Wasim Haidar, M., Zulfiqar, F., Abideen, Z., & Wright, S.R. (2019). Potato tuber yield and quality in response to different nitrogen fertilizer application rates under two split doses in an irrigated sandy loam soil. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (15), 1850-1860. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1648669>
- Bartova, V., Barta, J., Diviš, J., Švajner, J., & Peterka, J. (2009). Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. *Journal of Central European Agriculture*, 10 (1), 57-65. <https://doi.org/10.5513/jcea.v10i1.750>
- Battilani, A., Jensen, C.R., Liu, F., Plauborg, F., Andersen, M.N., & Solimando, D. (2012). Partial root-zone drying (PRD) feasibility on potato in a sub-humid climate. *VII International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, Germany, 1, 495-502.
- Blenkinsop, R.W., Copp, L.J., Yada, R.Y., & Marangoni, A.G. (2002). Changes in compositional parameters of tubers of potato (*Solanum tuberosum*) during low-temperature storage and their relationship to chip processing quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (16), 4545-4553. <https://doi.org/10.1021/jf0255984>
- Brierley, E.R., Bonner, P.L., & Cobb, A.H. (1997). Aspects of amino acid metabolism in stored potato tubers (cv. Pentland Dell). *Plant Science*, 127 (1), 17-24. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(97\)00109-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(97)00109-X)
- Çelik, M., Yıldırım, M., & Yıldırım, Z. (2015). Patates proteinleri. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 68-77. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.239353>
- Cin, H. (2022). Farklı depolama koşullarında depolanan taze patates örneklerinin kalite parametrelerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 94 s.
- Davies, H.V., Jefferies, R.A., & Scobie, L. (1989). Hexose accumulation in cold-stored tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.): The effects of water stress. *Journal of Plant Physiology*, 134 (4), 471-475. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(89\)80012-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(89)80012-4)
- Djaman, K., Irmak, S., Koudahe, K., & Allen, S. (2021). Irrigation management in potato (*Solanum tuberosum* L.) production: a review. *Sustainability*, 13 (3), 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13031504>
- Dourado, C., Pinto, C., Barba, F.J., Lorenzo, J.M., Delgadillo, I., & Saraiva, J.A. (2019). Innovative non-thermal technologies affecting potato tuber and fried potato quality. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 274-289. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.015>
- Elhani, S., Haddadi, M., Csákvári, E., Zantar, S., Hamim, A., Villányi, V., & Bánfalvi, Z. (2019). Effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on yield, irrigation water-use efficiency and some potato (*Solanum tuberosum* L.) quality traits under glasshouse conditions. *Agricultural Water Management*, 224, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105745>
- Fontes, P.C., Braun, H., Busato, C., & Cecon, P.R. (2010). Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. *Potato Research*, 53, 167-179. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9160-3>
- Gao, X., Li, C., Zhang, M., Wang, R., & Chen, B. (2015). Controlled release urea improved the nitrogen use efficiency, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) on silt loamy soil. *Field Crops Research*, 181, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.07.009>

- lerna, A., & Mauromicale, G. (2022). How irrigation water saving strategy can affect tuber growth and nutritional composition of potato. *Scientia Horticulturae*, 299, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111034>
- Khafagy, E.E.E. (2014). Effect of nitrogen fertilization and some foliar applied micronutrients on potato yield and nitrogen use efficiency. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 5 (8), 1125-1139. <https://doi.org/10.21608/jssae.2014.49609>
- Kara, K. (1996). Değişik sürelerde depolanan patates çeşitlerinin bazı özellikleri üzerine bir araştırma. *Gıda*, 21 (3), 215-225.
- Kara, K. (2000). Depolama sürelerinin bazı patates çeşitlerine ait farklı büyüklükteki yumruların kalite özellikleri üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24 (5), 561-569.
- Karadoğan, T., Özer, H., & Oral, E. (1997). Gübrelemenin patatesin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (3), 441-453.
- Kolodziejczyk, M. (2016). Effect of nitrogen fertilisation and microbial preparations on quality and storage losses in edible potato. *Acta Agrophysica*, 23 (1), 67-78.
- Lachman, J., Hamouz, K., Dvůrák, P., & Orsák, M. (2005). The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers. *Plant Soil and Environment*, 51 (10), 431. <https://doi.org/10.17221/3614-PSE>
- Mitrus, J., Stankiewicz, C., Stec, E., Kamecki, M., & Starczewski, J. (2003). The influence of selected cultivation on the content of total protein and amino acids in the potato tubers. *Plant Soil and Environment*, 49 (3), 131-134.
- Öztürk, E., Kavurmacı, Z., Kara, K., & Polat, T. (2010). The effects of different nitrogen and phosphorus rates on some quality traits of potato. *Potato Research*, 53, 309-312. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9176-8>
- Pęksa, A., Miedzianka, J., & Nemś, A. (2018). Amino acid composition of flesh-coloured potatoes as affected by storage conditions. *Food Chemistry*, 266, 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.026>
- Pots, A.M., Gruppen, H., van Diepenbeek, R., van der Lee, J.J., van Boekel, M.A.J.S., Wijngaards, G., & Voragen, A.G.J. (1999). The effect of storage of whole potatoes of three cultivars on the patatin and protease inhibitor content; a study using capillary electrophoresis and MALDI-TOF mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (12), 1557-1564. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79:12<1557::AID-JSFA375>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79:12<1557::AID-JSFA375>3.0.CO;2-K)
- Ramnik, S., Dubey, Y.P., & Sharma, R. (1999). Influence of irrigation and nitrogen on yield, total water expense and water expense efficiency of potato in Lahaul Valley of Himalayas. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 47 (1), 19-22.
- Reyniers, S., Ooms, N., Gomand, S.V., & Delcour, J.A. (2020). What makes starch from potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers unique: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 (5), 2588-2612. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12596>
- Rosyidah, A., Khoiriyah, N., & Siswadi, B. (2021). The effect of nitrogen dosage on n efficiency and protein content in potatoes. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 1 (109), 71-77. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2021-01.09>
- Şanlı, A., & Karadoğan, T. (2012). Isparta ekolojik koşullarında farklı olgunlaşma grubuna giren bazı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16 (1), 33-41.
- Song, N., Wang, F., Yang, C., & Yang, K. (2013). Coupling effects of water and nitrogen on yield, quality and water use of potato with drip irrigation under plastic film mulch. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 29 (13), 98-105.
- Trawczynski, C. (2021). Assessment of mineral nitrogen fertilization of early potato varieties in integrated production. *Journal of Elementology*, 26 (1), 109-123. <https://doi.org/10.5601/jelem.2020.25.4.2066>



- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yıldırım, B., & Eryiğit, T. (2004). Değişik azot dozları ve sıra üzeri mesafelerinin patatestede (*Solanum tuberosum* L.) verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 95-104.
- Wang, F.X., Wu, X.X., Shock, C.C., Chu, L.Y., Gu, X.X., & Xue, X. (2011). Effects of drip irrigation regimes on potato tuber yield and quality under plastic mulch in arid Northwestern China. *Field Crops Research*, 122 (1), 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.02.009>
- Westermann, D.T. (2005). Nutritional requirements of potatoes. *American Journal of Potato Research*, 82, 301-307. <https://doi.org/10.1007/BF02871960>
- Wichrowska, D., & Szczepanek, M. (2020). Possibility of limiting mineral fertilization in potato cultivation by using bio-fertilizer and its influence on protein content in potato tubers. *Agriculture*, 10 (10), 1-16. <https://doi.org/10.3390/agriculture10100442>
- Xing, Y., Zhang, T., Jiang, W., Li, P., Shi, P., Xu, G., Cheng, S., Cheng, Y., Fan, Z., & Wang, X. (2022). Effects of irrigation and fertilization on different potato varieties growth, yield and resources use efficiency in the Northwest China. *Agricultural Water Management*, 261, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107351>
- Yang, K., Wang, F., Shock, C.C., Kang, S., Huo, Z., Song, N., & Ma, D. (2017). Potato performance as influenced by the proportion of wetted soil volume and nitrogen under drip irrigation with plastic mulch. *Agricultural Water Management*, 179, 260-270. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.014>
- Zhang, F., Chen, M., Fu, J., Zhang, X., Li, Y., Shao, Y., & Wang, X. (2023). Coupling effects of irrigation amount and fertilization rate on yield, quality, water and fertilizer use efficiency of different potato varieties in Northwest China. *Agricultural Water Management*, 287, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108446>

## Bakla (*Vicia faba* L.) yetiştiriciliğinde tarla küskütü (*Cuscuta campestris* Yuncker) ile mücadele yöntemlerinin araştırılması

Investigation of control methods with field dodder (*Cuscuta campestris* Yuncker) in broad bean (*Vicia faba* L.) cultivation

Tamer ÜSTÜNER<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET  |
|--|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 08.08.2023<br/>Accepted / Kabul: 13.11.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Bakla (<i>Vicia faba</i>)<br/>Tarla küsküt (<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.)<br/>Yoğunluk<br/>Mücadele yöntemleri</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Broad bean (<i>Vicia faba</i>)<br/>Field dodder (<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.)<br/>Density<br/>Control methods</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Tamer ÜSTÜNER<br/>tamerustuner@ksu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Bakla (<i>Vicia faba</i> L.) yetiştiriciliğinde birçok sorun ile karşılaşmaktadır. Bu sorunlardan biri de yabancı ot ve/veya parazit bitkilerdir. Bu çalışmada baklada sorun olan tarla küskütü (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker) ile mücadele yöntemleri araştırılmıştır. Araştırma, 2022 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Bakla deneme alanı tarla küskütü ile infekteli ve infektesiz olmak üzere iki karakterli ve 4 tekrarlı olarak oluşturulmuştur. Çalışma alanında el çapası uygulanan parsellerde <i>C. campestris</i> orta yoğunlukta (0.50 bitki m<sup>-1</sup>), çıkış öncesi herbisit (pendimethalin 330.0 g l<sup>-1</sup>) uygulanan parsellerde yoğun (3.80 adet m<sup>-1</sup>), çıkış sonrası herbisit (Imazamox 40.0 g l<sup>-1</sup>) uygulanan parsellerde yoğun (9.60 bitki m<sup>-1</sup>) ve kontrol parsellerde ise çok yoğun (19.25 adet m<sup>-1</sup>) olarak bulunmuştur. Uygulanan mücadele yöntemlerinden el çapa uygulaması % 97.40, pendimethalin % 80.26 ve Imazamox % 50.13 oranında <i>C. campestris</i> yoğunluğunu azaltmıştır. Elde edilen sonuçlara göre <i>C. campestris</i> ile mücadelede çimlenme zamanı takip edilerek parazit bitkinin ilk görüldüğü evrede el çapası veya çıkış öncesi pendimethalin herbisidi uygulanması en etkili mücadele yöntemi olarak değerlendirilmiştir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Many problems are encountered in broad bean (<i>Vicia faba</i> L.) cultivation. One of these problems is weeds and/or parasitic plants. In this study, control methods of field dodder (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker), which is a problem in broad beans, were investigated. The research was conducted in 2022 in the trial area of Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture. The broad bean trial area was planned as two characters, infected and uninfected, with field dodder and 4 replicates. In the broad bean trial area, <i>C. campestris</i> was found in medium density (0.50 plant m<sup>-1</sup>) in the plots where hand hoeing was applied, in the plots where pre-emergence herbicide (pendimethalin 330.0 g l<sup>-1</sup>) was applied, it was dense (3.80 plant m<sup>-1</sup>), in post-emergence herbicide (330.0 g l<sup>-1</sup>) Imazamox 40.0 g l<sup>-1</sup>) was calculated as dense (9.60 units m<sup>-1</sup>) in the applied parcels and very dense (19.25 units m<sup>-1</sup>) in the control parcels. Among the control methods applied, hand hoe application reduced the density of <i>C. campestris</i> by 97.40 %, pendimethalin by 80.26 % and Imazamox by 50.13 %. According to the obtained results, the application of hand hoeing at the initial stage of the parasitic plant's first appearance or the pre-emergence use of pendimethalin herbicide following the monitoring of germination time has been evaluated as the most effective method in controlling <i>C. campestris</i>.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>  | <p>Üstüner, T. (2024). Bakla (<i>Vicia faba</i> L.) yetiştiriciliğinde tarla küskütü (<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker) ile mücadele yöntemlerinin araştırılması. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 108-119. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1339568">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1339568</a></p>  |

## GİRİŞ

Bakla (*Vicia faba* L.); Fabales takımı, Fabaceae familyası, *Vicia* cinsine ait, tek yıllık, diploid yapıda ve ekonomik değeri yüksek bir baklagil bitkisidir (Karaköy ve ark., 2015). Baklagiller insan hayatında gıda maddesi olarak önemli bir yere sahiptir. Bakla iyi bir protein, diyet lifi, nişasta (Osorio-Diaz ve ark., 2003), mineral ve vitamin kaynağıdır (Kutos ve ark., 2003). Baklanın karbonhidrat içeriği % 42-56, şeker oranı % 3,1-7,1 olup nişasta oranı % 41,2-52,7 ve lif oranı % 8-13,8 arasındadır (Reddy ve ark., 1984; Burdurlu & Karadeniz, 2003; Pekşen & Artık, 2005; Millar ve ark., 2019; Anonim, 2020).

FAO verilerine göre 2019 yılında Dünya’da bakla ekim alanı 2.577.201 ha, üretim miktarı 5.431.503 ton, tohum verimi ise 210.75 kg da<sup>-1</sup>’dir. Dünya’da en fazla bakla üretimi yapan ülkeler arasında, Çin 873 bin ha alanı ile birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2019a). Türkiye’de 2020 yılında toplam bakla ekilen alan 4.3 bin ha’dır (Anonim, 2019b). Üretim açısından bakla; kuru fasulye, bezelye ve nohuttan sonra Dünya’da dördüncü, Avrupa’da ise ikinci sırada yer almaktadır (İdikut ve ark., 2018). Bakla, Türkiye yemeklik tane baklagiller içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından dördüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizin taze bakla üretim miktarı 44.000 ton olup, çoğunlukla Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgelerinde yetiştirilmektedir (Anonim, 2022).

Bakla yetiştiriciliğinde birçok yabancı ot, hastalık ve zararlı sorun olabilmektedir. Bunlar içerisinde yabancı otlar bakla verim ve kalitesini önemli oranda etkilemektedir. Bakla yetiştiriciliğinde sorun olan monokotiledon, dikotiledon ve parazit yabancı otlar büyük önem arz etmektedir. Bu yabancı otlar ile mücadele yapılmadığı zaman çok önemli verim ve kalite kayıpları meydana gelebilmektedir (Üstüner ve ark., 2019; Üremiş ve ark., 2023).

Parazit bitkiler, yaşamlarının bir bölümünde ya da tamamında bir konukçu bitkiye ihtiyaç gösteren bitkilerdir. Parazit yabancı otların kök sistemleri olmadığı için yaşamları tamamen konukçusu olan bitkiden alacakları su ve besin maddelerine bağlıdır. Bu nedenle kültür bitkilerinde ciddi zararlar meydana getirmektedirler (Hershenhorn ve ark., 2009). Parazit bitkilerin bir vejetasyon döneminde çok sayıda tohum oluşturmaları ve toprakta uzun yıllar dormant halde kalmaları mücadele yönünden büyük bir dezavantajdır. Parazit yabancı otlara karşı pratik, yeterli ve çok etkili bir mücadele yönteminin olmaması da bunları bütün Dünya’da tarımsal üretim için büyük bir tehlike haline getirmektedir (Üremiş ve ark., 2023). Küsküt (*Cuscuta campestris*), tutunduğu bitkinin etrafını sararak güneşlenme, havalanma, gelişme ve büyüme gibi fizyolojik faaliyetlerine de engel olduğundan dolayı kültür bitkisini zayıf ve güçsüz bırakarak verim ve kalitenin önemli ölçüde düşmesine sebep olan tam parazit bitkidir. Küskütün çeşitli dikotiledon bitkilerin gövde ve yapraklarında, bazen monokotiledon bitkilerde de zarar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca tohumla ve bitki parçaları ile çoğalabildiği, bir olgun küsküt tohumun toprakta 10-20 yıl boyunca canlı kalabilen binlerce tohum verebildiği bilinmektedir (Özer ve ark., 1999; Gressel ve ark., 2004).

Davis (1978) Türkiye’de, 21 adet *Cuscuta* taksonu bulunduğunu, Kahramanmaraş’ta ise 2 türün doğal olarak yayılış gösterdiğini bildirmiştir. Parazit olarak yaşamasından dolayı kültür bitkisinde gelişim bozukluğuna ve durmasına hatta ölümüne sebep olmaktadır. Bitkilerin etrafını sarmak suretiyle gelişme ve büyüme gibi faaliyetlerine engel olmaktadır (Kadıoğlu, 1992). Anadolu’da kültür alanlarında bulunan küsküt türlerinin yayılışları ve konukçuları üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre; kültür bitkileri üzerinde parazit olarak yaşayan üç farklı küsküt türü (*C. campestris*, *C. approximata* ve *C. monogyna*) saptanmıştır. Bunların yanında *C. arvensis*’in de görüldüğü ve konukçularının ise şekerpancarı, soğan, yonca ve yazlık sebzeler olduğu tespit edilmiştir (Nemli, 1986; Kaya & Üremiş, 2019). Ayrıca, küsküt (*C. campestris*), bitkilerin gövdesinde bulunan ve yoncanın gelişmesini engelleyip verimini düşüren en önemli sorunlardan biridir (Uygur, 1991; Kondap & Kumar, 1993).

Anadolu’da *C. campestris*’in 55 konukçusu saptanmış, çoğunlukla otsu olan bitkilerden 27’sinin tarım bitkisi olduğu anlaşılmıştır. Bu türün en yaygın olarak bulunduğu ürün ise *Beta vulgaris* L. (şeker pancarı) olmuştur. Bunu *Medicago sativa* L. (yonca), *Trifolium* spp. (üçgül), *Vicia faba* L. (bakla), *C. annuum* L. (biber), *Allium cepa* L. (soğan), *Daucus carota* L. (havuç), *Pimpinella anisum* L. (anason), *Carum carvi* L. (kimyon), *Nicotiana tabacum* L. (tütün), *Vicia sativa* L. (fiğ), *Solanum melongena* L. (patlıcan), *Cicer arietinum* L. (nohut), *Asparagus officinalis* L. (kuşkonmaz), *Vitis vinifera* L.

(asma), *Cucumis melo* L. (kavun), *Helianthus annuus* L. (ayçiçeği), *Solanum tuberosum* L. (patates), *Lycopersicon esculentum* Mill. (domates) ve bazı süs bitkilerinin olduğu, ayrıca Van'daki yonca alanlarında yonca küskütünün (*C. approximata*) yoğunluğunun 38 sürgün  $m^{-1}$  yoğunluğuna ulaşabildiği bildirilmiştir (Nemli, 1978; Parker & Riches, 1993; Uluğ ve ark., 1993; Dawson ve ark., 1994; Kadioğlu ve ark., 1997; Yıldırım & Tepe, 2014; Uludağ ve ark., 2017; Kaya & Üremiş, 2019; Özkil ve ark., 2019; Üstüner & Dal, 2019).

Yapılan başka çalışmalarda; Ahlawat ve ark. (1981) baklada yabancı ot mücadelesi ile verimin %107 arttığını bildirmiştir. Yabancı otların, kışık baklagil yetiştiriciliğinde tane veriminde %50 dolayında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Basler, 1981). Bakla bitkisinde, yabancı ot ile rekabetinden dolayı %25-80 arasında ürün kaybı meydana geldiği tahmin edilmekte olup baklada en etkili yabancı otlar içerisinde canavar otu (*Orobancha* spp.) ve küsküt (*Cuscuta* spp.) gelmektedir (Swanton ve ark., 1993; Boerboom & Young, 1995; Ball ve ark., 1997).

Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmalarda; bakla tarlasında birçok monokotiledon, dikotiledon ve tam parazit bitkiler sorun oluşturmaktadır (Uzun & Topuz, 1998; Demir & Tepe, 2001; Demir ve ark., 2005; Üstüner, 2016).

Türkiye'de tarım alanlarında konukçularına göre kültür bitkileri üzerinde parazit olarak yaşayan üç farklı küsküt türü; tarla küskütü (*C. campestris*), bağboğan otu (*Cuscuta approximata*) ve kızilkurt otu (*Cuscuta monogyna* Vahl.) saptanmıştır (Nemli, 1986; Uluğ ve ark., 1993). Kahramanmaraş bölgesinde yapılan araştırmalar neticesinde toplam üç küsküt türü tespit edilmiştir. Bunlar; *C. campestris*, *Cuscuta pedicellata* Ledeb. ve *Cuscuta scandens* ssp. *scandens* Brot.'dur. Türlerin il yoğunluk ortalaması; *C. campestris* 9.86 sürgün  $m^{-2}$ , *C. pedicellata* 0.25 ve *C. scandens* ssp. *scandens* 0.70 sürgün  $m^{-2}$ 'dir (Dal & Üstüner, 2020).

Baklagiller küsküte duyarlılıkları bakımından farklılık gösterir. Fasulye (*Phaseolus* spp.), Hindistan'daki Çin küskütüne (*C. chinensis*) ve tarla küskütü (*C. campestris*)'ne karşı dirençli olduğu, ancak Fransa'da *Cuscuta lupuliformis*'e duyarlı olduğu bildirilmiştir (Rao & Reddy, 1987; Liu ve ark., 1991).

*C. campestris* tam parazit bir tür olduğu için tutunduğu konukçu bitkinin su ve besinine ortak olarak verimi düşürür. İnfekte ettiği bitkilerin zayıflamasına, bodurlaşmasına, meyve tutumunun engellenmesine ve/veya tamamen ölümüne neden olabilmektedir (Üstüner, 2018; Üstüner, 2020; Üstüner & Aksoy, 2021; Üstüner, 2022;). Konukçu bitkilere bulaşan tarla küskütü, bitki canlılığı, gelişme bozukluğu ve %100'e varan verim kayıpları da dahil olmak üzere, bu bitkiler için ciddi bir hasar oluşturur (Dorr, 1987; Mishra, 2009).

Kahramanmaraş bölgesinde yapılan tarla denemesinde Aksu ve Aslanbey nohut çeşidinde el çapa uygulamasında küsküt yoğunluğu 0.11-0.18 sürgün  $m^{-1}$  ve küskütlü parsel (kontrol) uygulamasında 42.15-42.35 sürgün  $m^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre el çapa parselleri (a), Oxyfluorfen (b), Imazethapyr (c), kontrol (d) grubunda yer alıp uygulamalar farklı ve önemli bulunmuştur (Dal & Üstüner, 2020).

Bakla üretimi için hazırlanmış tavlı topraklara ekilen tohumlar 10-15 gün içinde çimlenerek toprak yüzeyine çıkarlar. Toprak yüzeyine çıkmış bitkilerin 8-10 cm boy alınca birinci çapa yapılması gereklidir (Anonim, 2022). Baklada görülen yabancı otlara karşı farklı kimyasal mücadele yöntemleri uygulanabilir. Pendimethalin çıkış öncesi uygulamalarda yaygın olarak kullanılan bir herbisittir (Jha ve ark., 2017). Pendimethalin, dinitroanilin türevi, bitkinin kök ve yaprakları tarafından absorbe edilen seçici bir herbisit bileşiktir. Hücre bölünmesini ve devamlılığını inhibe eder. Bitkilerin topraktan çıkmalarını takiben filizlenme aşamasından hemen sonra kısa sürede ölmelerine neden olur. Buğday, soğan, mısır, darı, çeltik, soya, fıstık, havuç, bezelye, bakla, nohut, mercimek ve birçok tarımsal ürünlerde yıllık yabancı otların kontrolü için kullanılır (Guan ve ark., 1998; Anonim, 2022).

Küsküt mücadelesinde çıkış öncesi Pendimethalin kullanıldığında siyah mercimek, keten, soğan, nohut ve mercimekte çimlenmiş küsküt hücrelerinde hücre bölünmesini ve iğ mikrotübüllerinin oluşumunu inhibe ettiği bildirilmiştir (Liu ve ark., 1990; Rao & Rao, 1993; Mishra ve ark., 2003; Mishra ve ark., 2004; Mishra ve ark., 2005). Kahramanmaraş bölgesinde Aksu ve Aslanbey nohut çeşidiyle yapılan tarla denemesinde çıkış öncesi Oxyfluorfen herbisit uygulamasında küsküt yoğunluğu 9.90-10.15 sürgün  $m^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Dal & Üstüner, 2020).

Çıkış sonrası Imazamox (40 g  $l^{-1}$ ) herbisitleri 125 ml  $da^{-1}$  dozlarında uygulanmıştır (Şanlı ve ark., 2009). Türkiye baklagil tarlalarında dar, geniş yapraklı yabancı otlara ve *O. cernua*'ya karşı kullanılmaktadır. Kahramanmaraş



bölgesinde yapılan tarla denemesinde, Aksu ve Aslanbey nohut çeşidinde çıkış sonrası Imazethapyr herbisit uygulamasında 15.6- 15.85 sürgün m<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır (Dal & Üstüner, 2020).

Bu araştırma ile bakla (*V. faba*)'da sorun olan tarla küskütü (*C. campestris*)'ne karşı etkili mücadele yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

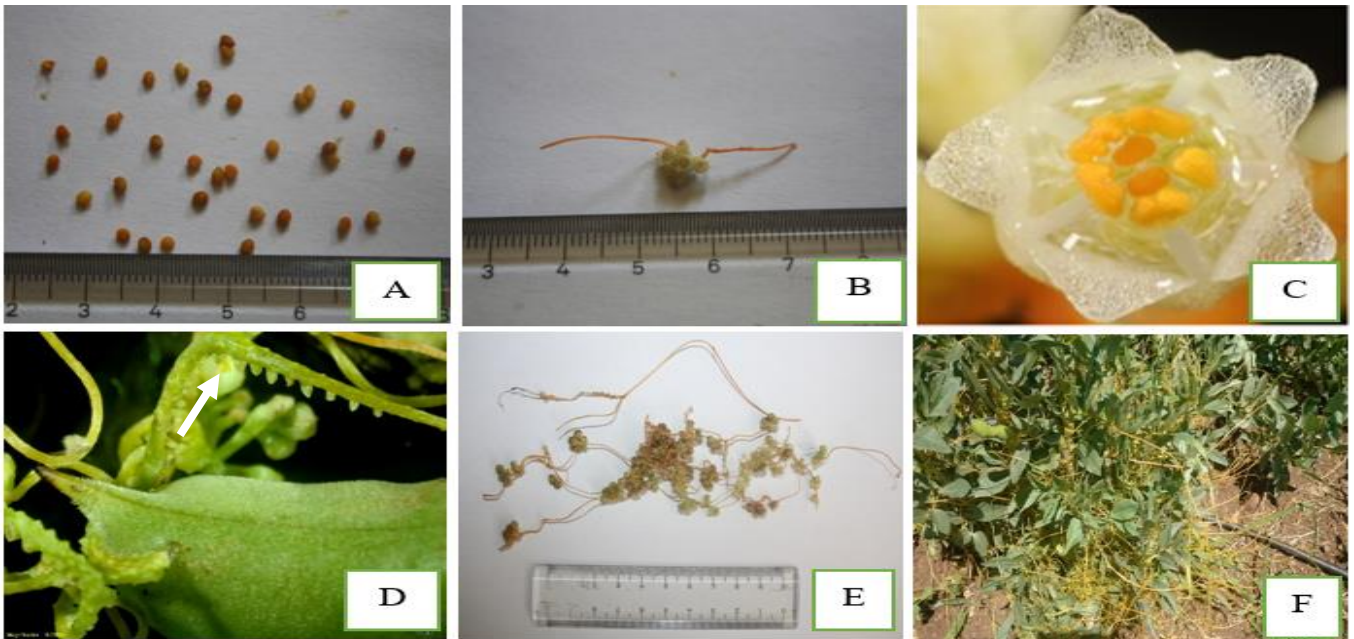
Bu araştırmanın materyallerini; bakla, tarla küskütü (*C. campestris*), el çapası, çıkış öncesi herbisit olan Pendimethalin, çıkış sonrası herbisit olan Imazamox oluşturmuştur (Ustuner & Cakır, 2018).

### Tarla küskütünün (*C. campestris* Yuncker) biyolojik özellikleri

Küsküt, *Cuscuta* cinsi ve *Cuscutaceae* familyasında yer alan tam parazit bir bitkidir (Yuncker, 1932). Ancak bazı bitki araştırmacıları tarafından Convolvulaceae familyasına dahil edilmektedir (Emberger, 1960). Bitki turuncu-sarımsı renkli, iplikli ve yapraksız gövdelidir. Çiçekler 2-3 mm boyunda, pedisel (çiçek sapı) çiçek boyundan kısa, çiçekler kompakt ve çiçek salkımlarında toplanmıştır (Agrios, 2005; Lanini & Kogan, 2005).

*C. campestris* çok sayıda tohum meydana getirir. Literatürlere göre, bir küsküt bitkisi 3.000-25.000 adet tohum verir. Toprağa dökülen tohumlarda dormansi olduğu için 5-17 yıl canlılığını koruyabilir. *C. campestris* tohumları, genellikle 0.5-1.0 mm çapında ve sert tohum kabuğuna sahiptir. Sarımsı-kahverengi renkte olup disk veya yuvarlak şekilli ve oldukça küçük yapıdadır (Yuncker, 1932; Davis, 1978; Dawson ve ark., 1994; Agrios, 2005; Mishra, 2009).

*C. campestris* tohum, gövde, çiçek, haustorium ve meyve salkımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. *C. campestris* A: Tohum, B: Gövde ve çiçek salkımı C: Çiçek, D: Haustorium (ok), E: Gövde ve meyve salkımı, F: infekte olmuş bakla bitkisi (Orijinal)

Figure 1. *C. campestris* A: Seed, B: Stem and inflorescence C: Flower, D: Haustorium (arrow), E: Stem and fruit cluster, F: Infected broad bean plant (Original)

*C. campestris* tohumdan çimlenip toprak yüzeyine çıkıncaya kadar tohum embriyosundan beslenmesini sürdürür. *C. campestris* köke sahip değil ancak haustorium denen emeçler ile konukçusunun demetlerinden besin

elementlerini alarak yaşamını sürdürür. Toprak yüzeyine çıkıştan itibaren 6-10 gün içerisinde bir konukçu bulur. Emeçleri (haustorium) ile konukçusunun iletim demetine ulaşarak konukçusundan beslenmeye başlar ve toprak ile ilişkisini tamamen keser. Küsküt yaşam döngüsünü tamamlayıncaya kadar konukçusu üzerinde parazit olarak yaşar (Şekil 2).



Şekil 2. Baklada tarla küskütünün (*C. campestris*) yaşam döngüsü (Orijinal)  
Figure 2. Life cycle of field dodder (*C. campestris*) in broad bean (Original)

### Tarla küskütünün (*C. campestris*) zararı (simptomu)

Tarla küskütünün çimlenme zamanı, bakla fidesine infeksiyon zamanı aynı zamanda fide boyuna bağlı olarak zarar oranı farklılık göstermiştir. Tarla küskütü tohumu 15 Nisan tarihinde çimlenip baklanın 5-10 cm boyunda iken infekte olduğunda meydana gelen zarar oranı oldukça yüksek hesaplanmıştır. Küsküt hem dikey hem de yatay gelişme göstererek bakla bitkisini hem içten hem de dıştan kuşatmaktadır. Bu evrede bakla bitkisi Haziran sonu gibi tamamen kuruyup ölmüştür. 15 Mayıs gibi çimlenip baklaya tutunduğunda bitki ölümü gerçekleşmemiş ancak açılan çiçek ve tutan meyve sayısı önemli oranda azalmıştır.

*C. campestris* bakla sürgün ve gövdesini haustoriumları vasıtası ile sararak besin elementlerini, su ve suda erimiş mineralleri kullanarak, bakla bitkisi üzerinde dikey ve yatay büyüme göstermek suretiyle bitki boyunu, sürgün sayısını ve meyve sayısını olumsuz etkilemiştir. Böylece baklayı tamamen dıştan saran küsküt, baklanın güneş ışığından faydalanmasını engelleyerek fotosentez yapamayan yapraklar nekroze olmuştur (Şekil 3). Yaprakları takiben sürgünler de aynı şekilde kurumaya başlamış ve neticede bakla bitkisinin tamamen kurduğu gözlenmiştir.





Şekil 3. A: Küskütsüz ve küskütlü bakla bitkisi, B: İnfeksiyon sonrası kurumuş bakla bitkisi (ok)

Figure 3. A: Broad bean plant without dodder and with dodder, B: Dried broad bean plant (arrow) after infection

#### Deneme alanı toprak özellikleri

Deneme alanı toprak analizleri, KSÜ Ziraat Fakültesi, Toprak bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak analiz değerleri

Table 1. Soil analysis values of the trial area

| Toprak özellikleri | Birimi                 | Miktar |
|--------------------|------------------------|--------|
| pH                 |                        | 6.84   |
| Kireç              | %                      | 7.69   |
| Organik Madde      | %                      | 3.21   |
| Alınabilir P       | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 7.0    |
| Alınabilir K       | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 200    |
| Alınabilir Ca      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 11100  |
| Alınabilir Mg      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 620    |
| Alınabilir Na      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 35.5   |
| Alınabilir Fe      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 5.8    |
| Alınabilir Zn      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 0.2    |
| Alınabilir Cu      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 0,9    |
| Alınabilir Mn      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 7.05   |
| Alınabilir Ni      | (mg kg <sup>-1</sup> ) | 1.1    |
| Bünye              |                        | Killi  |
| Kum                | %                      | 51.47  |
| Silt               | %                      | 26.36  |
| Kil                | %                      | 22.17  |

#### Gübreleme

Bakla ekim esnasında DAP gübresi 4 kg da<sup>-1</sup> hesabıyla uygulanmıştır. Bakla çiçeklenme evresinde fosfor ve potasyum 4 kg da<sup>-1</sup> hesabıyla uygulanmıştır. İkinci uygulama yine aynı miktarlarda çiçeklenme döneminde uygulanmıştır.

## Yöntem

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü uygulama arazisinde yapılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Deneme deseni 4 blok ve her blokta 2 parsel (infekteli ve infektersiz) olarak oluşturulmuştur. Parsel boyu 5 m, eni ise 4 m'dir. Her parsel arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m kenar tesir payı bırakılmıştır. Her parselde 4 sıra ve sıra arası mesafe 25 cm, sıra üzeri ise 5 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bakla ekimi sıraya ve 20 kg da<sup>-1</sup> hesabıyla 04.01.2022 tarihinde yapılmıştır. Bakla çimlenmesi 05.02.2022 tarihinde görülmeye başlanmıştır.

- Yoğunluk= B/n
- B= Alınan örnekte toplam birey sayısı, n= Alınan örnek sayısı

Tarla küsküt yoğunluğu yukarıda verilen yoğunluk formülüne göre hesaplanmıştır. Tarla küskütü ile infekteli bakla sürgün sayıları belirlenerek sayım yapılmıştır (Odum, 1983; Güncan, 2001; Üstüner, 2018; Üstüner & Öztürk, 2018). Bakla yetiştiriciliğinde sorun olan küsküt yoğunluğu Üstüner (2018)'in kullandığı 1-5 ölçeği esas alınarak belirlenmiştir.

Bunun için aşağıda verilen ölçütlere göre arazide gözleme dayalı değerlendirmeler yapılmıştır:

1. Küsküt yok,
2. Az bulaşık (baklalar sağlıklı ve verim kaybı gözlenmiyor)
3. Orta seviyede bulaşık (baklalarda gözle görülür bir zarar başlamış)
4. Bulaşık (baklalarda önemli ölçüde verim kaybı var)
5. Çok bulaşık (baklalar ölmüş)

## Mücadele yöntemleri

### Çıkış öncesi herbisit uygulamaları

Uygulamalar; 3 atmosfer basınçta, 30 l/da ilaçlama normunda ayarlanmış, 3 Teejet tipi meme takılı ve 1.5 metre iş genişliği olan Bolat F-768 marka sabit basınçlı sırt pülverizatörü ile yapılmıştır. Bakla deneme alanında 330 g l<sup>-1</sup> Pendimethalin aktif maddeli herbisit 500 ml da<sup>-1</sup> dozda, birinci uygulama 01.04.2022, ikinci uygulama 15.04.2022 ve üçüncü uygulama ise 30.04.2022 tarihinde yapılmıştır. Herbisit uygulaması yapıldığı günlerde yağmur yağışı olmamıştır. Sıcaklık değerleri ise; 01 Nisan'da 19 °C, 15 Nisan'da 20 °C ve 30 Nisan'da 24 °C olarak kayıt yapılmıştır.

### El çapa uygulamaları

El çapaları; bakla deneme alanında tarla küskütü (*C. campestris*) toprak yüzeyine çıkıştan hemen sonra konak bitki gövde ve yapraklarına ulaşmadan önce ilk uygulama 15.04.2022, ikinci uygulama 30.04.2022, üçüncü uygulama ise 15.05.2022 tarihinde yapılmıştır.

### Çıkış sonrası herbisit uygulamaları

Çıkış sonrası uygulamalar; 40 g l<sup>-1</sup> Imazamox aktif maddeli herbisit 125 ml da<sup>-1</sup> dozda ilk uygulama 15.04.2022, ikinci uygulama 30.04.2022, üçüncü uygulama ise 15.05.2022 tarihlerinde yapılmıştır. Herbisit uygulaması yapıldığı günlerde yağış olmamıştır. Sıcaklık değerleri ise; 15 Nisan'da 20 °C ve 30 Nisan'da 24 °C ve 15 Mayıs'da 27 °C olarak ölçülmüştür.

### Kontrol parselleri

Küsküt ile infekteli kontrol parsellerinde herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### **Bakla deneme alanında tarla küskütü (*C. campestris*) yoğunluğunun belirlenmesi**

Bakla deneme alanında 2022 yılı vejetasyon döneminde yapılan mücadele yöntemlerine göre tarla küskütü (*C. campestris*)'ü yoğunluğu ayrı ayrı hesaplanmıştır.

#### **Mücadele yöntemleri**

##### **Çıkış öncesi herbisit uygulaması**

Bakla deneme alanında çıkış öncesi herbisit uygulanan parsellerde *C. campestris* yoğunluğu 3.80 adet m<sup>-2</sup> iken, kontrol parsellerinde 19.25 adet m<sup>-2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu uygulama *C. campestris* yoğunluğunu % 80.26 oranında azaltmıştır.

##### **El çapası uygulaması**

Bakla deneme alanında el çapa uygulanan parsellerde *C. campestris* yoğunluğu 0.50 adet m<sup>-2</sup> iken, kontrol parsellerinde 19.25 adet m<sup>-2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu uygulama *C. campestris* yoğunluğunu % 97.40 oranında azaltmıştır.

##### **Çıkış sonrası herbisit uygulaması**

Bakla deneme alanında çıkış sonrası herbisit uygulanan parsellerde *C. campestris* yoğunluğu 9.60 adet m<sup>-2</sup> iken, kontrol parsellerinde 19.25 adet m<sup>-2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu uygulama *C. campestris* yoğunluğunu % 50.13 oranında azaltmıştır.

##### **Kontrol uygulaması**

Kontrol parsellerinde (küsküt ile infekteli) deneme deseni içerisinde uygulanan yabancı ot yöntemlerinin hiçbiri uygulanmamıştır. Kontrol parsellerde *C. campestris* yoğunluğu 19.25 adet m<sup>-2</sup> olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak; *Cuscuta campestris* dünya ülkelerinde ve Türkiye'de, aynı zamanda Kahramanmaraş'ta bakla yetiştiriciliğinde önemli bir tehdittir. *C. campestris* yoğunluğu ilden ile, ilçeden ilçeye hatta tarladan tarlaya değişkenlik gösterebilmektedir. Eğer bu tam parazit tür ile mücadele yapılmazsa çok ciddi verim ve kalite kaybı meydana gelebilmektedir.

Bakla deneme alanında tarla küskütü (*C. campestris*), infekteli (kontrol) parsellerde çok yoğun bulunurken, el çapa uygulamasında orta yoğunlukta, çıkış öncesi ve çıkış sonrası herbisit uygulamasında yoğun olarak hesaplanmıştır.

Bu araştırma sonucuna göre bakla deneme alanında *C. campestris* ile mücadelede en etkili yöntemin el çapa uygulaması olduğu ikinci sırada çıkış öncesi herbisit (Pendimethalin) uygulaması ve üçüncü sırada çıkış sonrası herbisit (Imazamox) uygulaması olduğu gözlenmiştir.

*Cuscuta campestris* yoğunluğu kontrol parselleri ile mukayese edildiğinde; el çapa uygulaması % 97.40, Pendimethalin % 80.26 ve Imazamox % 50.13 oranında azaltmıştır.

Tarla küskütü ile mücadelede öneriler; Kahramanmaraş bölgesinde bakla üreticileri Nisan ayı başından itibaren tarlada küsküt çıkışı gözlenmelidir. Çıkış görüldüğünde el çapa veya 15 Mart tarihlerinde Pendimethalin çıkış öncesi herbisit olarak uygulanmalıdır. Aksi durumda tarla küskütü baklaya ulaştığında mücadelesi çok zor hatta imkansız olmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu proje (2022/3-36 LAP), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim birimince desteklediği için teşekkür ederim.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## ETİK ONAY BEYANI

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

## KAYNAKLAR

- Agrios, G.N. (2005). *Plant pathology*. Fifth Edition, Department of Plant Pathology University of Florida, Elsevier Academic Press, USA, p. 708.
- Ahlawat, J.P.S., Singh, A., & Saraf, C.S. (1981). It pays to control weeds in Pulses. *Indian Farming*, 31, 11-13.
- Anonim (2019a). *Broad bean cultivation area by country*, FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 30 Kasım 2019).
- Anonim (2019b). *İllere göre bakla ekim alanları, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 25 Kasım 2019).
- Anonim (2020). *Baklanın besinsel içeriği, TÜRKOMP (Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı)*. <http://www.turkomp.gov.tr/food-bakla-216> (Erişim tarihi: 05 Mart 2020).
- Anonim (2022). *Bakla yetiştiriciliği*. <http://ziraatkutuphanesi.com/bakla-yetistirciligi.html#:~:text=Bir%20dekar%20alandan%20taze%20bakla,300%20kg%20dane%20hasat%20edilebilir> (Erişim tarihi: 5 Haziran 2022).
- Ball, D.A., Ogg, A.G.J., & Chevalier, P.M. (1997). The influence of seeding rate on weed control in small-red lentil (*Lens culinaris*). *Weed Science*, 45, 296-300. <https://doi.org/10.1017/S0043174500092869>
- Basler, F. (1981). Weeds and their control, in: *Lentils*, (Eds: C, Webb and G, Hawtin), Common Wealth Agricultural Bureaux. Slough, UK, pp. 143-154.
- Boerboom, C., & Young, F. (1995). Effect of postplant tillage and crop density on broadleaf weed control in dry pea (*Pisum sativum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Weed Technology*, 9, 99-106. <https://www.jstor.org/stable/i382574>
- Burdurlu, H., & S., Karadeniz, F. (2003). Gıdalarda diyet lifinin önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7 (15), 18-25. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akademik-gida/issue/55870/765432>
- Dal, S., & Üstüner, T. (2020). Kahramanmaraş İli nohut (*Cicer arietinum* L.) ekim alanlarında küsküt (*Cuscuta* spp.) ve yabancı ot yoğunluğunun, nohut bitkisinin morfolojik ve agronomik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 91 s.
- Davis, P.H. (1978). *Flora of Turkey and East Aegean Island*. Edinburg University Press, Volume: 1-10.
- Dawson, J.H., Musselman, L.J., Wolswinkel, P., & Dorr, I. (1994). Biology and control of *Cuscuta*. *Weed Science*, 6, 265-317. [https://www.scirp.org/\(S\(vtj3fa45qm1ean45vffcz55\)\)/](https://www.scirp.org/(S(vtj3fa45qm1ean45vffcz55))/)
- Demir, A., & Tepe, I. (2001). Diyarbakır ili nohut ekiliş alanlarında saptanan önemli yabancı ot türleri yaygınlık ve yoğunlukları. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 4 (1), 21-29.
- Demir, A., Tepe, I., & Erman, M. (2005). Nohutta (*Cicer arietinum* L.) farklı mücadele yöntemlerinin yabancı otlanmaya, verime, bazı verim unsurlarına ve nodülasyona etkisi. *YYÜ Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (1), 71-75.
- Dorr, I. (1987). The haustorium of *Cuscuta*-new structural results. In *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Parasitic Flowering Plants*, Marburg, Germany: Philipps-University, pp. 163-170.
- Emberger, L. (1960). *Les Végétaux Vasculaire*. Masson et Cie Editeurs, Paris-VI, 11 (2), 1539.



- Gressel, J., Hanafi, A., Head, G., Marasas, W., Obilana, A.B., Ochanda, J., Souissi, T., & Tzotzos, G. (2004). Major heretofore intractable biotic constraints to African food security that may be amenable to novel biotechnological solutions. *Crop Protection*, 23, 661-689. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.11.014>
- Guan, F., Watanabe, K., & Ishii, A. (1998). Headspace solid-phase micro extraction and gas chromatographic determination of dinitroaniline herbicides in human blood, urine and environmental water. *Journal of Chromatography Biomedical Sciences and Application*, 714, 205-213. [https://doi.org/10.1016/S0378-4347\(98\)00234-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4347(98)00234-5)
- Güncan, A. (2001). *Yabancı otlar ve mücadelesi*. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Basımevi, Konya, 265 s.
- Hershenhorn, J., Eizenberg, H., Dor, E., Kapulnik, Y., & Goldwasser, Y. (2009). *Phelipanche aegyptiaca* management in tomato. *Weed Research*, 49 (1), 34-47. <https://doi.org/10.1111/wre.12587>
- İdikut, L., Cabar, Y.E., Zulkadir, G., Cölkesen, M., Ciftci, S., & Karabacak, T. (2018). Investigation of distances between row on two faba bean in Kahramanmaraş conditions. 1. *International Gap Agriculture and Livestock Congress*, 25-27 April, Sanliurfa, Turkey, pp. 565-571.
- Jha, P., Kumar, V., Lim, A., Charlemagne, P., & Yadav, R. (2017). Evaluation of preemergence herbicides for crop safety and weed control in safflower. *American Journal of Plant Sciences*, 8, 2358-2366. <http://www.scirp.org/journal/ajps>
- Kadioğlu, I. (1992). Küsküt (*Cuscuta* spp.) ve mücadelesi. *Herboloji Haberleri, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü*, 3 (5), 1-11.
- Kadioğlu, İ., Uluğ, E., & Üremiş, İ. (1997). Akdeniz Bölgesi yemeklik baklagillerinde (nohut, fasulye) görülen yabancıotlar ile yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Türkiye II Herboloji Kongresi* (1-4 Eylül 1997, İzmir & Ayvalık) Bildiriler: 195-203.
- Karaköy, T., Demirbaş, A., Yörük, V., Toklu, F., Baloch, F., S., Durukan, H., Öztürk, M., Ton, A., Anlarsal, A.E., & Özkan, H. (2015). Türkiye orijinli bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinin soğuğa dayanıklılık yönünden incelenmesi üzerine bir araştırma. 11. *Tarla Bitkileri Kongresi*, 7-10 Eylül, Çanakkale, Türkiye, s. 430-433.
- Kaya, H., & Üremiş, İ. (2019). Hatay ili soğan tarlalarında bulunan yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 21-30.
- Kondap, S.M., & Kumar, R.M. (1993). Management of *Cuscuta* in croplands and fallows, integrated weed management for sustainable agriculture. *Indian Society of Weed Science*, 1, 407-411.
- Kutos, T., Golob, T., Kac, M., & Plestenjak, A. (2003). Dietary fibre content of dry and processed beans. *Food Chemistry*, 80, 231-235. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00258-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00258-3)
- Lanini, W.T., & Kogan, M. (2005). Biology and management of *Cuscuta* in crops. *Cienciae Investigacion Agraria*, 32, 165-172. <https://doi.org/10.7764/rcia.v32i3.317>
- Liu, Z.Q., Lecocq, F.M., Fer, A., & Hallet, J.N. (1990). Comparative study of the effect of three herbicides (Pendimethalin, Propyzamide and Linuron) on the cell proliferation in the shoot meristematic region of dodder seedlings (*Cuscuta lupuliformis* Krock.). *Annual Science Natural, Botanic Biology Vegetale*, 11, 1-8.
- Liu, Z.Q., Fer, A., & Lecocq, F.M. (1991). L'imazaquine: Un herbicide prometteur pour la lutte curative contre la Cuscute (*Cuscuta* spp.) dans les cultures de soja (*Glycine max*). *Weed Research*, 31, 33-40. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1991.tb01740.x>
- Millar, K.A., Gallagher, E., Burke, R., McCarthy, S., & Barry-Ryan, C. (2019). Proximate composition and antinutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82, 103-233. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105499>
- Mishra, J.S., Bhan, M., Moorthy, B.T.S., & Yaduraju, N.T. (2003). Effect of seeding depth on emergence of *Cuscuta* with linseed and summer black gram. *Indian Journal Weed Science*, 35, 281-282.

- Mishra, J.S., Bhan, M., Moorthy, B.T.S., & Yaduraju, N.T. (2004). Bio-efficacy of herbicides against *Cuscuta* in black gram [*Vigna mungo* (L.) Hepper]. *Indian Journal Weed Science*, 36, 278-279. <https://doi.org/10.5958/0974-8164.2016>
- Mishra, J.S., Moorthy, B.T.S., & Bhan, M. (2005). Relative tolerance of kharif crops to dodder and its management in niger. *National Biennial Conference*, ISWS, April 6-9. Ludhiana, India, pp. 213-214.
- Mishra, J.S., Moorthy, B.T.S., Bhan, M., & Yaduraju, N.T. (2007). Relative tolerance of rainy season crops to field dodder (*Cuscuta campestris*) and its management in niger (*Guizotia abyssinica*). *Crop Protection*, 26, 625-629. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.05.016>
- Mishra, J.S. (2009). Biology and management of *Cuscuta* species. *Indian Journal Weed Science*, 41, 1-11.
- Nemli, Y. (1978). Çiçekli parazitlerden *Cuscuta* L.'nin Anadolu türleri üzerindeki morfolojik ve sistematik araştırmalar. Doçentlik Tezi, Ege üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fitopatoloji ve Zirai Botanik Kürsüsü, Bornova-İzmir.
- Nemli, Y. (1986). Anadolu'da kültür alanlarında bulunan küsküt türleri (*Cuscuta spp.*); yayılışları ve konukçuları üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (3 ), 11-21.
- Osorio-Díaz, P., Bello-Pérez, L.A., Sáyago-Ayerdi, S.G., Benítez-Reyes, M.D.P., Tovar, J., & Paredes López, O. (2003). Effect of processing and storage time on *in vitro* digestibility and resistant starch content of two bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (12), 1283-1288. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1413>
- Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., & Uygur, F.N. (1999). *Türkiye'nin bazı önemli yabancı otları*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Tokat, 430 s.
- Özgül, M., Torun, H., Eymirli, S., Üremiş, İ., & Tursun, N. (2019). Determination of weed frequencies and densities in sunflower (*Helianthus annuus* L.) fields in Adana province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 87-96. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/793559>
- Parker, C., & Riches, C.R. (1993). *Cuscuta* species, the dodders; and cassytha filiformis. *In parasitic weeds of the worlds: Biology and control*. CAB international, Wallingford, UK, pp. 183-223.
- Pekşen, E., & Artık, C. (2005). Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (2), 110-120. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/omuanajas/issue/20233/214239>
- Rao, P.N., & Reddy, A.R.S. (1987). Effect of china dodder on two pulses: green gram and cluster bean-the latter a possible trap crop to manage china dodder. *4<sup>th</sup> International Symposium Parasitic Flowering Plants*, August 1-3, Marburg, Germany, p. 665-674.
- Rao, K.N., & Rao, R.S.N. (1993). Control of cuscutea with herbicides in onion. In: *Proceedings of International Symposium on Integrated Weed Management for Sustainable Agriculture*, November 18-20, Hisar, India, pp. 196-198.
- Reddy, N.R., Pierson, M.D., Sathe, S.K., & Salunkhe, D.K. (1984). Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates. *Food Chemistry*, 13 (1), 25-68. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(84\)90026-8](https://doi.org/10.1016/0308-8146(84)90026-8)
- Swanton, C., Harker, K., & Anderson, R. (1993). Crop losses due to weeds in Canada. *Weed Technology*, 7, 537-542. <https://www.jstor.org/stable/3987645>
- Şanlı, A., Kaya, M., & Kara, B. (2009). Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta yabancı ot mücadele zamanları ile herbisit uygulamalarının verim ve bazı verim unsurlarına etkileri. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 24 (1), 13-20. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/omuanajas/issue/20220/214390>
- Uludağ, A., Aksoy, N., Yazlık, A., Arslan, Z.F., Yazmış, E., Üremiş, İ., Cossu, T.A., Groom, Q., Pergl, J., Pyšek, P., & Brundu, G. (2017). Alien flora of Turkey: checklist, taxonomic composition and ecological attributes. *NeoBiota*, 35, 61-85. <https://doi.org/10.3897/neobiota.35.12460>
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., & Üremiş, İ. (1993). Türkiye'nin yabancı otları ve bazı özellikleri. T.K.B. Adana Zir. Müc. Araş. Ens., No: 78, 513 s.



- Ustuner, T., & Cakır, S. (2018). Dormancy breaking studies of Dodder (*Cuscuta spp.*) was problem in greenhouse tomato. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM), *International Conference on Research in Education and Science*, 28 April-1 May, Marmaris, Turkey, pp. 167-178.
- Uygur, F.N. (1991). Yoncada *Cuscuta* spp. (Küsküt, Veremotu) kontrolü. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 2 (3), 1-5.
- Uzun, A., & Topuz, M. (1998). Ege Bölgesi'nde nohut alanlarında yabancı ot mücadelesi üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Herboloji Kongresi*, 1-4 Eylül, İzmir, Türkiye, s. 406-416.
- Üremiş, İ., Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş., & Sertkaya, E. (2023). Hatay ili tarımsal alanlarında bulunan canavar otu türlerinin, yaygınlıklarının, yoğunluklarının ve potansiyel zarar seviyesinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 338-354. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1240285>
- Üstüner, T. (2016). Determination of weed density, frequency and general coverage areas in chickpea fields in Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Weed Science*, 19 (2), 38-48. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws/issue/42246/508294>
- Üstüner, T. (2018). The effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on the leaf and tuber yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Turkish journal of Agriculture and Forestry*, 42, 348-353. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3088>
- Üstüner, T., & Öztürk, E. (2018). Şeker pancarı (*B. vulgaris*) tarımında küskütün (*C. campestris*) verim ve kaliteye etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 58 (1), 33-40. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bitkorb/issue/35272/360142>
- Üstüner, T., & Dal, S. (2019). Kahramanmaraş'ta nohut tarlalarında küsküt türleri, yoğunluğu ve rastlama sıklığının belirlenmesi. 1. *Uluslararası Göbeklitepe Tarım Kongresi IGAC*, 22-25 Ekim 2019, Şanlıurfa, Türkiye, pp. 782-790.
- Üstüner, T., Girgel, Ü., & Cakır, S. (2019). The effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on the agromorphological features of lentil (*Lens culinaris* L.). 3<sup>rd</sup> *International Conference on Advanced Engineering Technologies*, September 19-21. Bayburt-Turkey, pp. 50-58.
- Üstüner, T. (2020). Tarla küsküt'ünün (*Cuscuta campestris* Yunck.) Dila biberi (*Capsicum annum* L.)'nin fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 53-63. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.621271>
- Üstüner, T., & Aksoy, E.O. (2021). *Yabancı ot biliminde güncel konular, parazit yabancı otlar*. Iksad Publishing House, Ankara, 179-262.
- Üstüner, T. (2022). Maydanoz [*Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss.] yetiştiriciliğinde tarla küskütü (*Cuscuta campestris* Yunck.)'nün verim ve kaliteye etkisi. *Turkish Journal of Weed Science*, 25, 122-133. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws/issue/74451/1183005>
- Yıldırım, S., & Tepe, I. (2014). Van'da yoncada küçük tohumlu yonca küskütü (*Cuscuta approximata* Bab.)'nün dağılımı ve yoğunluğu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (1), 42-50. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.235915>
- Yuncker, T.G. (1932). The genus *Cuscuta*. *Memoirs of the Torrey Botanical Club*, 18, 113-331. <https://www.jstor.org/stable/i40134577>

## Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental siğir sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler

Relationships between somatic cell count and milk amyloid A, electrical conductivity, and pH in Holstein cattle, Red Holstein, Simmental breed milk

Mürüvvet KURT<sup>1</sup>, Ali KAYGISIZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye.

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ÖZET   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 06.09.2023<br/>Accepted / Kabul: 07.11.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Somatik hücre sayısı<br/>Süt amiloid A<br/>Elektiksel iletkenlik<br/>pH<br/>Süt</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Somatic cell count<br/>Milk amyloid A<br/>Electrical conductivity<br/>pH<br/>Milk</p> <p>Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Mürüvvet KURT<br/>muruvvetduz@aku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>Bu çalışmada Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental siğir sütlerinde somatik hücre sayısı (SHS) ile süt amiloid A (SAA), elektriksel iletkenlik (Eİ) ve pH arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmıştır. Siyah Alaca (46 baş) ve Kırmızı Alaca (13 baş) siğirlerinin % 87 ve % 78'i, Simental siğirlerinin (82 baş) ise hiçbiri SHS bakımından risk grubunda bulunmamıştır. Çalışmada somatik hücre sayısı Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırklarında sırasıyla <math>4.49 \pm 0.079</math>, <math>4.40 \pm 0.091</math> ve <math>4.20 \pm 0.111</math> hücre <math>ml^{-1}</math> olarak belirlenmiştir. SAA ortalama düzeyleri Siyah Alaca ırkında <math>343.80 \pm 26.40</math>, Kırmızı Alaca ırkında <math>286.20 \pm 24.520</math>, Simental ırkında <math>479.85 \pm 76.79</math> <math>ngml^{-1}</math> olarak hesaplanmıştır. Süt örneklerinin pH değerleri Siyah Alaca ırkında ise <math>6.62 \pm 0.017</math>, Kırmızı Alaca ırkında <math>6.67 \pm 0.016</math>, Simental ırkında <math>6.58 \pm 0.084</math> tespit edilmiştir. Eİ değerleri Siyah Alaca ırkında <math>3.58 \pm 0.050</math>, Kırmızı Alaca ırkında <math>3.65 \pm 0.071</math>, Simental ırkında <math>1.21 \pm 0.019</math> <math>mS\ cm^{-1}</math> olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Siyah alaca ve Kırmızı Alaca ırklarında SHS ile SAA arasında anlamlı bir yakın ilişkinin düşük konsantrasyonlarda bile farkedilebiliyor olması süte özgü SAA'nın subklinik mastitisin potansiyel bir fizyolojik belirteci olduğunu düşündürülebilir. Eİ ve pH ölçüm sonuçlarının SHS ve SAA ile anlamlı ilişki içinde olmaması, bu belirteçlerin hastalık tespitinden ziyade süt kalitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>In this study, the investigation aimed to explore the relationships between somatic cell count (SCC) and milk amyloid A (MAA), electrical conductivity (EC), and pH in Holstein Friesian, Red Holstein and Simmental cattle milk. Among Holstein (46 head) and Red Holstein (13 head) cattle, 87% and 78%, respectively, exhibited no risk of SCC, while none of the Simmental breed (82 head) were within the risk category based on SCC. The study determined the SCC in Holstein cattle, Red Holstein, and Simmental breeds as <math>4.49 \pm 0.079</math>, <math>4.40 \pm 0.091</math>, and <math>4.20 \pm 0.111</math> cell <math>ml^{-1}</math>, respectively. The average MAA levels were calculated as <math>343.80 \pm 26.40</math> <math>ng\ ml^{-1}</math> in Holstein, <math>286.20 \pm 24.520</math> <math>ngml^{-1}</math> in Red Holstein, and <math>479.85 \pm 76.79</math> <math>ngml^{-1}</math> in Simmental breeds. The pH values of milk samples were determined as <math>6.62 \pm 0.017</math> in Holstein, <math>6.67 \pm 0.016</math> in Red Holstein, and <math>6.58 \pm 0.084</math> in Simmental breeds. EC values were measured as <math>3.58 \pm 0.050</math> <math>mS\ cm^{-1}</math> in Holstein, <math>3.65 \pm 0.071</math> <math>mS\ cm^{-1}</math> in Red Holstein, and <math>1.21 \pm 0.019</math> <math>mS\ cm^{-1}</math> in Simmental breeds. The results suggest a significant association between SCC and MAA, even at lower concentrations in Holstein and Red Holstein breeds, implying the potential of breed-specific MAA as a physiological marker for subclinical mastitis. The lack of significant associations between EC, pH measurements, and SCC and MAA indicates their potential utility in determining milk quality rather than disease detection.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>   | <p>Kurt, M., &amp; Kaygısız, A. (2024). Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental siğir sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 120-132. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1340860">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1340860</a></p>   |

## GİRİŞ

Mastitis, çeşitli bakteri türlerinin ve toksinlerinin neden olduğu meme bezi iltihabıdır (Sharma ve ark., 2007). Mastitis aynı zamanda, süt verimindeki azalma, sütün bileşimindeki değişim, sütün bir kısmının kullanılamaz olması, tedavi ve veteriner masrafı nedeniyle süt sığırlarında büyük ekonomik kayıplara neden olan en yaygın hastalıktır (Keefe, 2012; de Vliegher ve ark., 2012). Mastitis, memenin glandüler dokusunda patolojik değişiklikler ile birlikte salgılanan sütte fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal değişikliklere de neden olur (Radostitis ve ark., 1995). Ayrıca mastitik sütteki bakteriyel kontaminasyon, sütü insan tüketimi için elverişsiz hale getirir (Kadariya ve ark., 2014; Ibrahim ve ark., 2015). Mastitis, süt verimi ve süt bileşenleri üzerindeki olumsuz etkisinin ötesinde, süt ineklerinde üreme performansı üzerinde de zararlı bir etkiye sahiptir (Kumar ve ark., 2017). Subklinik mastitisin neden olduğu kayıp ölçmek neredeyse imkânsızdır, ancak uzmanlar bunun sürüde klinik vakalardan daha fazla mali kayba neden olduğu konusunda hemfikirdir (Navaneethan ve ark., 2023). Süt sığırlarında subklinik mastitis (SCM) insidansı klinik mastitise göre 15-40 kat daha fazladır (Seegers ve ark., 2003).

Somatik hücre sayısı (SHS), küresel olarak süt sektöründe çoğunlukla süt kalitesi için kullanılan temel bir parametredir. SHS sütün kalitesini etkiler ve subklinik aşamada mastitis teşhisi için temel bir parametredir (Feng ve ark., 2020). Türk Gıda Kodeksi (Anonim, 2000) ve Avrupa Birliği (EC 853/2004) yasal mevzuatına (Anonymous, 2004) göre çiğ inek sütü için SHS sınırı  $\leq 500.000$  hücre  $ml^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

SCM, sütte veya meme görünümünde gözle görülür herhangi bir değişikliğe neden olmaz, ancak süt kalitesini ve miktarını etkiler; süt veriminde, toplam üretimin üçte ikisine varan kayıplara kadar azalmaya neden olur; süt bileşimini değiştirir, sütte inflamatuvar bileşenlerin ve bakterilerin varlığını değiştirir (Haq, 2014; Singh ve ark., 2015). Ayrıca, SCM'den etkilenen inekler normal süt üretirler ancak, diğer hayvanlar için enfeksiyon kaynağıdır, bu durum ise enfeksiyonun sürü arasında yayılmasına neden olur (Prabhu ve ark., 2013; Bandyopadhyay ve ark., 2015).

Memede veya sütte gözle görülür değişikliklerin olmaması nedeniyle memenin görsel muayenesi ve palpasyonu ile SCM tanısı konması zordur. Bu durum, SCM'nin teşhisini zorlaştırır ve daha zor hale getirir. SCM olgularının tanısında SHS, sütte patojen etkenlerin izolasyonu ve kanda biyokimyasal değerlerde meydana gelen değişimler yaygın olarak değerlendirilir. Bu parametrelerin yanısıra memede oluşan inflamasyona bağlı olarak artış gösteren akut faz proteinleri (AFP), yangı mediatörleri ve oksidatif stres parametreleri de SCM olgularının tanısında kullanılmaktadır. Bu ilave yöntemler, SCM'nin erken teşhisine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Nitekim, Süt Amiloid A (SAA) veya haptoglobulin (HP) gibi akut faz proteinlerinin de mastitis belirteçleri olduğu keşfedilmiştir (Jaeger ve ark., 2017; Sadek ve ark., 2017; Hussein ve ark., 2018). Mastitis iltihabına bir tepki olarak, patojenite seviyesine bağlı olarak sütteki süt Amiloid A seviyesinde de artış olması beklenir (Nazifi ve ark., 2008; Szczubiał ve ark., 2012; Vasil ve ark., 2012). SAA doku hasarından kısa bir süre sonra (genellikle 24 saat içinde) plazmada ve diğer vücut sıvılarında hızlı ve yoğun bir şekilde artan bir proteindir. Bu hızlı ve yoğun artış (18-20 katına kadar) SAA'nın bir yangı belirtici olarak değerlendirilmesini ve sağlık durumunun izlenmesinde önemli olmasını sağlar. Ayrıca, tedaviye verilen yanıtların değerlendirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Jaeger ve ark. (2017), SAA'yı ölçen bir çalışmada, mastitis ineklerinin SHS'ye kıyasla daha hassas ve spesifik bir şekilde tanımlanmasının mümkün olduğunu göstermişlerdir. Serum amiloid A'nın atlarda ve sığırlarda karaciğer dışında SAA gibi farklı izoformlarının da olduğu rapor edilmiştir (Eckersall ve ark., 2001; Jayaraman ve ark., 2017; Sack, 2018). Sığırlarda sütte spesifik form olan SAA'nın, SHS ve sütte patojen etkenler gibi diğer SCM tanısız belirteçlere göre avantajının, meme epitel hücreleri tarafından lokal olarak sentezlenmesinden dolayı süte özgü olması ve bu nedenle mastitis tanısında hassas ve güvenilir bir biyobelirteç olduğu belirtilmektedir (Eckersall ve ark., 2001; Hussein ve ark., 2018). Ayrıca, SAA düzeyinin SCM'de diğer bir avantajı, sağlıklı hayvanlarda tespit edilemeyecek düzeylerde bulunmasıdır (Hussein ve ark., 2018). Yapılan çalışmalar, doğal olarak meydana gelen veya deneysel olarak indüklenen subklinik ve klinik mastitisin teşhisinde

SAA'nın tanınal değeri olduğunu göstermiştir (Safi ve ark., 2009; Hussein ve ark., 2018; Gronlund ve ark., 2003; Kalmus ve ark., 2013).

Sütte pH değeri mikrofloranın gelişmesine etkisi ve enzim aktivitesindeki rolü gibi etkilerden dolayı önemli bir kalite kriteridir. Henüz sağılmış inek sütünün pH değeri 6.6 ila 6.8 arasında değişim gösterir. Süt, özellikle içerdiği mineral maddeler nedeniyle iletken bir gıdadır (Milci & Yaygın, 2004). Sütün elektriksel iletkenliği, içerdiği iyonlar tarafından belirlenirken, diğer bileşenler ise iletkenlik üzerinde farklı düzeyde etki etmektedir. Normal bileşimli inek sütünün elektrik iletkenliği (Eİ) 25 °C'de 4.0-5.5 mS cm<sup>-1</sup> (miliSiemens/santimetre) değerleri arasında yer almaktadır (Metin, 1998). Ancak, 6.0 mS cm<sup>-1</sup>'in üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmektedir (Nielen ve ark., 1992; Špauskas ve ark., 2006). Araştırmacılar Eİ değerlerindeki 1mS cm<sup>-1</sup>'lik artışın, süt veriminde ortalama 0.88 kg gün<sup>-1</sup> düzeyinde düşüşe yol açtığını bildirmişlerdir (Nielen ve ark., 1993).

Sütün elektriksel iletkenliğinin haftalık aralıklarla düzenli olarak ölçülmesi (ICAR, 2022), ineklerin meme sağlığını ve beslenme durumunu izlemek için değerli bir araçtır. Eİ, ayrıca sütün kalitesini belirlemede ve süt üretimini optimize etmede kullanılan önemli bir parametredir. Bu nedenle, çiftliklerde ve süt işleme tesislerinde elektriksel iletkenlik ölçümlerine haftalık aralıklarla düzenli olarak yer vermek, sütün kalitesini ve sağlık durumunu sürekli olarak takip etmek için önemlidir.

Sütün elektrik iletkenliği, doğal faktörlere bağlı olarak zamanla değişiklikler gösterebilir ve laktasyon ilerledikçe normale dönebilir, ancak laktasyonun sonunda tekrar yükselebilir. Elektrik iletkenliği değeri aynı hayvanın farklı meme başlarından elde edilen sütler arasında bile küçük farklılıklar gösterebilir. Elektrik iletkenliği ayrıca hayvanın türüne ve ırkına bağlı olarak da değişebilir. Örneğin, yapılan çalışmalara göre domuz ve deve sütünde ortalama 4.60 mS cm<sup>-1</sup>, keçi sütünde 5.46 mS cm<sup>-1</sup>, koyun sütünde ise 4.33 mS cm<sup>-1</sup> elektrik iletkenliği değerleri tespit edilmiştir. Süt hayvanının beslenme şekli, fizyolojik durumu ve kızgınlık dönemi de sütün elektrik iletkenliğini etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır (Saldamlı & Erdem, 1988).

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırkı ineklerden elde edilen sütlerde SHS, SAA, Eİ ve pH değerlerinin ve bu parametreler arasındaki ilişkilerin araştırılması, ırkların da sütteki mastitis parametreleri bakımından karşılaştırılmaları amaçlanmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Araştırmanın hayvan materyalini Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen ve klinik olarak sağlıklı olan 46 baş Siyah Alaca, 23 baş Kırmızı Alaca ve 13 baş Simental olmak üzere toplam 82 baş süt sığırı ve bunlardan alınan süt örnekleri oluşturmuştur. Her bir ineğin 4 meme çeyreğinden sütler ayrı ayrı alınmıştır. Sürü sorumlusu ile yapılan görüşmelerde, ineklere örneklerin alındığı laktasyon döneminde gerek mastitise gerekse diğer enfeksiyonlara yönelik herhangi bir tedavinin uygulanmadığı bildirilmiştir. İneklerde inspeksiyon ile gözlemlenen ve palpasyon ile meme muayenesi yapıldığında klinik olarak sağlıklı olduğu müşahade edilen tüm hayvanlardan akşam sağımında süt örnekleri alınmıştır. İşletmede sağım odalarında vakumlu otomatik sağım sistemi ile günde 2 sağım uygulanmaktadır. Örnek almak amacı ile meme bölgesi ve meme başları %70'lik etil alkollü pamuk ile temizlenmiştir. Bölgenin kurummasını takiben, ilk 3-5 sağımda dökülen sütler atılmış ve orta sağım sütler kullanılarak her meme başından ayrı olacak şekilde yaklaşık 10-15 ml süt örneği alınmıştır. Bu süt örnekleri steril plastik tüplere yerleştirilmiştir.

### **SHS ölçümü**

SHS ölçümleri De Laval Somatik Hücre Ölçüm Cihazı (DCC) kullanılarak yapılmıştır. De Laval sayım kiti içine, her bir meme başından alınan süt örneğinden birkaç damla eklenerek karıştırılmıştır. Ardından, yüklü kaset De Laval hücre sayıcıya yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. DCC cihazı, DNA-spesifik floresan probu propidium iodide kullanarak somatik hücreleri saymaktadır ve sonuçlar bir dakikadan daha kısa sürede göstergede görünmektedir (Anonim,

2012). Toplanan inek sütlerinde SHS'si  $\leq 100.000$  hücre  $ml^{-1}$  altında olan Grup I (GI) ve  $> 100.000$  hücre  $ml^{-1}$  olan Grup II (GII) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır.

### **Elektriksel iletkenlik ölçümü ve pH analizi**

Çiğ sütler, falcon tüplere alınarak hücre sabiti  $k = 0,341 \text{ l cm}^{-1}$  olarak kabul edilen WTW marka (Cond 330i/SET) portatif bir kondüktometre kullanılarak  $mS \text{ cm}^{-1}$  cinsinden iletkenlik ölçümleri yapılmıştır (Göncü & Yeşil, 2018).

Bu çalışmada, süt örneklerinden yaklaşık 50 ml'lik numuneler alınarak beherlere konulmuş ve numunelerin oda sıcaklığına gelmesinin ardından pH metrenin kalibrasyonu cihaz talimatlarına göre yapılmıştır. pH değeri, oda sıcaklığında İnolaLWTW serisi pH 720 portatif bir pH metre kullanılarak belirlenmiştir. Cihazın probu, sütle dolu örnek tüpüne daldırılmış ve ekranda stabilite göstergesi görüldüğünde değer kaydedilmiştir (Göncü & Yeşil, 2018; Yörükoğlu, 2019).

Kondüktometreler, sıvının içerdiği anyon ve katyonların elektriği iletim kabiliyetlerini kullanarak iletkenlik derecesini ölçmek için elektrotlar aracılığıyla sıvıya daldırılmıştır. Cihazın kalibrasyonu için önceden hazırlanan potasyum klorür çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri ölçülmüştür. Daha sonra cihazın probu ve termometresi numuneye daldırılarak, bir iki tur çevrilmiş ve cihazın gösterdiği değer sabitlendikten sonra okuma yapılmıştır.

### **Süt amiloid A analizi**

Süt örnekleri analizden hemen önce  $+4^{\circ}C$ 'de çözdürülerek oda sıcaklığında çalışılmıştır. SAA konsantrasyonları, Tridelta Development (Maynooth, Ireland) tarafından ticari olarak sunulan bir ELISA kiti kullanılarak belirlenmiştir. Bu kit, SAA için özgül monoklonal antikoları içeren solid faz bir ELISA kiti olarak tasarlanmıştır. Süt örnekleri ve bilinen miktarda SAA içeren standartlar, plakaya eklenmiştir. Kuyucuktaki SAA, plağa bağlı immobilize antikolar tarafından yakalanmış ve konjugat antikorla işaretlenmiştir. Bağlanmamış materyallerin uzaklaştırılması için yıkama işlemi gerçekleştirilerek Streptavidin-Horse Radish Peroxidase (Streptavidin HRP) konjugatı eklenmiş ve inkübe edilmiştir. İkinci bir inkübasyon sonrasında TMB substratı eklenmiştir. Oluşan renk yoğunluğu, orijinal numunede bulunan SAA konsantrasyonu ile orantılıdır. Optik yoğunluklar, Bio-tek Inc, Winooski VT, ABD, Model ELx 800 otomatik bir plaka okuyucuda  $450 \text{ nm}$ 'de ölçülmüştür. SAA konsantrasyonları, üretici tarafından sağlanan referanslar kullanılarak bir standart eğriye dayanılarak hesaplanmıştır. Süt örnekleri 1:50 oranında seyreltilerek iki kez ölçülmüştür. Sonuçlar uygun bir dilüsyon faktörüyle çarpılarak  $ng \text{ mL}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çalışma aralığı  $0.438 - 7.5 \text{ ug mL}^{-1}$  ve testin duyarlılığı  $0.10 \text{ ug mL}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

### **İstatistik analizler**

İneklerin SHS bakımından sınıflandırılmalarında "Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB)" (Anonymous, 2022) tarafından bildirilen ölçek kullanılmıştır. Buna göre; (i) bir inekten alınan süt örneklerindeki  $SHS < 100.000$  hücre  $ml^{-1}$  süt ise bu hayvan *enfekte olmamış* kabul edilmektedir. (ii) ml sütte  $100.000 - 200.000$  aralığında SHS'ye sahip bir inek *potansiyel riskli* grupta yer alır. (iii) ml sütte  $200.000$  hücre SHS açısından *eşik değer*'dir. (iv) Test sonuçları  $> 300.000$  hücre  $ml^{-1}$  çıkan inekler için belli *patojenlerle enfekte olmuş* hayvan teşhisi konulabilmektedir.

Yapılan çalışmada, ırklar arasında somatik hücre sayısı (SHS) sınıfları bakımından fark olup olmadığı  $\chi^2$  testi ile analiz edilmiştir. İstatistik analizlerde SAS paket programı kullanılmış ve  $p < 0.05$  anlamlılık seviyesi seçilmiştir (Orhan ve ark., 2004). Elde edilen SAA, pH, Eİ ve SHS değerlerinin Shapiro-Wilk testi sonucunda normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). SAA, pH, Eİ ve SHS değerlerinin ırklara göre oluşturulan gruplara ilişkin istatistiksel olarak farklılığının değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis analizinden yararlanılmıştır. SAA, pH ve Eİ değerlerinin SHS sınıflarına göre oluşturulan gruplara ilişkin istatistiksel olarak farklılığının değerlendirilmesinde ise Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. Analizler sonucunda gruplar arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla Dunn testi kullanılmıştır. Ayrıca değişkenlerin birbiriyle ilişkisinin analizi Spearman korelasyon analizi ile gerçekleştirilmiştir.



## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu araştırma kapsamında incelenen Siyah Alaca ve Kırmızı Alaca sığırların % 87 ve % 78'i, Simental sığırların ise tamamı somatik hücre sayısı bakımından AHDB ölçeğine göre (Anonymous, 2022) risk grubunda bulunmamıştır (Çizelge 1). Irklar arasındaki farklar ise istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Torres-Neira ve ark. (2020) Kolombiya Boyaca bölgesinde topladıkları tank sütü örneklerinin SHS değerlerinin %42.42'sinin <200.000 hücre ml<sup>-1</sup>, %48.49'unun 200.001-400.000 hücre ml<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, kalan %0.9'un ise >400.000 hücre ml<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Kaygısız (2023) tarafından incelenen Esmer sığırların %39'unun hiçbir risk grubunda olmadığı, %34'ünün "potansiyel risk" ve %27'sinin ise "enfekte" grubunda yer aldığı bildirilmiştir. Danimarka Kırmızısı, Simental ve Siyah Alaca ırklarında, "risk grubunda olmayan" inek oranı %53-55, "potansiyel risk grubundaki" inek oranı % 22-24, "sınır değerdeki" inek oranı %8-11 ve "enfekte grubundaki" inek oranı ise %12-15 olarak bildirilmiştir (Kaygısız & Şahin, 2023). Bu çalışmada, risk grubundaki inek sayısının düşük çıkması ineklerin büyük çoğunluğunun ilk laktasyonda olmasına yorumlanabilir. Zira, süt ineklerinde, ineğin yaşının artması ile SHS artmakta, immun sistem zayıflamakta ve sağım makinasının etkisi meme başlarında deformasyon artmakta ve mikroorganizmaların meme kanallarına girişi kolaylaşmaktadır (Deveci ve ark., 1994).

Çizelge 1. İneklerin mastitis risk durumlarına göre dağılımı

Table 1. Distribution of cows according to mastitis risk status

|   | Siyah Alaca | Kırmızı Alaca | Simental   | Toplam   |
|---|-------------|---------------|------------|----------|
| Enfekte olmamış (<100.000 hücre ml <sup>-1</sup> )          | 40 (% 87)   | 18 (%78)      | 13 (% 100) | 71 (%87) |
| Potansiyel risk (100.000 – 200.000 hücre ml <sup>-1</sup> ) | 5 (% 11)    | 2 (%9)        | 0          | 7 (%9)   |
| Eşik değer (200.000 – 300.000 hücre ml <sup>-1</sup> )      | 0           | 1 (%4)        | 0          | 1 (%1)   |
| Enfekte olmuş (>300.000 hücre ml <sup>-1</sup> )            | 1 (% 2)     | 2 (%9)        | 0          | 3 (%3)   |
| Toplam  | 46          | 23            | 13         | 82       |

$\chi^2 (6.780) < \chi^2 (12.592)$  Kabul

Sütte pH, EI, SAA ve SHS bakımından ırklara ait tanımlayıcı bilgiler Çizelge 2-3'de verilmiştir.

Bu çalışmada somaik hücre sayısı bakımından ırk arası farklılık anlamlı bulunmamıştır. Hayvanın sağlık durumu dışında, somatik hücre sayısını etkileyen diğer faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Irk, yaş, laktasyon dönemi, sağım tekniği, yetiştirme sistemleri, çevre koşulları ve mevsim gibi etkenler, somatik hücre sayısında değişimlere neden olabilir. Çalışmada log<sub>10</sub> somatik hücre sayısı Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırklarında sırasıyla 4.49±0.079 hücre ml<sup>-1</sup>, 4.40±0.091 hücre ml<sup>-1</sup> ve 4.20±0.111 hücre ml<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Şanlıurfa, Erzurum, Samsun, Elazığ ve Malatya illerinde çiğ süt örneklerindeki log<sub>10</sub> somatik hücre sayısı sırasıyla 6.25 hücre ml<sup>-1</sup>; 6.83 hücre ml<sup>-1</sup>; 6.60 hücre ml<sup>-1</sup>; 6.04 hücre ml<sup>-1</sup> ve 6.09 hücre ml<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Patır ve ark., 2010). Ortalama log<sub>10</sub> SHS değerini Çoban ve ark. (2007) 5.73±0.39 hücre ml<sup>-1</sup>, Diler ve Baran (2014) 5.43±0.05 hücre ml<sup>-1</sup> ve Kaygısız (2012) 5.015±0.030 hücre ml<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada SHS ortalaması gerek AB normları açısından ve gerekse daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. SHS'nin düşük olması da yine ineklerin çoğunluğunun ilk laktasyonda olmaları ile açıklanabilir. SHS'nin düşük bulunmuş olması da süt kalitesi açısından önemli bir bulgudur.

Süt SAA seviyesi ile SHS arasındaki korelasyon Kırmızı Alaca (P=0.03) ve Siyah Alaca ırklarında (P=0.055) önemli, Simental ırkında ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4-6). SHS ile Log SHS arasındaki korelasyonların çok önemli bulunması zaten beklenen bir durumdur. Bunun dışında kalan özellikler arasındaki korelasyonlar tüm ırklarda önemsiz bulunmuştur.



Çizelge 2. Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental Sığır ırkına ait tanımlayıcı bilgiler

Table 2. Descriptive information for Holstein cattle, Red Holstein, Simmental breed

| Değişken              | N  | X±Sx          | % 95 Güven sınırı | Min-Max       | CV     |
|-----------------------|----|---------------|-------------------|---------------|--------|
| <b>Siyah Alaca</b>    |    |               |                   |               |        |
| pH                    | 53 | 6.62±0.017    | 6.58-6.65         | 5.99-6.85     | 1.92   |
| Eİ                    | 53 | 3.58±0.050    | 3.48-3.68         | 3.16-5.69     | 10.22  |
| SAA-Abs               | 53 | 0.347±0.030   | 0.287-0.407       | 0.091-0.942   | 63.06  |
| SAA-ng/mL             | 53 | 343.80±26.40  | 290.82-396.79     | 110.09-781.46 | 55.91  |
| SHS                   | 53 | 92000±28609.2 | 34591-149408      | 3000-1221000  | 226.39 |
| Log <sub>10</sub> SHS | 53 | 4.49±0.079    | 4.34-4.65         | 3.48-6.09     | 12.73  |
| <b>Kırmızı Alaca</b>  |    |               |                   |               |        |
| pH                    | 23 | 6.67±0.016    | 6.64-6.70         | 6.54-6.87     | 1.15   |
| Eİ                    | 23 | 3.65±0.071    | 3.51-3.80         | 3.06-4.29     | 9.28   |
| SAA-Abs               | 23 | 0.418±0.0056  | 0.302-0.534       | 0.110-1.142   | 64.18  |
| SAA-ng/mL             | 23 | 286.20±24.520 | 235.35-337.05     | 160.09-606.91 | 41.09  |
| SHS                   | 23 | 40826±8526.8  | 23142-58510       | 6000-121000   | 100.16 |
| Log <sub>10</sub> SHS | 23 | 4.40±0.091    | 4.21-4.59         | 3.78-5.08     | 9.94   |
| <b>Simental</b>       |    |               |                   |               |        |
| pH                    | 17 | 6.58±0.084    | 6.37-6.73         | 5.28-6.81     | 5.30   |
| Eİ                    | 17 | 1.21±0.019    | 1.17-1.25         | 1.09-1.38     | 6.57   |
| SAA-Abs               | 17 | 349.8±43.86   | 256.79-442.75     | 160.09-677.82 | 51.70  |
| SAA-ng/mL             | 17 | 479.85±76.79  | 317.07-643.63     | 90.55-1142.36 | 65.98  |
| SHS                   | 17 | 31.35±14.121  | 1.42-61.29        | 3.00-252.00   | 185.70 |
| Log <sub>10</sub> SHS | 17 | 4.20±0.111    | 3.97-4.44         | 3.47-5.40     | 10.84  |

Çizelge 3. Irklara ait medyan değerleri (non-parametrik analiz)

Table 3. Median values of breeds (non-parametric analysis)

|                       | Kırmızı Alaca (23) | Simental (17) | Siyah Alaca (53) | P     |
|-----------------------|--------------------|---------------|------------------|-------|
| pH                    | 6.665              | 6.655         | 6.625            | 0.188 |
| Eİ                    | 3.645              | 3.515         | 3.540            | 0.290 |
| SAA                   | 0.344              | 0.294         | 0.251            | 0.389 |
| SHS                   | 4.255              | 4.230         | 4.380            | 0.186 |
| Log <sub>10</sub> SHS | 18000              | 17000         | 24000            | 0.186 |

Çizelge 4 Siyah Alaca ırkında süt bileşenleri arasındaki korelasyonlar

Table 4. Correlations between milk components in the Holstein breed

| Özellikler              | pH               | Eİ               | SAA                            | Ng/MI            | SHS                               |
|-------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Eİ                      | 0.151<br>P=0.28  |                  |                                |                  |                                   |
| SAA-Abs                 | -0.128<br>P=0.36 | -0.066<br>P=0.64 |                                |                  |                                   |
| SAA- ngmL <sup>-1</sup> | -0.007<br>P=0.96 | -0.038<br>P=0.79 | 0.033<br>P=0.81                |                  |                                   |
| SHS                     | -0.180<br>P=0.20 | -0.024<br>P=0.87 | <b>0.265</b><br><b>P=0.055</b> | -0.207<br>P=0.14 |                                   |
| Log <sub>10</sub> SHS   | 0.090<br>P=0.52  | 0.099<br>P=0.48  | 0.100<br>P=0.48                | -0.051<br>P=0.72 | <b>0.764**</b><br><b>P=0.0001</b> |

\*\*P&lt;0.01.

## Çizelge 5. Kırmızı Alaca ırkında süt bileşenleri arasındaki korelasyonlar

Table 5. Correlations between milk components in the Red Holstein breed

| Özellikler              | pH               | Eİ                  | SAA                    | Ng/MI          | SHS                       |
|-------------------------|------------------|---------------------|------------------------|----------------|---------------------------|
| Eİ                      | 0.086<br>P=0.70  |                     |                        |                |                           |
| SAA-Abs                 | 0.293<br>P=0.17  | 0.324<br>P=0.13     |                        |                |                           |
| SAA- ngmL <sup>-1</sup> | -0.125<br>P=0.57 | -0.512<br>P=0.0124* | -0.27<br>P=0.20        |                |                           |
| SHS                     | -0.061<br>P=0.78 | -0.375<br>P=0.078   | <b>0.43</b><br>P=0.03* | -0.010<br>0.96 |                           |
| Log <sub>10</sub> SHS   | -0.094<br>P=0.67 | -0.323<br>P=0.13    | 0.309<br>P=0.14        | 0.057<br>0.79  | <b>0.78</b><br>P=0.0001** |

\*P&lt;0.05, \*\*P&lt;0.01.

## Çizelge 6. Simental ırkında süt bileşenleri arasındaki korelasyonlar

Table 6. Correlations between milk components in the Simmental breed

| Özellikler              | pH               | Eİ               | SAA              | Ng/MI          | SHS                        |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------------------|
| Eİ                      | 0.378<br>P=0.07  |                  |                  |                |                            |
| SAA-Abs                 | 0.034<br>P=0.87  | -0.203<br>P=0.34 |                  |                |                            |
| SAA- ngmL <sup>-1</sup> | -0.316<br>P=0.13 | -0.234<br>P=0.27 | -0.242<br>P=0.27 |                |                            |
| SHS                     | 0.108<br>P=0.62  | 0.011<br>P=0.96  | -0.002<br>P=0.99 | 0.027<br>0.90  |                            |
| Log <sub>10</sub> SHS   | -0.069<br>P=0.75 | 0.125<br>P=0.56  | 0.029<br>P=0.89  | 0.0108<br>0.96 | <b>0.954</b><br>P=0.0001** |

\*\*P&lt;0.01.

Yapılan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre ele alınan özelliklerin SHS gruplarına göre değişimi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7). Yapılan Kruskal-Wallis testi sonuçlarına göre ise ele alınan özelliklerin ırklara göre değişimi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 8).

## Çizelge 7. SHS gruplarına göre karşılaştırmalar

Table 7. Comparisons for SCC groups

| Değişkenler (Variables) | N  | Medyan (Q1-Q3)(IQR) (Median)    | P       |
|-------------------------|----|---------------------------------|---------|
| SAA                     | 80 | 0.289 (0.192-0.482)(0.29)       | 0.441   |
| (SAA-Abs)               | 13 | 0.366 (0.175-0.622) (0.45)      |         |
| pH                      | 80 | 6.645 (6.585-6.694) (0.11)      | 0.661   |
|                         | 13 | 6.665 (6.593-6.705) (0.11)      |         |
| Eİ                      | 80 | 3.540 (3.385-3.721) (0.34)      | 0.610   |
|                         | 13 | 3.595 (3.213-3.78) (0.57)       |         |
| Log <sub>10</sub> SHS   | 80 | 4.230 (4.079-4.532) (0.45)      | 0.000** |
|                         | 13 | 5.248 (5.064-5.713) (0.65)      |         |
| SAA- ngmL <sup>-1</sup> | 80 | 299.636(188.955-489.523) 300.57 | 0.740   |
|                         | 13 | 250.546(193.727-515.773) 322.05 |         |
| SHS                     | 80 | 17000 (12000-34000) 22000       | 0.000** |
|                         | 13 | 177000(116000-532000)416000     |         |

\*\*P&lt;0.01.

## Çizelge 8. Irklara göre karşılaştırmalar

Table 8. Comparisons for breeds

| Değişkenler (Variables) | N             | Medyan (Q1-Q3)(IQR) (Median) | P                              |
|-------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------------|
| SAA (SAA-Abs)           | Kırmızı Alaca | 23                           | 0.344 (0.250-0.517)(0.27)      |
|                         | Simental      | 17                           | 0.294 (0.219-0.466) (0.25)     |
|                         | Siyah Alaca   | 53                           | 0.251 (0.167-0.544) (0.38)     |
| pH                      | Kırmızı Alaca | 23                           | 6.665 (6.615-6.725) (0.11)     |
|                         | Simental      | 17                           | 6.655 (6.510-6.698) (0.19)     |
|                         | Siyah Alaca   | 53                           | 6.625 (6.585-6.683) (0.10)     |
| Eİ                      | Kırmızı Alaca | 23                           | 3.645 (3.425-3.860) (0.44)     |
|                         | Simental      | 17                           | 3.515 (3.363-3.360) (0.24)     |
|                         | Siyah Alaca   | 53                           | 3.540 (3.378-3.718) (0.34)     |
| Log <sub>10</sub> SHS   | Kırmızı Alaca | 23                           | 4.255 (4.08-4.90) (0.82)       |
|                         | Simental      | 17                           | 4.230 (3.991-4.363) (0.37)     |
|                         | Siyah Alaca   | 53                           | 4.380 (4.114-4.771) (0.66)     |
| SHS                     | Kırmızı Alaca | 23                           | 17000 (10.000-23.500) (67.000) |
|                         | Simental      | 17                           | 17000 (12.000-19.000) (13.500) |
|                         | Siyah Alaca   | 53                           | 24000 (13.000-59.000) (46.000) |

Bu çalışmada, ineklerden alınan süt örneklerinde SAA ortalama düzeyleri Siyah Alaca ırkında  $343.80 \pm 26.40$  ng ml<sup>-1</sup>, Kırmızı Alaca ırkında  $286.20 \pm 24.520$  ng ml<sup>-1</sup>; Simental ırkında ise  $479.85 \pm 76.79$  ng ml<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Ayrıca Süt SAA seviyesi ile SHS arasındaki korelasyon Siyah Alaca ırkında (P=0.055) ve Kırmızı Alaca ırkında (P=0.03) önemli, Simental ırkında ise önemsiz bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda, subklinik mastitisli ineklerde Amiloid A'nın sütteki değerinin sağlıklı olanlara göre (sırasıyla  $3600.5$  ve  $790.2$  ng mL<sup>-1</sup>) anlamlı olarak daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, her iki grup arasında SAA seviyelerinde (sırasıyla  $2.72$  ve  $2.68$  ng mL<sup>-1</sup>) anlamlı bir fark olduğu da gözlemlenmiştir (Bochniarz ve ark., 2018). Thomas ve ark. (2015) yaptığı bir çalışmada ise mastitis tespiti için ortalama bazal SAA konsantrasyonunun  $0.96$  µg ml<sup>-1</sup> olarak belirlendiği bildirilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda, kronik subklinik mastitisli ineklerin, sağlıklı kontrol inekleri ile karşılaştırılmasında, farklı meme bölgelerindeki süt konsantrasyonlarında önemli bir amiloid A farkını gözlemlenmiş, ayrıca SAA değerlerinin  $0.9$  mg l<sup>-1</sup> altındaki seviyelerin sağlıklı meme bölgelerinin iyi bir göstergesi olduğu değerlendirilmiştir (Gronlund ve ark., 2003; 2005). SAA, inek, at ve koyun dâhil olmak üzere farklı türlerin sütünde tanımlanmış olup, meme epitel hücreleri tarafından üretilen proteinin bu formu, kolostrumda bol miktarda bulunmaktadır. Bununla birlikte, sağlıklı hayvanlardan elde edilen sütte SAA seviyeleri daha düşüktür (Jacobsen ve ark., 2005).

Bu araştırma bulgularına benzer olarak, Åkerstedt ve ark. (2007) ise ineklerde gerek meme çeyreklerinden alınan süt örneklerinde ve gerekse tanklardan alınan süt örneklerinde SHS ve SAA arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu, Jaeger ve ark. (2017) SHS ve SAA-ELISA arasında test doğruluğu açısından anlamlı bir fark tespit edilemediğini, her iki testinde eşit derecede önemli spesifik olmayan mastitis göstergeleri olduğunu, Evkuran Dal ve ark. (2019) SHS ve SAA ölçümlerinin aslında meme dokusu inflamasyonunu tespit etmede benzer sonuçlar verdiğini, hatta SAA ölçümlerinin çok daha duyarlı sonuçlar verdiğini, Düz ve ark. (2021) ise SAA test verilerinin Eİ ve pH ölçümlerine göre SHS ile ilişkisinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Taze sütün pH değeri genellikle  $6.6-6.8$  olup bu değerden sapmalar bazı belirtileri ortaya çıkarabilir. Örneğin, normal süte göre, kolostrum adı verilen ilk sütün pH değeri (pH = 6) daha düşüktür. Laktasyon süresi sonunda ise sütün pH değeri genellikle biraz yükselir. Mastitisli olan ineklerde ise sütün pH değeri yükselerek  $7.5$  seviyelerine ulaşabilir. Bu sütlerin protein ve bazı tuz oranları, sağlıklı süttten farklı olabilir (Van Den Berg, 1988). Bu nedenle, pH değeri sütün kalitesini değerlendirmede önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Özellikler bakımından ırkların karşılaştırıldığı parametrik analizlerde süt örneklerinin ortalama pH değerleri; Siyah Alaca ırkında  $6.62 \pm 0.017$ , Kırmızı Alaca ırkında  $6.67 \pm 0.016$ , Simental ırkında ise  $6.58 \pm 0.084$  olarak tespit edilmiştir. Irklar arasından pH

değerleri bakımından farklılık belirlenmemiştir. Çalışmada analiz edilen süt örnekleri literatürde bildirilen sağlıklı süt pH değerleriyle örtüşmektedir.

Çiğ süt sıcaklığıyla doğrusal bir ilişki bulunan (Špauskas ve ark., 2006) Eİ değerleri üzerine, mastitisin yanı sıra ırk, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi, meme lobu, sağım aralığı, sütün bileşimi, günlük değişimler, kızgınlık, hastalıklar, beslenme düzeyi ve işletmeye ait faktörlerin etkisi olduğu belirtilmektedir (Nielen ve ark., 1992; Norberg, 2005; Špauskas ve ark., 2006). Qayyum ve ark. (2016), sütün daha yüksek elektrik iletkenliği ve pH'ya sahip olmasını enfekte sütteki mineral içeriğindeki değişikliğin ve daha yüksek lökosit sayısının neden olduğu mastitiden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Sağlıklı ineklere ait sütlerin 25 °C'deki Eİ değerleri 4-5.5 mS cm<sup>-1</sup> olarak bildirilirken, 6.0 mS cm<sup>-1</sup>'nin üzerindeki değerler, meme bezlerinde patolojik oluşumları akla getirmektedir (Nielen ve ark., 1992; Špauskas ve ark., 2006).

Çalışmada Eİ değerleri Siyah Alaca ırkında 3.58±0.050 mS cm<sup>-1</sup>, Kırmızı Alaca ırkında 3.65±0.071 mS cm<sup>-1</sup>, Simental ırkında ise 1.21±0.019 mS cm<sup>-1</sup> tespit edilmiştir. Tespit edilen değerler literatürde bildirilen sağlıklı sütteki iletkenlik değerlerinin altında bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik bakımından ırkların karşılaştırılmasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma da SHS değerlerinin yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulara göre daha düşük olarak tespit edilmiş olması süt kalitesi hakkında önemli bir sonuç olmuştur. Ayrıca ırklarda elde edilen süt parametreleri, Siyah Alaca ırkının yanısıra Kırmızı Alaca ve Simental ırklarının da bölgede başarı ile yetiştirilebileceğini göstermektedir. SAA süte spesifik olması nedeniyle tanıda yüksek doğruluk oranına sahip olduğu düşünülmektedir. Çalışmada SAA seviyesi ile SHS arasındaki korelasyon Siyah Alaca ırklarında ve Kırmızı Alaca önemli düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar, SAA'nin subklinik mastitisi belirlemede öne çıkabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple SAA ölçümlerinin stabil bir biyobelirteç olduğunun tespiti için daha büyük ölçekli işletmelerde örnek sayısını ve diğer parametreleride içine alan çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak, SHS düzeyleri süt sığırlarında subklinik mastitisin teşhisinde ve tedavinin etkinliğinin izlenmesinde değerli bir parametre olması yanı sıra SAA'nin süte özgü olması ve bu nedenle mastitis tanısında hassas ve güvenilir bir biyobelirteç olabileceği de düşünülmektedir. Elektriksel iletkenlik ve pH yöntemi daha az iş gücü daha kısa sürede sonuç vermesi, gıda maddelerinin, özellikle süt ve ürünlerinin kalitesinin takibi için çok önemli bazı avantajlara sahiptir. Bunun yanında Eİ ve pH sonuçlarının, Siyah Alaca, Kırmızı Alaca ve Simental ırklarının süt kalitesi açısından inceleyecek parametreler olduğu fakat mastitisi belirlemede bir etkisi olmadığı ortaya konulmuştur. Eİ ve pH ölçümleri için her ne kadar cihazlar gerekli olsada kullanım süresi içinde analiz başına düşen maliyet oranının azaldığı ve analiz süresinden yüksek tasarruf sağlandığı düşünülürse süt kalitesi için değerlendirilmede büyük işletmeler için kullanımı önerilebilir.

## TEŞEKKÜR

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

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## ETİK ONAY BEYANI

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

## KAYNAKLAR

- Åkerstedt, M., Waller, K.P., & Sternesjö, Å. (2007). Haptoglobin and serum amyloid A in relation to the somatic cell count in quarter, cow composite and bulk tank milk samples. *Journal of Dairy Research*, 74 (2), 198-203. <https://doi.org/10.1017/S0022029906002305>
- Anonim (2000). Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. 14/2/2000 tarihli ve 23964 sayılı Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/23964.pdf> (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- Anonim (2011). Deneysel ve Diğer Bilimsel Amaçlar İçin Kullanılan Hayvanların Refah ve Korunmasına Dair Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111213-4.htm> (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- Anonim (2012). De Laval Somatik Hücre Ölçüm Cihazı DCC. <http://www.delaval.com.tr/Products/Milking/Cell-counter-DCC/default.htm> (Erişim tarihi: 15.10.2023).
- Anonymous (2004). Commission Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. *Official Journal of the European Union*, 139, 55-205.
- Bandyopadhyay, S., Samanta, I., Bhattacharyya, D., Nanda, P.K., Kar, D., Chowdhury, J., Dandapat, P., Das, A.K., Batul, N., Mondal, B., Dutta, T.K., Das, G., Das, B.C., Naskar, S., Bandyopadhyay, U.K., Das, S.C., & Bandyopadhyay, S. (2015) Co-infection of methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and extended spectrum  $\beta$ -lactamase producing *Escherichia coli* in bovine mastitis - Three cases reported from India. *Veterinary Quarterly*, 35 (1), 56-61. <https://doi.org/10.1080/01652176.2014.984365>
- Bochniarz, M., Zdzisińska, B., Wawron, W., Szczubiał, M., & Dąbrowski, R. (2017). Milk and serum IL-4, IL-6, IL-10, and amyloid A concentrations in cows with subclinical mastitis caused by coagulase-negative staphylococci. *Journal of Dairy Science*, 100 (12), 9674-9680. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13552>
- Çoban, Ö., Sabuncuoğlu, N., & Tüzemen, N (2007). Siyah Alaca ve Esmer ineklerde somatik hücre sayısına çeşitli faktörlerin etkisi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 47 (1), 15-20.
- de Vliegher, S., Fox, L.K., Piepers, S., McDougall, S., & Barkema, H.W. (2012) Invited review: Mastitis in dairy heifers: nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *Journal of Dairy Science*, 95 (3), 1025-1040. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4074>
- Deveci, H., Apaydın, A.M., Kalkan, C., & Öcal, H. (1994). *Evcil hayvanlarda meme hastalıkları*. Fırat Üniversitesi Basımevi, 1. Baskı, Elazığ.
- Diler, A.A., & Baran, A. (2014) Erzurum'un Hınıs ilçesi çevresindeki küçük ölçekli işletme tank sütlerinden alınan çiğ süt örneklerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Alın Teri Ziraat Bilimler Dergisi*, 26 (1), 18-24.
- Düz, M., Doğan, Y.N., & Doğan, İ. (2021). İnek sütlerinde somatik hücre sayısı ile süt amiloid A, elektriksel iletkenlik ve pH arasındaki ilişkiler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2), 457-463. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogan.vi.748069>
- Eckersall, P.D., Young, F.J., McComb, C., Hogarth, C.J., Safi, S., Weber, A., McDonald, T., Nolan, A.M., & Fitzpatrick, J.L. (2001). Acute phase proteins in serum and milk from dairy cows with clinical mastitis. *Veterinary Record*, 148 (2), 35-41. <https://doi.org/10.1136/vr.148.2.35>
- Evkuran Dal, G., Sabuncu, A., Aktaran Bala, D., Enginler, S.Ö., Çetin, A.C., Çelik, B., & Koçak, Ö. (2019). Evaluation of intramammary platelet concentrate efficacy as a subclinical mastitis treatment in dairy cows based on somatic cell count and milk amyloid A levels. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25 (3), 357-363. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2018.20982>
- Feng, L., Yuxia, C., Zichen, W., Zipeng, L., Ahmad, M.J., Ming, L., Tengyun, G., & Shenhe, L. (2020). The effect of exogenous melatonin on milk somatic cell count in buffalo. *Pakistan Veterinary Journal*, 41, 152-155. <http://dx.doi.org/10.29261/pakvetj/2020.074>

- Grönlund, U., Hallen Sandgren, C., & Persson Waller, K. (2005). Haptoglobin and serum amyloid A in milk from dairy cows with chronic subclinical mastitis. *Veterinary Research*, 36, 191-198. <https://doi.org/10.1051/vetres:2004063>
- Grönlund, U., Hultén, C., Eckersall, P.D., Hogarth, C., & Waller, K.P. (2003). Haptoglobin and serum amyloid A in milk and serum during acute and chronic experimentally induced *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Research*, 70 (4), 379-386. <https://doi.org/10.1017/s0022029903006484>
- Haque M.E. (2014). Rapid detection of subclinical mastitis in dairy cow. *Journal Fisheries & Livestock Production*, 3, 128. <https://doi.org/10.4172/2332-2608.100012>
- Hussein, H.A., Razik, K.H., Gomaa, A.M., Elbayoumy, M.K., Abdelrahman, K.A., & Hosein, H.I. (2018). Milk amyloid A as a biomarker for diagnosis of subclinical mastitis in cattle. *Veterinary World*, 11 (1), 34-41. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.34-41>
- Ibrahim, H.M.M., Ahmed, A.M., El-seedy, Y.Y., & El-Khodery S.A. (2015). Distribution of multidrug-resistant gram-negative bacteria causing clinical mastitis in dairy cows. *Global Veterinary*, 15, 268-277. <https://doi.org/10.5829/idosi.gv.2015.15.03.1012>
- ICAR (2022). Section 2 - Guidelines for Dairy Cattle Milk Recording Section 2 – Cattle Milk Recording. <https://www.icar.org/Guidelines/02-Overview-Cattle-Milk-Recording.pdf>
- Jacobsen, S., Niewold, T.A., Kornalijnslijper, E., Toussaint, M.J.M., & Gruys, E. (2005) Kinetics of local and systemic isoforms of serum amyloid A in bovine mastitic milk. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 104 (1-2), 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2004.09.031>
- Jaeger, S., Virchow, F., Torgerson, P.R., Bischoff, M., Biner, B., Hartnack, S., & Rüegg, S.R. (2017). Test characteristics of milk amyloid A ELISA, somatic cell count, and bacteriological culture for detection of intramammary pathogens that cause subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 100 (9), 7419-7426. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12446>
- Jayaraman, S., Gantz, D.L., Haupt, C., & Gursky, O. (2017). Serum amyloid A forms stable oligomers that disrupt vesicles at lysosomal pH and contribute to the pathogenesis of reactive amyloidosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 114 (32), E6507-E6515. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707120114>
- Kadariya, J., Smith, T.C., & Thapaliya, D. (2014). *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food - Borne disease: an ongoing challenge in public health. *BioMed Research International*, 827965. <https://doi.org/10.1155/2014/827965>
- Kalmus, P., Simojoki, H., Pyörälä, S., Taponen, S., Holopainen, J., & Orro, T. (2013). Milk haptoglobin, milk amyloid A, and N-acetyl- $\beta$ -d-glucosaminidase activity in bovines with naturally occurring clinical mastitis diagnosed with a quantitative PCR test. *Journal of Dairy Science*, 96 (6), 3662-3670. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6177>
- Kaşıkcı, G., Çetin, O., Bingöl, E.B., & Gündüz, M.C. (2012). Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 36, 49-55. <https://doi.org/10.3906/vet-1103-4>
- Kaygısız, A. (2023). The effect of somatic cell count and milk urea nitrogen on milk composition in Brown Swiss Cows. *Journal of Animal Science and Economics*, 2 (1), 1-6. <https://doi.org/10.5152/JASE.2023.1158853>
- Kaygısız, A., & Şahin, O. (2023). Bazı sütçü sığır ırklarında somatik hücre sayısı (SHS) ve süt üre nitrojen (MUN) seviyesinin süt verimi ve bileşimine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 290-307. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1220523>
- Kaygısız, A., & Karnak, İ. (2012). Kahramanmaraş'ta süt sığırları işlemlerinden toplanan çiğ süt örneklerinin somatik hücre sayısının AB normları ve subklinik mastitis bakımından değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 15 (1), 9-15. <https://doi.org/10.18016/ksujns.31645>



- Keefe, G. (2012). Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 28 (2), 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.010>
- Kumar, N., Manimaran, A., Kumaresan, A., Jeyakumar, S., Sreela, L., Mooventhana, P., & Sivaram, M. (2017) Mastitis effects on reproductive performance in dairy cattle: A review. *Tropical Animal Health and Production*, 49 (4), 663-673. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1253-4>
- Metin, M. (1998). *Süt teknolojisi-sütün bileşimi ve işlenmesi*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, İzmir.
- Milci, S., & Yaygın, H. (2004). Elektrik iletkenliği ölçüm tekniğinin süt teknolojisindeki uygulama alanları. *Akademik Gıda*, 2 (5), 24-28.
- Navaneethan, R., Saravanan, S., & Suresh, P. (2023). Causal association of epidemiological factors with the incidence of bovine clinical and subclinical mastitis. *Indian Journal of Animal Health*, 62 (1), 1-8.
- Nazifi, S., Khoshvaghti, A., & Gheisari, H.R. (2008). Evaluation of serum and milk amyloid A in some inflammatory diseases of cattle. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 9, 222-226.
- Nielen, M., Deluyker, H., Schukken, Y.H., & Brand, A. (1992). Electrical conductivity of milk: measurement, modifiers, and meta analysis of mastitis detection performance. *Journal of Dairy Science*, 75, 606-614. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77798-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77798-4)
- Nielen, M., Schukken, Y.H., Van De Broek, J., Brand, A., Deluyker, H.A., & Maatje, K. (1993). Relations between on-line electrical conductivity and daily milk production on a low somatic cell count farm. *Journal of Dairy Science*, 76, 2589-2596. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77593-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77593-1)
- Norberg, E. (2005). Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 96, 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.12.014>
- Orhan, H., Efe, E., & Şahin, M. (2004). *SAS yazılımı ile istatistiksel analizler*. Tuğra Ofset, Isparta, 139.
- Patır, B., Can, Ö.P., & Gürses, M. (2010). Farklı illerden toplanan çiğ inek sütlerinde somatik hücre sayıları. *Fırat University Medical Journal of Health Sciences*, 24, 87-91.
- Prabhu, K.N., Isloor, S., Hegde, R., Rathnamma, D., Veeregowda, B.M., Narasimha, M.H.N., Shome, R., & Suryanarayana, V.V.S. (2013). Development of polymerase chain reaction for detection of predominant streptococcal isolates causing subclinical bovine mastitis. *Indian Journal of Biotechnology*, 12, 208-212. <http://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/19275>
- Qayyum, A., Khan, J.A., Hussain, R., Avais, M., Ahmad, N., & Khan, M.S. (2016). Investigation of milk and blood serum biochemical profile as an indicator of sub-clinical mastitis in cholistani cattle. *Pakistan Veterinary Journal*, 36, 275-279.
- Sack, G.H. (2018). Serum Amyloid A – A review. *Molecular Medicine*, 24 (1), 46. <https://doi.org/10.1186/s10020-018-0047-0>
- Sadek, K., Saleh, E., & Ayoub, M. (2017). Selective, reliable blood and milk bio-markers for diagnosing clinical and subclinical bovine mastitis. *Tropical Animal Health and Production*, 49 (2), 431-437. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1190-7>
- Safi, S., Khoshvaghti, A., Jafarzadeh, S.R., Bolourchi, M., & Nowrouzian, I. (2009). Acute phase proteins in the diagnosis of bovine subclinical mastitis. *Veterinary Clinical Pathology*, 38 (4), 471-476. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2009.00156.x>
- Saldamlı, İ., & Erdem, K.Y. (1988). Süte su katma yolu ile yapılan hilelerin saptanmasında örneğin mayalar, genellikle iyonize olmayan metabolitler elektriksel iletkenlik yönteminin kullanılabilirliği. *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 12 (3), 409-420.
- Seegers, H., Fourichon, C., & Beaudeau, F. (2003). Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*, 34, 475-491. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003027>

- Sharma, N., Gautam, A., Upadhyay, S.R., Hussain, K., Soodan, J.S., & Gupta, S.K. (2007). Role of antioxidants in udder health: A review. *Indian Journal of Field Veterinarians*, 8 (2), 284-295.
- Singh, M., Sharma, A., Sharma, R., Mittal, D., Yadav, P., & Charaya, G. (2015). Estimation of acute phase proteins as early biomarkers of buffalo subclinical mastitis. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (12), 894-902. <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.894.902>
- Skrzypek, R., Wójtowski, J., & Fahr, R.D. (2004). Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk-A case study from Poland. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 51, 127-131. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2004.00611.x>
- Špauskas, V., Klimiene, I., & Matusevičius, A. (2006). A comparison of indirect methods for diagnosis of subclinical mastitis in lactating dairy cows. *Veterinarski Arhiv*, 76 (2), 101-109.
- Szczubiał, M., Dabrowski, R., Kankofer, M., Bochniarz, M., & Komar, M. (2012). Concentration of serum amyloid A and ceruloplasmin activity in milk from cows with subclinical mastitis caused by different pathogens. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 15, 291-296. <https://doi.org/10.2478/v10181-011-0149-x>
- Torres-Neira, O.L., Gonzalez-Torres, Y.O., Perez-Rubiano, C.C., Martinez-Martinez, M.I., Nausa-Patino, Y.D., & Mora-Parada, J.M. (2020). Evaluation of the physicochemical, hygienic and microbiological quality of milk in a collection center in Boyaca-Colombia. *Revista Científica-Facultad De Ciencias Veterinarias*, 30 (2), 75-81.
- Van Den Berg, J.C.T. (1988). *Dairy technology in the tropics and subtropics*. Pudoc. Wageningen, Netherlands, 290.
- Vasil, M., Elecko, J., Farkašová, Z., & Zigo F. (2012). Diagnostic importance of the concentration of milk amyloid A in quarter milk samples from dairy cows with mastitis. *Acta Veterinaria Brunensis*, 81, 133-138. <https://doi.org/10.2754/avb201281020133>
- Yörükoğlu, A.B. (2019). İzmir’de yüksek kapasiteli bazı süt işleme tesislerine gelen inek sütlerinin bileşimi ve kalitesi ile bunların mevsim ve yöreye göre değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 81 s.

## Comparative analysis of fatty acid profiles, phytochemical and mineral contents of pepper spice types in Türkiye

Türkiye'deki biber baharat tiplerinin yağ asidi profilleri, fitokimyasal ve mineral madde içeriklerinin karşılaştırmalı analizi

Ümit Haydar EROL<sup>1</sup>, Pınar GÜMÜŞ<sup>2</sup>, Bekir Bülent ARPACI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık University, Advanced Technology Application and Research Centre, Kilis, Türkiye.

<sup>2</sup>Kilis 7 Aralık University, Yusuf Serefoğlu Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Kilis, Türkiye.

<sup>3</sup>Kilis 7 Aralık University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kilis, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ABSTRACT  |
|--|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 02.10.2023<br/>Accepted / Kabul: 21.11.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Pepper spice types<br/>Fatty acids<br/>Pungency<br/>Minerals<br/>Phytochemicals</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Biber baharat türleri<br/>Yağ asitleri<br/>Acılık<br/>Mineraller<br/>Fitokimyasallar</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Umit Haydar EROL<br/>umith.erol@kilis.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Peppers are significant crops frequently used in cooking or as spice. Numerous phytochemicals, including capsaicinoids, phenolics, and carotenoids are found in peppers. Capsaicinoids are responsible for the distinctively pungent flavor. A comparative study of the proximate, mineral, fatty acid composition, and phytochemical components of 15 types of pepper spices (1 Isot Pepper Flake, 4 Chili Powders, and 10 Chili Pepper Flakes) were investigated. Analysis of the proximate composition included moisture content (6.54-19.49%), ash content (6.53-22.48%) and acid insoluble ash content (0.41-1.12%). Total phenolic content ranged from 9.72 to 20.05 mg GAE g<sup>-1</sup>. The lowest and highest capsaicinoid content were found in S15 (10247.6 Scoville Heat Unit (SHU)) and S9 (38861.7 SHU) samples, respectively. Total carotenoid content ranged from 739.8-1941.7 mg kg<sup>-1</sup>. Phytochemical analyses revealed that these spices are high in phytonutrients such as carotenoid and capsaicinoid. Mineral elements such as calcium, magnesium, potassium, copper, iron, manganese, and sodium were also present in the spices, which are essential for human nutrition.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Biber, yemeklerde veya baharat olarak sıklıkla kullanılan önemli bir üründür. Biberlerde kapsaisinoidler, fenolikler ve karotenoidler de dahil olmak üzere çok sayıda fitokimyasal bulunmaktadır. Kapsaisinoidler, belirgin acı tat özelliğinden sorumludurlar. Bu çalışmada, 15 çeşit biber baharatının (1 İsoot, 4 Toz Biber ve 10 Pul Biber) proksimat, mineral, yağ asidi kompozisyonu ve fitokimyasal bileşenleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Proksimat bileşimi analizi şunları ortaya koymuştur: nem (%6.54-19.49), kül (%6.53-22.48) ve asitte çözünmeyen kül (%0.41-1.12). Toplam fenolik madde içeriği 9.72 ile 20.05 mg GAE g<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En düşük ve en yüksek kapsaisinoid içeriği sırasıyla S15 (10247.6 SHU) ve S9 (38861.7 SHU) örneklerinde bulunmuştur. Toplam karotenoid içeriğinin 739.8-1941.7 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Fitokimyasal analizler, bu baharatların karotenoid ve kapsaisinoid gibi fitokimyasallar bakımından zengin olduğunu ortaya koymuştur. Baharatlarda insan beslenmesi için gerekli olan kalsiyum, magnezyum, potasyum, bakır, demir, mangan ve sodyum gibi mineral elementler de mevcut olarak bulunmuştur.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>   | Erol, U.H., Gumus, P., & Arpaci, B.B. (2024). Comparative analysis of fatty acid profiles, phytochemical and mineral content of pepper spice types in Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 133-147. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1369509">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1369509</a>   |

## INTRODUCTION

Pepper is a member of the *Solanaceae* family and belongs to the genus *Capsicum*. Peppers (*Capsicum annuum* L.), grown around the world, are very popular and crucial to the consumers, producers, and processing industries. Along with Mexico, peppers are also widely grown in China, Türkiye, and other countries. According to the 2021 data presented by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, the total production of various pepper varieties amounted to 36 million and 286 thousand tons. In this production, China ranked first with 16 million and 721 thousand tons, while Türkiye ranked second with 3 million and 91 thousand tons, and Indonesia ranked third with a production of 2 million and 747 thousand tons (FAOSTAT, 2021). Mexico and Spain occupied the fourth and fifth positions, respectively. Pepper is one of the main elements in most cuisines throughout the world and one of the most extensively produced spices in the world. As an important agricultural crop, pepper has a distinctive color, flavor, and aroma, as well as economic and nutritional value. It is also one of the most significant sources of essential nutrients, including protein, oil, dietary fiber, and fat-soluble vitamins. Researchers highlight the antibacterial, anti-cancerogenic, and antioxidant properties of their bioactive and functional components (Kim et al., 2018; Romero-Luna et al., 2023). Isot is the name of the most well-known pepper variety grown in Anatolia's South East region. Isot pepper is often consumed in powder form after being dried (Minguez-Mosquera et al., 1994; Koc et al., 2008).

Peppers (*Capsicum* spp.) are considered to have a high nutritional value containing phytochemicals. They can be consumed fresh, canned, roasted, or dried as a spice. Phytochemicals such as carotenoids, capsaicinoids, flavonoids, ascorbic acids, anthocyanins, vitamins, phenolic acids, and tocopherols are abundant in peppers. These substances are known to prevent inflammatory diseases caused by oxidative damage to preserve good health. Capsaicinoids are the constituents in peppers that are responsible for pungency. Scoville heat units (SHU), which are based on the concentrations of capsaicinoid chemicals in the fruit, are used to describe the level of pungency (Kim et al., 2019; Carvalho Lemos et al., 2019; Atalay & Inanc, 2020).

While the moisture and ash contents of spices play a decisive role in the shelf life and stability of the product, the pungency and color values are also crucial in terms of consumer preferences and usage. Additionally, total carotenoid and phenolic contents play a significant role in explaining the nutritional value and health benefits of spices. Fatty acid esters and element contents are critical for understanding the individual components of spices. In this context, a comprehensive analysis of 15 different pepper samples (red pepper, paprika, and isot pepper) sold in Türkiye was conducted, covering moisture, ash amounts, color values, capsaicinoid, total carotenoid and phenolic contents, fatty acid esters, and mineral contents. This study provides important data to assess the quality and nutritional content of pepper spices produced in Türkiye.

## MATERIALS and METHODS

### ***Pepper spice materials and sample preparation***

Fifteen spice samples (1 Isot Pepper Flake, 10 Chili Pepper Flakes, and 4 Chili Powders) with five brands offered for sale in Türkiye (Southeastern Anatolia Region) were supplied from trade centers (Spice shops in Kilis, Gaziantep, Kahramanmaraş, Şanlıurfa provinces). All chemicals used in the analyses were obtained from Sigma and Merck. The names, coding, and characteristics of the spice samples are presented in Table 1. These samples were stored in an oven at 40 °C for 24 hours before being analyzed.

Table 1. Pepper spices types and characteristics

Çizelge 1. Biber baharat tipleri ve karakteristik özellikleri

| Sample Code | Spice Types                    | Characteristics     | Brand |
|-------------|--------------------------------|---------------------|-------|
| S1          | Isot Pepper                    | Isot Pepper Flakes  | A     |
| S2          | Oily Hot Chili Pepper Flakes   | Chili Pepper Flakes | A     |
| S3          | Hot Chili Pepper Flakes        | Chili Pepper Flakes | A     |
| S4          | Hot Chili Pepper Flakes        | Chili Pepper Flakes | A     |
| S5          | Sweet Chili Pepper Flakes      | Chili Pepper Flakes | B     |
| S6          | Sweet Chili Pepper Flakes      | Chili Pepper Flakes | C     |
| S7          | Oven Dried Chili Pepper Flakes | Chili Pepper Flakes | C     |
| S8          | Sun Dried Chili Pepper Flakes  | Chili Pepper Flakes | C     |
| S9          | Fresh Chili Pepper Flakes      | Chili Pepper Flakes | C     |
| S10         | Extra Chili Pepper Flakes      | Chili Pepper Flakes | C     |
| S11         | Medium Chili Pepper Flakes     | Chili Pepper Flakes | C     |
| S12         | Hot Chili Powder               | Chili Powder        | C     |
| S13         | Hot Chili Powder               | Chili Powder        | D     |
| S14         | Sweet Chili Powder             | Chili Powder        | D     |
| S15         | Sweet Chili Powder             | Chili Powder        | E     |

#### Determination of moisture content

The moisture content of the samples was measured according to the method of AOAC, 2005: 930.15, based on the principle of evaporating the water in the spice under a certain temperature and finding the amount of moisture by utilizing weight loss. The moisture content of 2 g spice samples was determined from the difference in the initial and final weights of the samples, which were kept in the Memmert brand UN55 model oven at 135 °C for two hours. The following equation was used for the moisture content calculation (AOAC Official Method 930.15, 2005).

$$\text{Moisture Content \%} = \left( \frac{\text{Final Weights}}{\text{Initial Weights}} \right) \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

#### Determination of ash content

The weighed pepper spice sample was placed into a pre-weighed crucible. The sample was placed into the muffle furnace. 2 grams of spice samples were allowed to ash in a tared porcelain crucible by a Thermomac brand CMF7 model muffle furnace which was set to 550 °C for two hours. The amount of inorganic ash remaining without combustion was calculated according to the equation below (Anonymous, 1974).

$$\text{Ash Content \%} = ((\text{Weight of Ash}) / (\text{Dry Matter})) \times 100 \quad \text{Eq.(2)}$$

#### Determination of acid insoluble ash

25 ml of 10% HCl solution was added to 3 g of spice sample weighed in a porcelain crucible. The HCl solution, which was boiled for 10 minutes, was cooled and filtered through filter paper. The residue on the paper was washed with warm distilled water until the acid was removed. The filter paper, together with the residue inside, was combusted in a porcelain crucible at 525 °C for one hour. At the end of the combustion process, the crucible cooled in the desiccator was weighed with a precision balance. The amount of % acid insoluble ash was calculated according to the TS 1128 ISO 763 method with the following equation (Anonymous, 2000; Erol and Arpaci, 2023b).

$$\text{Acid Insoluble Ash Content \%} = m \times (100 / M) \times (100 / D) \quad \text{Eq.(3)}$$

where; M = Weight of the sample taken from the ground sample used in the determination of total ash (g)  
 m = Weight of acid insoluble ash (g)  
 D = Percent dry matter content of the ground sample by weight

### **Color analyses**

Color analyses were performed using colorimetric and spectrophotometric methods. Colorimetric measurements were made by using a Techkon brand SpectroDens model colorimeter by taking L, a, and b values. The spectrophotometric method was applied according to the method of AOAC, 2005: 971,26. Spice samples of 0.1 g were kept in 100 ml acetone for 16 hours at room temperature. At the end of 16 hours, the absorbance against acetone was read with a Biocrome brand Libra S70 model spectrophotometer at a wavelength of 460 nm. The calculation was made according to the following equation (Horwitz, 2002).

$$ASTA = Abs \times 16.4 \times (If / m) \quad \text{Eq.(4)}$$

where; "m" is the weight of the sample, "If" is the deviation factor of the spectrophotometer calculated by dividing the absorbance by the true absorbance of the standard color solution (0.001 M  $K_2Cr_2O_7$  and 0.09 M  $(NH_4)_2Co(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ; 1.8M  $H_2SO_4$ ) at 460 nm.

### **Capsaicinoid measurements**

The total amount of capsaicinoids in the spice samples was calculated by measuring capsaicin and dihydrocapsaicin (Zaki et al., 2013). The extraction steps of the capsaicinoids from spices are as follows: 1.0 g of spice sample was made up to 100 ml with 95% ethyl alcohol saturated with sodium acetate. It was kept in a water bath at 60 °C for three hours. It was passed through a 0.45  $\mu$ m PTFE filter and placed in HPLC vials with a volume of 2 ml. HPLC (Shimadzu, Prominence Modular LC20A HPLC) system containing ultraviolet (UV) detector, C18 column (Hypersil ODS, C18, 5  $\mu$ l, 4.6 $\times$ 250 mm) was used for the analysis. An isocratic mixture of 48.4% methanol, 30.2% water, 13.3% dioxane, 7.9% acetonitrile, and 0.2% perchloric acid (2%) was used as the mobile phase (Topaloglu, 2010; Firat et al., 2021). The injection volume was 10  $\mu$ l, the detection wavelength was 280 nm, the analysis time was 20 min, and the mobile phase flow rate was 1 ml min<sup>-1</sup>. The analysis process consisted of first reading the capsaicin and dihydrocapsaicin standard solutions into the device and then reading the spice extraction samples. The obtained data were converted into SHU (scoville heat unit) pungency unit according to the following equation.

$$Total\ Pungency\ (SHU) = (Capsaicin + (0.82 \times Dihydrocapsaicin)) \times 16 \quad \text{Eq.(5)}$$

### **Total carotenoid content**

Total carotenoid content analysis was performed using the spectrophotometric method (Martín-Diana et al., 2009). 1 g dry spice sample was taken and extracted with 10 ml acetone/water (90/10, v/v) mixture. After the extraction, the supernatant part of the samples, which was centrifuged at 5000 rpm, 4 °C, and 10 minutes, was taken. The extraction process was repeated five times until the colored supernatant part became colorless. Each time, colorless extracts were collected and analyzed by reading the absorbance in a spectrophotometer (Biochrom, Libra S70) at a wavelength of 471 nm against acetone. Total carotenoid content was calculated according to the following equation.  $\beta$ -carotene was used as the standard substance, and total carotenoid content was calculated from the calibration curve and expressed as milligrams of  $\beta$ -carotene equivalent per gram of fruit (mg  $\beta$ -carotene g<sup>-1</sup> dry weight).



$$\text{Total Carotenoid (mg/ml)} = \frac{(\text{Absmax} \times 250 \times 10 \text{ ml Aceton} \times \text{dilution factor})}{(\text{sample volume (ml)})}$$

Eq.(6)

### **Total phenolic content**

The total phenolic content of the spice samples was determined by using the Folin–Ciocalteu method according to the methodology proposed by Castro-Concha et al. (2014). Briefly, 2.5 ml of diluted Folin-Ciocalteu reagent (1:10 v/v) was added to 0.5 ml of the extract solution in methanol. After 5 minutes, 2 ml of Sodium carbonate solution (7.5%) was added and the mixture was kept at room temperature in the dark for two hours. Absorbance was measured at 760 nm using a spectrophotometer (Biochrom brand, Libra S70 model). Gallic acid was used as a standard and the results were expressed in milligrams of gallic acid equivalent (GAE) per gram of spice.

### **Fatty acid composition**

Extraction and esterification processes were performed to determine the fatty acid ester content of spice samples (Pérez-Gálvez et al., 1998). 10 g of spice sample was extracted with hexane by Soxhlet extraction (Buchi brand, model E-816) for four hours. After oil extraction, extracted spice samples were filtered and separated from the dry matter. Esterification was performed using 0.1N KOH and analyzed in a GC/MS (Agilent, 7890B GC-5977MSD) instrument. Components were separated by a DB-WAX (30m, 0.32mm, 0.25µm) column and analyzed on a mass detector (5977MSD). The temperature program was applied by modifying it according to the reference method. The oven temperature was first increased from 110 °C to 175 °C by increasing 10 °C per minute and kept at this temperature for 20 minutes. Then, the temperature was increased to 240 °C by increasing 10 °C per minute and kept at this temperature for 5 minutes. Detector and injection temperature were kept constant at 250 °C.

### **Mineral content**

The copper, magnesium, potassium, iron, sodium, calcium, and manganese contents of the spice samples were determined using Atomic Absorption Spectrometer (Perkin Elmer brand, 240 FS AA model) and Flame Photometer (Jenway brand, PFP 7 model). The spice samples were dried in a compressed air oven at 72°C, and dried samples were pulverized by using a pestle. 0.25 g of the sample was mixed with 9 ml of HNO<sub>3</sub> and 3 ml of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and burned in a Cem brand Mars 6 model microwave oven under 200W power for 30 minutes. The burned samples were filtered on Whatman filter paper and diluted by adding distilled water to a final volume of 25 ml. Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Iron (Fe), Manganese (Mn), and Copper (Cu) contents were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer while Sodium (Na) and Potassium (K) contents were determined by Flame Photometer (Tefera and Chandravanshi, 2018; Mengel et al., 1984).

### **Statistical analysis**

Statistical analyses of the data were performed for all parameters. Analysis of variance and multiple comparison tests in all spice samples were performed with the JMP (15.1.0) program. Student's t-test was used for multiple comparisons. For the parameters in the analysis of variation, any p-value below 0.05 was considered significant.

## **RESULTS and DISCUSSIONS**

### **Ash, moisture, and acid insoluble ash content**

Moisture, ash, and acid insoluble ash amounts were measured and calculated for 15 different pepper spices and are given in Table 2. According to the results of chemical analysis; it was determined that moisture content ranged between 6.95% and 8.11% in chili powder samples, between 6.54%-19.49% in chili pepper samples and it was 9.88% in the isot pepper sample. High moisture content may be an indicator of spice freshness. Spices have a longer shelf

life due to their low moisture content and can be stored at normal room temperature without refrigeration, making them safe for consumption. However, high moisture content can promote the growth of microorganisms (Ene-Obong et al., 2018). Ash content (in dry matter) was found as 9.86-14.25% in chili powder, 6.53-22.48% in chili peppers, and 12.89% in isot pepper spices. The low or high amount of ash indicates the presence of inorganic materials left unburned. The amount of ash insoluble in HCl in the spice samples was determined as 0.97%-1.12% in chili powder samples, 0.41%-0.96% in chili pepper samples, and 0.98% in isot pepper sample. The amount of ash remaining undissolved in HCl is an indicator of the mineral substances added to the spice from the outside. Considering the data obtained from these analyses, it was observed that the moisture content of some samples (S2, S3, S4, S8, S9, S11) (>15%, m/m) and ash content of one sample (S7) (>17%, m/m) were not in accordance with the Spice Report of the Turkish Food Codex Spice Report (Turkish Food Codex, 2002); while the percentage of ash dissolved in HCl and the spices except chili powder (S12, S13, S14) (>1%, m/m) were in accordance with the Turkish Food Codex Spice Report.

Table 2. Moisture, ash, and acid-insoluble ash content results in the pepper spice samples

Çizelge 2. Biber baharat örneklerinde nem, kül ve asitte çözünmeyen kül içeriği sonuçları

| Sample Code | Moisture (m/m%)         | Ash (m/m%)               | Acid Insoluble Ash (m/m%) |
|-------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| S1          | 9.88±0.52 <sup>b</sup>  | 12.89±0.17 <sup>e</sup>  | 0.98±0.06 <sup>c</sup>    |
| S2          | 19.49±4.10 <sup>a</sup> | 16.52±0.53 <sup>b</sup>  | 0.79±0.24 <sup>d</sup>    |
| S3          | 15.75±2.04 <sup>d</sup> | 10.32±1.65 <sup>i</sup>  | 0.96±0.09 <sup>c</sup>    |
| S4          | 18.71±0.67 <sup>b</sup> | 12.32±1.62 <sup>f</sup>  | 0.59±0.12 <sup>g</sup>    |
| S5          | 6.54±0.57 <sup>k</sup>  | 6.53±2.26 <sup>l</sup>   | 0.48±0.73 <sup>i</sup>    |
| S6          | 8.16±0.64 <sup>h</sup>  | 8.59±1.79 <sup>k</sup>   | 0.76±0.31 <sup>e</sup>    |
| S7          | 10.41±0.95 <sup>f</sup> | 22.48±1.83 <sup>a</sup>  | 0.96±0.16 <sup>c</sup>    |
| S8          | 16.03±0.67 <sup>d</sup> | 13.58±2.14 <sup>d</sup>  | 0.96±0.25 <sup>c</sup>    |
| S9          | 16.38±0.74 <sup>c</sup> | 12.95±2.01 <sup>e</sup>  | 0.56±0.27 <sup>h</sup>    |
| S10         | 12.27±0.96 <sup>e</sup> | 10.78±1.79 <sup>h</sup>  | 0.73±0.32 <sup>f</sup>    |
| S11         | 15.86±1.27 <sup>d</sup> | 11.96±0.37 <sup>g</sup>  | 0.41±0.14 <sup>j</sup>    |
| S12         | 8.11±0.97 <sup>hi</sup> | 14.25±2.12 <sup>c</sup>  | 1.11±0.46 <sup>a</sup>    |
| S13         | 7.79±1.14 <sup>i</sup>  | 10.05±1.27 <sup>ji</sup> | 1.12±0.54 <sup>a</sup>    |
| S14         | 6.95±0.42 <sup>j</sup>  | 9.86±0.51 <sup>j</sup>   | 1.06±0.19 <sup>b</sup>    |
| S15         | 8.02±1.17 <sup>hi</sup> | 11.13±1.73 <sup>h</sup>  | 0.97±0.14 <sup>c</sup>    |

Means with different superscripts in the same column indicate statistical significance ( $p < 0.05$ ).

### Color and capsaicinoid content

The ASTA value, a parameter defined by the American Spice Trade Association to evaluate the color of red peppers, ranged from 10.32 to 70.01 ASTA ( $p < 0.001$ ) for the spice samples studied. The ASTA values of the samples are shown in Table 3. It has been reported that the color ASTA value can be used as an indicator of the total carotenoid content in the quality evaluation of the pepper spices (Mínguez-Mosquera & Pérez-Gálvez, 1998). In this regard, a very strong correlation was found between the values of ASTA and the total carotenoid content of the samples ( $r = 0.846$ ,  $p < 0.05$ ). These results indicated that the ASTA values are a reliable measure for estimating the carotenoid content of the pepper spice samples. It was reported in the literature that the ASTA values of 52 different pepper spices of different origins ranged from  $101 \pm 28.3$  to  $140 \pm 35.4$  (Molnár et al., 2018). Chatterjee et al. (1999) studied the changes in color values of three red pepper cultivars as a function of storage time and abiotic stress conditions and they observed significant ( $p < 0.05$ ) storage time-dependent decreases in color values with advancing storage in both stressed and non-stressed samples of all cultivars. Reddy et al. (2023) have also reported that the same

product dried by different methods may have different product qualities and that chemical constituents and color changes may vary with the drying method. It was emphasized that drying at low temperatures and humidity is necessary to maintain the color of the product. In the colorimetric color measurements, the L, a, and b values varied between 11.41-37.77 ( $p < 0.05$ ), 11.40-36.48 ( $p < 0.05$ ), and 3.98-43.02 ( $p < 0.05$ ), respectively in the present study (Table 3). The smallest L-value was measured for the S7 spice sample, while the highest L-value was for the spice with the sample S5. In the analysis of the a-values, the lowest value was found in sample S5, and the highest a-value was found in the sample S7, while the lowest and highest b-values were obtained in the spice samples of S5 and S7, respectively. It was observed that the color of the spice samples became lighter and shifted to red with decreasing particle size; a dark or black final product was obtained with increasing particle size. Cervantes-Paz et al. (2014) studied antioxidant, chlorophyll, and carotenoid content in maturing jalapeño pepper cultivars. They concluded that the degradation and browning of carotenoids caused the discoloration of red pepper fruits with a heat effect. Horváth and Hodúr (2007) found that the changes in L, a, and b values in color measurements in spices made from red pepper could vary depending on the moisture content. It was also found that the a-values were shaped as a function of the organic acids contained in the fruit and that the a-values decrease with increasing amounts of acetic and citric acids in the fruit.

Table 3. Color results in the pepper spice samples

Çizelge 3. Biber baharat örneklerinde renk sonuçları

| Sample Code | ASTA Values             | Color Measurements      |                         |                         |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|             |                         | L                       | a                       | b                       |
| S1          | 12.89±1.51 <sup>k</sup> | 30.94±4.25 <sup>d</sup> | 17.74±4.52 <sup>d</sup> | 37.94±0.22 <sup>c</sup> |
| S2          | 16.52±1.72 <sup>j</sup> | 11.47±5.17 <sup>k</sup> | 19.02±0.74 <sup>c</sup> | 12.61±6.28 <sup>l</sup> |
| S3          | 10.32±1.28 <sup>m</sup> | 23.54±1.35 <sup>g</sup> | 14.25±0.47 <sup>g</sup> | 39.05±0.34 <sup>b</sup> |
| S4          | 12.32±0.17 <sup>l</sup> | 21.71±2.78 <sup>h</sup> | 17.19±1.05 <sup>e</sup> | 27.89±0.23 <sup>g</sup> |
| S5          | 22.12±0.53 <sup>i</sup> | 37.77±3.33 <sup>a</sup> | 11.40±0.52 <sup>j</sup> | 3.98±0.44 <sup>n</sup>  |
| S6          | 23.75±1.65 <sup>h</sup> | 12.48±0.64 <sup>j</sup> | 12.78±0.25 <sup>i</sup> | 19.41±0.57 <sup>j</sup> |
| S7          | 70.01±1.62 <sup>a</sup> | 11.41±0.61 <sup>k</sup> | 36.48±3.56 <sup>a</sup> | 43.02±0.35 <sup>a</sup> |
| S8          | 34.08±2.26 <sup>c</sup> | 31.93±0.33 <sup>c</sup> | 17.99±1.22 <sup>d</sup> | 33.92±0.30 <sup>d</sup> |
| S9          | 27.42±1.79 <sup>e</sup> | 36.77±0.40 <sup>b</sup> | 17.76±3.94 <sup>d</sup> | 16.15±0.83 <sup>k</sup> |
| S10         | 28.92±1.83 <sup>d</sup> | 24.09±2.42 <sup>f</sup> | 14.29±4.11 <sup>g</sup> | 27.52±0.44 <sup>g</sup> |
| S11         | 38.19±2.14 <sup>b</sup> | 25.10±3.08 <sup>e</sup> | 15.07±4.53 <sup>f</sup> | 28.36±0.19 <sup>f</sup> |
| S12         | 26.56±2.01 <sup>f</sup> | 21.45±2.28 <sup>h</sup> | 19.92±1.18 <sup>b</sup> | 31.72±1.39 <sup>e</sup> |
| S13         | 24.89±1.79 <sup>g</sup> | 32.27±2.67 <sup>c</sup> | 13.84±3.76 <sup>h</sup> | 24.16±0.71 <sup>i</sup> |
| S14         | 28.84±0.37 <sup>d</sup> | 12.97±2.27 <sup>i</sup> | 12.97±4.41 <sup>i</sup> | 10.27±0.17 <sup>m</sup> |
| S15         | 34.08±2.12 <sup>c</sup> | 24.36±2.55 <sup>f</sup> | 15.03±0.51 <sup>f</sup> | 27.11±0.32 <sup>h</sup> |

Means with different superscripts in the same column indicate statistical significance ( $p < 0.05$ ).

Capsaicinoids are the chemical substances that determine the pungency and sweetness of red pepper. The capsaicin and dihydrocapsaicin content of all spice samples was determined by high-pressure liquid chromatography (HPLC). Table 4 shows the capsaicinoid contents of the samples converted to SHU pungency units. The hottest sample analyzed was S9 with a value of 38861.7 SHU ( $p > 0.05$ ), while the least pungent spice was S15 with a value of 10247.6 SHU ( $p > 0.05$ ). In almost all studies, capsaicinoids were found to accumulate in the early stages of fruit development and continued to accumulate to their maximum during ripening. It is reported that pepper varieties have different degrees of pungency (Gaur et al., 2016). Several studies have been conducted on the accumulation of capsaicinoids in Capsicum fruits with maturity and developmental stage (Olguín-Rojas et al., 2019; Vázquez-Espinosa et al., 2023). The differences in the amount of capsaicinoids in the spice types studied were

thought to depend on the bell pepper varieties/species and the ripening periods in which they were collected (Duman et al., 2021). The different levels of pungency in spice samples of the same or different brands suggest that the red bell pepper fruits were harvested and processed at different ripening times. In addition, it has been reported that losses of capsaicinoids may occur during the drying period of red peppers, possibly due to oxidation by peroxidase activity (Bernal et al., 1993). Temperature and spice size are also thought to play a role in oxidation and drying time may also be an important factor affecting pungency.

#### **Total carotenoid and total phenolic content**

The total phenolic content of the spice samples produced from red pepper was measured between 9.7 mg GAE g<sup>-1</sup> and 20.0 mg GAE g<sup>-1</sup> (p<0.05) (Table 4). It can be said that the S1 coded isot sample was the spice with the highest phenolic content with 20.05 mg GAE g<sup>-1</sup>. The spice sample with the least amount of phenolic substances was chili powder with the S13 code. In the study in which spices from isot and four different red peppers in the market in Türkiye were investigated, the total phenolic content was found as 10.4 and 11.9 mg GAE g<sup>-1</sup> (Coskun & Unsal, 2020). Papathanasiou et al. (2021) reported that the amount of phenolic compounds contained in different types of peppers may vary depending on the ripeness stage of the pepper fruits and emphasized the importance of the ripeness stage at which the fruits were harvested.

Table 4. Capsaicinoid and phytochemical property results in pepper spice samples  
*Çizelge 4. Biber baharat örneklerinde kapsaisinoid ve fitokimyasal özellik sonuçları*

| Code | Capsaicinoids (SHU)         | Total Carotenoid (mg kg <sup>-1</sup> ) | Total Phenolic Content (mg GAE g <sup>-1</sup> ) |
|------|-----------------------------|---|--|
| S1   | 32 850.6±10.25 <sup>b</sup> | 739.8±13.09 <sup>j</sup>                | 20.0±2.24 <sup>a</sup>                           |
| S2   | 29 347.2±13.56 <sup>e</sup> | 1 941.7±10.29 <sup>a</sup>              | 18.5±1.14 <sup>c</sup>                           |
| S3   | 32 167.2±17.22 <sup>c</sup> | 1 694.4±16.89 <sup>d</sup>              | 16.5±1.84 <sup>d</sup>                           |
| S4   | 30 290.3±23.94 <sup>d</sup> | 1 390.6±12.88 <sup>f</sup>              | 15.7±1.75 <sup>e</sup>                           |
| S5   | 23 726.6±14.11 <sup>i</sup> | 1 099.7±11.23 <sup>i</sup>              | 19.4±0.94 <sup>b</sup>                           |
| S6   | 13 158.6±24.53 <sup>k</sup> | 1 478.3±10.97 <sup>e</sup>              | 16.7±1.15 <sup>d</sup>                           |
| S7   | 30 253.5±11.18 <sup>d</sup> | 1 740.3±9.99 <sup>d</sup>               | 18.6±1.01 <sup>c</sup>                           |
| S8   | 27 574.8±10.74 <sup>f</sup> | 1 907.2±10.22 <sup>ab</sup>             | 10.1±0.69 <sup>i</sup>                           |
| S9   | 38 861.7±17.46 <sup>a</sup> | 1 826.9±19.14 <sup>bc</sup>             | 12.7±1.02 <sup>g</sup>                           |
| S10  | 12 131.5±12.30 <sup>l</sup> | 1 309.4±8.02 <sup>gh</sup>              | 19.1±0.65 <sup>bc</sup>                          |
| S11  | 24 343.5±10.78 <sup>h</sup> | 1 751.0±35.18 <sup>cd</sup>             | 14.9±3.76 <sup>f</sup>                           |
| S12  | 24 761.1±13.17 <sup>g</sup> | 1 369.2±5.21 <sup>fg</sup>              | 11.6±0.65 <sup>h</sup>                           |
| S13  | 14 261.9±20.39 <sup>j</sup> | 1 263.7±12.21 <sup>h</sup>              | 9.7±1.13 <sup>i</sup>                            |
| S14  | 12 153.2±13.76 <sup>l</sup> | 1 856.9±7.73 <sup>b</sup>               | 12.0±1.83 <sup>h</sup>                           |
| S15  | 10 247.6±24.09 <sup>m</sup> | 1 845.4±5.90 <sup>b</sup>               | 12.2±0.20 <sup>gh</sup>                          |

Means with different superscripts in the same column indicate statistical significance (p<0.05).

The carotenoid contents of the spice samples are also given in Table 4. The data show that there were significant differences between the carotenoid contents of the spice samples (p<0.05). It was found that the carotenoid levels of the spice samples used in our study ranged from 739.8 to 1 941.7 mg kg<sup>-1</sup>. While the total carotenoid content in the S1-coded isot sample was the lowest at 739.8 mg kg<sup>-1</sup>, the highest carotenoid content was in the S2-coded spice sample at 1 941.7 mg kg<sup>-1</sup>. The total carotenoid content of the S7 oven-dried spice sample and the S8 sun-dried spice sample was 1 740.3 mg kg<sup>-1</sup> (p > 0.05) and 1 907.2 mg kg<sup>-1</sup> (p > 0.05), respectively. It is known that heat treatments and different preservation methods for the spices cause changes in carotenoid levels. Korkmaz et al. (2021) stated that the carotenoid content of isot and chili pepper samples decreased due to the oxidation of carotenoids during the sun-drying process in carotenoid measurements using the HPLC system. Similarly, it was

reported that the greater decrease in some spices could be mainly due to heat treatment, which can also cause thermal degradation of carotenoids (Daood et al., 2006). Topuz and Ozdemir (2003) reported a decrease of about 81.11% in total carotenoid concentration in red pepper subjected to sun drying. The determination of different levels of carotenoids in spice products of the same brand indicated that thermal oxidation changes with the decrease in product particle size and causes a decrease in carotenoids. It was concluded that the lowest total carotenoid content in S1-encoded isot spice was due to the different processes of thermal applications of isot.

### Fatty acid composition

The fatty acid methyl esters found in the oils extracted from spices are shown in Table 5. The most abundant major fatty acids in the oil samples were linoleic acid, palmitic acid, oleic acid, linolenic acid, stearic acid, and myristic acid. Minor fatty acids included lauric acid, palmitoleic acid, arachidic acid, and behenic acid. Different amounts of SFAs, MUFAs, and PUFAs were detected in all spice samples. When the saturated and unsaturated fatty acids are compared, it was seen that the ratio of unsaturated fatty acids was considerably higher than the ratio of saturated fatty acids.

Table 5. Fatty acid composition in the pepper spice samples

Çizelge 5. Biber aharat örneklerinde yağ asidi kompozisyonu

| Sample Code | (%)<br>Lauric A.<br>(C12:0) | (%)<br>Myristic A.<br>(C14:0) | (%)<br>Palmitic A.<br>(C16:0) | (%)<br>Palmitoleic A.<br>(C16:1) | (%)<br>Stearic A.<br>(C18:0) | (%)<br>Oleic A.<br>(C18:1) | (%)<br>Linoleic A.<br>(C18:2) |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| S1          | 0.81±0.18 <sup>l</sup>      | 1.86±0.69 <sup>a</sup>        | 11.95±0.44 <sup>bc</sup>      | 0.42±0.25 <sup>de</sup>          | 2.73±0.09 <sup>d</sup>       | 8.43±0.13 <sup>a</sup>     | 69.87±7.46 <sup>d</sup>       |
| S2          | 1.31±0.43 <sup>f</sup>      | 1.67±0.46 <sup>de</sup>       | 11.63±0.79 <sup>cd</sup>      | 0.41±0.13 <sup>ef</sup>          | 2.87±0.69 <sup>bcd</sup>     | 8.50±0.06 <sup>a</sup>     | 70.17±3.95 <sup>d</sup>       |
| S3          | 1.40±0.36 <sup>de</sup>     | 1.81±0.69 <sup>abc</sup>      | 13.06±0.96 <sup>a</sup>       | 0.45±0.17 <sup>bc</sup>          | 2.13±0.46 <sup>f</sup>       | 7.36±0.22 <sup>b</sup>     | 70.17±4.62 <sup>d</sup>       |
| S4          | 1.41±0.23 <sup>d</sup>      | 1.72±0.13 <sup>bcd</sup>      | 11.81±0.59 <sup>bc</sup>      | 0.48±0.14 <sup>a</sup>           | 3.07±0.10 <sup>a</sup>       | 7.09±0.18 <sup>bc</sup>    | 68.38±7.54 <sup>de</sup>      |
| S5          | 1.42±0.51 <sup>cd</sup>     | 1.71±0.34 <sup>cde</sup>      | 12.31±0.48 <sup>b</sup>       | 0.48±0.33 <sup>a</sup>           | 2.73±0.17 <sup>d</sup>       | 8.69±0.05 <sup>a</sup>     | 65.51±3.39 <sup>e</sup>       |
| S6          | 1.30±0.25 <sup>f</sup>      | 1.48±0.13 <sup>f</sup>        | 10.94±0.76 <sup>ef</sup>      | 0.34±0.22 <sup>h</sup>           | 2.47±0.26 <sup>e</sup>       | 8.71±0.11 <sup>a</sup>     | 78.22±4.54 <sup>a</sup>       |
| S7          | 1.55±0.12 <sup>ab</sup>     | 1.82±0.44 <sup>ab</sup>       | 11.69±0.96 <sup>bcd</sup>     | 0.34±0.29 <sup>h</sup>           | 2.93±0.29 <sup>abc</sup>     | 6.79±0.36 <sup>cd</sup>    | 71.96±1.79 <sup>bcd</sup>     |
| S8          | 1.49±1.02 <sup>bc</sup>     | 1.80±0.57 <sup>abc</sup>      | 10.94±0.96 <sup>ef</sup>      | 0.48±0.05 <sup>a</sup>           | 2.10±0.01 <sup>f</sup>       | 6.72±0.27 <sup>cd</sup>    | 76.79±0.26 <sup>a</sup>       |
| S9          | 1.62±0.59 <sup>a</sup>      | 1.85±0.35 <sup>a</sup>        | 10.88±0.56 <sup>ef</sup>      | 0.38±0.16 <sup>g</sup>           | 3.07±0.22 <sup>a</sup>       | 6.13±0.17 <sup>f</sup>     | 70.17±2.92 <sup>d</sup>       |
| S10         | 1.22±0.32 <sup>g</sup>      | 1.49±0.48 <sup>f</sup>        | 11.31±0.73 <sup>cde</sup>     | 0.48±0.06 <sup>a</sup>           | 2.84±0.22 <sup>cd</sup>      | 8.79±0.04 <sup>a</sup>     | 71.78±7.35 <sup>bcd</sup>     |
| S11         | 1.55±0.48 <sup>ab</sup>     | 1.74±0.83 <sup>bcd</sup>      | 11.31±0.41 <sup>cde</sup>     | 0.41±0.21 <sup>ef</sup>          | 2.87±0.24 <sup>bcd</sup>     | 6.44±0.09 <sup>de</sup>    | 75.36±3.47 <sup>ab</sup>      |
| S12         | 1.33±0.18 <sup>ef</sup>     | 1.63±0.44 <sup>e</sup>        | 10.19±0.53 <sup>g</sup>       | 0.34±0.27 <sup>h</sup>           | 2.93±0.27 <sup>abc</sup>     | 6.26±0.29 <sup>ef</sup>    | 75.01±5.46 <sup>abc</sup>     |
| S13         | 0.75±0.29 <sup>l</sup>      | 1.76±0.19 <sup>abcd</sup>     | 10.58±0.15 <sup>fg</sup>      | 0.39±0.17 <sup>fg</sup>          | 2.81±0.20 <sup>cd</sup>      | 6.79±0.89 <sup>cd</sup>    | 72.19±1.83 <sup>bcd</sup>     |
| S14         | 0.58±0.17 <sup>j</sup>      | 1.81±0.88 <sup>abc</sup>      | 10.95±0.81 <sup>ef</sup>      | 0.47±0.14 <sup>ab</sup>          | 2.96±0.17 <sup>abc</sup>     | 6.68±0.88 <sup>cde</sup>   | 70.86±4.08 <sup>cd</sup>      |
| S15         | 1.07±0.34 <sup>h</sup>      | 1.67±0.41 <sup>de</sup>       | 11.09±0.12 <sup>def</sup>     | 0.44±0.21 <sup>cd</sup>          | 3.01±0.18 <sup>ab</sup>      | 7.08±0.23 <sup>bc</sup>    | 71.95±3.26 <sup>bcd</sup>     |

MUFA: Monounsaturated fatty acids, SFA: Saturated fatty acids, UFA: Unsaturated fatty acids and PUFA: Polyunsaturated fatty acids

Means with different superscripts in the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

The SFAs found in the oils extracted from spices were C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C20:0. Palmitic acid (C16:0) was the dominant SFA in all spice samples. The highest C16:0 content was found in sample S3 (13.06±0.96%) and the lowest in sample S12 (10.19±0.53%) (Table 5). The MUFAs identified were C16:1 and C18:1. The lowest content and the highest content of oleic acid (C18:1) were S9 (6.13 %) and S10 (8.79 %), respectively. Table 5 shows that all samples contained PUFAs (C18:2 and C18:3). Linoleic acid (C18:2) as the major unsaturated fatty acid ester was measured in all spice samples. It was determined that the oils obtained from the spice samples are influenced by the oils used for spice making and externally added oils or seeds added to the spice. The spice sample with code S6

had the highest linoleic acid content of 78.22 %. In a study investigating fatty acid esters from red pepper powder using different extraction methods, the C18:2 content was 59.4% and the C18:3 content was 5.1% (Rutkowska & Stolyhwo, 2009). The  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA ratio has great importance in human nutrition, a ratio higher than 1 is accepted as an edible fat with high nutritional value (Guici El Kouacheur et al., 2023; Gumus & Erol, 2023). In all spice samples, this ratio ranged between the values of 4.32 and 18.39 in the present study (Table 5). Based on these data, it can be said that all spice samples analysed in the current study are highly beneficial for human health in terms of fatty acids.

Various studies in the literature were shown that food sources rich in PUFAs reduce the risk of cardiovascular diseases (Sánchez et al., 2021). In addition, linoleic acid in the diet plays a positive role in the prevention of diseases such as coronary heart disease and cancer and has beneficial physiological effects. In particular, the fact that linoleic acid cannot be formed endogenously in the body in humans emphasizes the need to obtain this fatty acid from outside the body. The fact that linoleic acid is the most abundant unsaturated fatty acid in the oils of red pepper spices explains the importance of these oils in human nutrition (Dubois et al., 2007).

Table 5 (continued). Fatty acid composition in the pepper spice samples

Çizelge 5 (devamı). Biber aharat örneklerinde yağ asidi kompozisyonu

| Sample Code | (%)<br>Linolenic A.<br>(C18:3) | (%)<br>Arachidic A.<br>(C20:0) | (%)<br>Behenic A.<br>(C22:0) | $\Sigma$ MUFA | $\Sigma$ SFA | $\Sigma$ UFA | $\Sigma$ PUFA | $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| S1          | 4.28±0.52 <sup>de</sup>        | 0.81±0.09 <sup>ab</sup>        | 0.47±0.17 <sup>ef</sup>      | 8.85          | 18.16        | 83.00        | 74.15         | 18.13                       |
| S2          | 4.33±2.14 <sup>d</sup>         | 0.71±0.26 <sup>ef</sup>        | 0.43±0.04 <sup>h</sup>       | 8.91          | 18.19        | 83.41        | 74.51         | 15.69                       |
| S3          | 4.27±0.34 <sup>de</sup>        | 0.55±0.42 <sup>h</sup>         | 0.46±0.05 <sup>fg</sup>      | 7.81          | 18.95        | 82.25        | 74.44         | 17.97                       |
| S4          | 4.77±0.72 <sup>bc</sup>        | 0.84±0.27 <sup>a</sup>         | 0.51±0.27 <sup>cd</sup>      | 7.57          | 18.85        | 80.72        | 73.15         | 16.93                       |
| S5          | 4.77±1.28 <sup>bc</sup>        | 0.72±0.16 <sup>def</sup>       | 0.54±0.34 <sup>ab</sup>      | 9.17          | 18.89        | 79.45        | 70.28         | 16.04                       |
| S6          | 3.68±1.73 <sup>g</sup>         | 0.65±0.09 <sup>g</sup>         | 0.49±0.33 <sup>de</sup>      | 9.05          | 16.84        | 90.95        | 81.90         | 17.21                       |
| S7          | 4.69±1.65 <sup>c</sup>         | 0.76±0.14 <sup>cd</sup>        | 0.55±0.26 <sup>ab</sup>      | 7.13          | 18.75        | 83.78        | 76.65         | 16.74                       |
| S8          | 4.12±0.28 <sup>def</sup>       | 0.72±0.23 <sup>def</sup>       | 0.44±0.05 <sup>gh</sup>      | 7.2           | 17.05        | 88.11        | 80.91         | 18.39                       |
| S9          | 5.17±1.42 <sup>a</sup>         | 0.77±0.13 <sup>bc</sup>        | 0.50±0.22 <sup>d</sup>       | 6.51          | 18.19        | 81.85        | 75.34         | 17.37                       |
| S10         | 4.26±1.46 <sup>de</sup>        | 0.74±0.22 <sup>cde</sup>       | 0.53±0.09 <sup>bc</sup>      | 9.27          | 17.6         | 85.31        | 76.04         | 4.32                        |
| S11         | 4.33±0.34 <sup>d</sup>         | 0.72±0.13 <sup>def</sup>       | 0.42±0.08 <sup>h</sup>       | 6.85          | 18.19        | 86.54        | 79.69         | 4.38                        |
| S12         | 4.97±1.52 <sup>ab</sup>        | 0.73±0.12 <sup>cdef</sup>      | 0.56±0.16 <sup>a</sup>       | 6.6           | 16.81        | 86.58        | 79.98         | 4.75                        |
| S13         | 3.99±1.09 <sup>f</sup>         | 0.74±0.14 <sup>cde</sup>       | 0.46±0.12 <sup>fg</sup>      | 7.18          | 16.64        | 83.36        | 76.18         | 4.57                        |
| S14         | 4.21±0.86 <sup>def</sup>       | 0.77±0.15 <sup>bc</sup>        | 0.42±0.19 <sup>h</sup>       | 7.15          | 17.07        | 82.22        | 75.07         | 4.39                        |
| S15         | 4.07±0.62 <sup>ef</sup>        | 0.69±0.15 <sup>fg</sup>        | 0.49±0.04 <sup>de</sup>      | 7.52          | 17.53        | 83.54        | 76.02         | 4.33                        |

MUFA: Monounsaturated fatty acids, SFA: Saturated fatty acids, UFA: Unsaturated fatty acids and PUFA: Polyunsaturated fatty acids

Means with different superscripts in the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

### Mineral contents

The major and trace nutrient contents of the spice samples prepared from red pepper were measured using AAS and flame photometer in the present study. Table 6 shows that the spice samples contained calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn), and sodium (Na). The mineral content of each spice sample varied and there were statistically significant differences between some samples ( $p < 0.05$ ). Ca values ranged between 96.81 mg kg<sup>-1</sup> and 137.55 mg kg<sup>-1</sup>; Mg values between 144.41 mg kg<sup>-1</sup> and 173.77 mg kg<sup>-1</sup>; K values between 3 137.02 mg kg<sup>-1</sup> and 4 281.78 mg kg<sup>-1</sup>; Cu values between 1.02 mg kg<sup>-1</sup> and 1.84 mg kg<sup>-1</sup>; Fe values between 6.15 mg kg<sup>-1</sup> and 9.47 mg kg<sup>-1</sup>; Mn values between 0.83 mg kg<sup>-1</sup> and 1.14 mg kg<sup>-1</sup> and Na values between



19.88 mg kg<sup>-1</sup> and 38.13 mg kg<sup>-1</sup>. There were significant differences between different spice samples ( $p < 0.05$ ). The highest amounts of Ca, Mg, Fe, and Mn were measured in sample S9 with 137.55 mg kg<sup>-1</sup>, 173.77 mg kg<sup>-1</sup>, 9.47 mg kg<sup>-1</sup>, and 1.14 mg kg<sup>-1</sup>, respectively, while the highest amount of K was determined in the sample S15 with 4 281.78 mg kg<sup>-1</sup>, the highest amount of Cu was determined in the sample S8 with 1.84 mg kg<sup>-1</sup> and the highest amount of Na was determined in the spice sample S2 with 38.13 mg kg<sup>-1</sup>. The main constituents of all spice samples were K, Mg, and Ca. Guil-Guerrero et al. (1998) studied different pepper varieties and found similar results of elemental analysis. All spice types had similar nutrient content. It was determined that different processing methods and comminution processes do not affect nutrients (Bhandari et al., 2012). In the study conducted by Zou et al. (2015), it was found that the content of some macro and micro elements may vary depending on the bell pepper species and the ecological conditions of the growing region during the different ripening periods of pepper. Since spices are usually consumed in small amounts, such nutrient analysis can help consumers with nutrient intake and diet planning (Erol & Arpacı, 2023a). The mineral content of spice samples prepared from red pepper is significant and diverse. Such analysis can help us understand the nutritional value of spices in terms of health and provide consumers with a healthy dietary option.

Table 6. Mineral content results of the pepper spice samples

Çizelge 6. Biber baharat örneklerinde mineral içerik sonuçları

| Sample Code | Ca (mg kg <sup>-1</sup> ) | Mg (mg kg <sup>-1</sup> )  | K (mg kg <sup>-1</sup> )     | Cu (mg kg <sup>-1</sup> ) | Fe (mg kg <sup>-1</sup> ) | Mn (mg kg <sup>-1</sup> ) | Na (mg kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| S1          | 111.51±3.08 <sup>f</sup>  | 169.92±5.57 <sup>ab</sup>  | 3 375.73±10.56 <sup>g</sup>  | 1.02±0.14 <sup>j</sup>    | 7.63±0.91 <sup>e</sup>    | 0.93±0.94 <sup>d</sup>    | 34.52±0.47 <sup>b</sup>   |
| S2          | 101.33±9.31 <sup>g</sup>  | 165.32±1.49 <sup>bc</sup>  | 4 116.93±19.09 <sup>b</sup>  | 1.04±0.19 <sup>j</sup>    | 7.26±0.59 <sup>fg</sup>   | 0.93±0.83 <sup>d</sup>    | 38.13±4.47 <sup>a</sup>   |
| S3          | 97.44±5.50 <sup>h</sup>   | 160.29±3.95 <sup>de</sup>  | 3 137.02±32.74 <sup>h</sup>  | 1.14±0.95 <sup>i</sup>    | 6.15±1.19 <sup>h</sup>    | 0.83±0.19 <sup>e</sup>    | 24.13±0.53 <sup>g</sup>   |
| S4          | 96.81±6.18 <sup>h</sup>   | 154.51±7.23 <sup>g</sup>   | 3 741.02±2.03 <sup>de</sup>  | 1.36±0.17 <sup>cd</sup>   | 7.13±1.09 <sup>g</sup>    | 0.93±0.42 <sup>d</sup>    | 30.48±1.24 <sup>c</sup>   |
| S5          | 111.2±4.19 <sup>f</sup>   | 157.18±4.48 <sup>ef</sup>  | 3 965.42±1.78 <sup>c</sup>   | 1.18±0.44 <sup>h</sup>    | 7.13±1.86 <sup>g</sup>    | 1.04±0.67 <sup>b</sup>    | 24.32±0.94 <sup>g</sup>   |
| S6          | 103.74±2.57 <sup>g</sup>  | 149.91±5.09 <sup>g</sup>   | 4 165.98±20.46 <sup>b</sup>  | 1.38±0.84 <sup>bc</sup>   | 7.38±0.6 <sup>f</sup>     | 0.93±0.81 <sup>d</sup>    | 30.69±1.24 <sup>c</sup>   |
| S7          | 114.14±5.41 <sup>ef</sup> | 159.11±0.08 <sup>def</sup> | 4 142.08±1.22 <sup>b</sup>   | 1.14±0.71 <sup>i</sup>    | 8.24±0.43 <sup>cd</sup>   | 0.93±0.78 <sup>d</sup>    | 26.87±2.71 <sup>e</sup>   |
| S8          | 121.59±6.74 <sup>c</sup>  | 159.32±0.62 <sup>de</sup>  | 3 725.62±15.82 <sup>de</sup> | 1.84±0.26 <sup>a</sup>    | 8.61±0.96 <sup>b</sup>    | 0.93±0.65 <sup>d</sup>    | 28.67±0.74 <sup>d</sup>   |
| S9          | 137.55±7.32 <sup>a</sup>  | 173.77±0.94 <sup>a</sup>   | 3 819.36±8.66 <sup>d</sup>   | 1.33±0.12 <sup>de</sup>   | 9.47±2.82 <sup>a</sup>    | 1.14±0.65 <sup>a</sup>    | 25.49±1.94 <sup>f</sup>   |
| S10         | 130.62±1.11 <sup>b</sup>  | 155.69±0.83 <sup>ef</sup>  | 3 491.27±1.81 <sup>f</sup>   | 1.27±0.74 <sup>g</sup>    | 7.13±1.67 <sup>g</sup>    | 1.04±0.41 <sup>b</sup>    | 20.56±2.16 <sup>i</sup>   |
| S11         | 116.34±7.13 <sup>de</sup> | 157.08±1.41 <sup>ef</sup>  | 3 662.45±4.57 <sup>e</sup>   | 1.41±0.91 <sup>b</sup>    | 8.12±0.93 <sup>d</sup>    | 0.93±0.71 <sup>d</sup>    | 22.83±0.46 <sup>h</sup>   |
| S12         | 132.62±4.28 <sup>b</sup>  | 172.16±10.19 <sup>a</sup>  | 3 975.23±1.31 <sup>c</sup>   | 1.29±0.28 <sup>fg</sup>   | 9.35±0.34 <sup>a</sup>    | 1.04±0.28 <sup>b</sup>    | 24.74±1.59 <sup>fg</sup>  |
| S13         | 118.42±3.49 <sup>cd</sup> | 144.41±2.34 <sup>h</sup>   | 3 212.71±1.17 <sup>h</sup>   | 1.15±0.94 <sup>hi</sup>   | 7.12±0.94 <sup>g</sup>    | 0.96±0.48 <sup>c</sup>    | 19.88±3.58 <sup>i</sup>   |
| S14         | 130.72±0.56 <sup>b</sup>  | 170.33±3.04 <sup>a</sup>   | 4 078.24±3.58 <sup>bc</sup>  | 1.32±0.69 <sup>ef</sup>   | 7.76±0.16 <sup>e</sup>    | 1.13±0.69 <sup>a</sup>    | 24.55±2.46 <sup>g</sup>   |
| S15         | 119.19±2.08 <sup>cd</sup> | 163.67±1.16 <sup>cd</sup>  | 4 281.78±2.74 <sup>a</sup>   | 1.82±0.96 <sup>a</sup>    | 8.47±0.46 <sup>bc</sup>   | 1.02±0.64 <sup>b</sup>    | 29.47±1.74 <sup>d</sup>   |

Means with different superscripts in the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) analyzes.

In conclusion, this study conducted experimental analyses on 15 different red pepper spice products from various brands available and consumed in the Turkish market. The parameters investigated included moisture and ash content, spiciness and color values, total carotenoid amounts, total phenolic contents, fatty acid esters, and elemental compositions. It was observed that the products sold as spices generally did not comply with the Turkish Food Codex Spice Regulation, showing significant disparities, especially in terms of moisture, ash, and insoluble ash in acid parameters. However, in terms of spiciness, color, elemental composition, total phenolic, and total carotenoid contents, the products were found to be in harmony with the literature. The findings of this research are anticipated to make significant contributions to the spice industry and nutrition field. The results underscore that spices are rich sources of nutrients, minerals, and phytochemicals, emphasizing their potential use as

nutritional supplements. Furthermore, this study suggests that processing methods and grinding processes do not significantly affect the nutritional values of spices.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

UHE; all analyses, writing and interpretation of the article. PG; writing and control of the article. BBA; selection of the topic, procurement of materials and control of the article. The authors read and approved the final manuscript.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

This article does not require ethical approval as there are no experiments with human or animal subjects.

#### REFERENCES

- Anonymous (1974). Total ash determination (TS 1564), Turkish Standards Institute, Ankara.
- Anonymous (2000). Determination of ash insoluble in hydrochloric acid in fruit and vegetable products (TS 1128 ISO 763), Turkish Standards Institute, Ankara.
- FAOSTAT. (2021). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Accessed: 14.11.2023).
- AOAC Official Method 930.15. (2005). Official methods of analysis of AOAC international, 18th Ed., AOAC International, Gaithersburg.
- Arpaci, B.B., Baktemur, G., Keleş, D., Kara, E., Erol, Ü.H., & Taşkın, H. (2020). Determination of color and heat level of some resistance sources and improved pepper genotypes. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, 2 (1), e200006. <https://doi.org/10.20900/cbgg20200006>
- Atalay, A.B., & Inanc, A.L. (2020). Optimization of ultrasound-assisted phenolic extraction from red pepper seed by response surface methodology. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 132-140. <https://doi.org/10.30910/turkjans.680032>
- Basyigit, B., Daghan, S., & Karaaslan, M. (2020). Biochemical, compositional, and spectral analyses of Isot (Urfa pepper) seed oil and evaluation of its functional characteristics. *Grasas Y Aceites*, 71 (4), e384-e384. <https://doi.org/10.3989/gya.0915192>
- Batiha, G.E.S., Alqahtani, A., Ojo, O.A., Shaheen, H.M., Wasef, L., Elzeiny, M., & Hetta, H.F. (2020). Biological properties, bioactive constituents, and pharmacokinetics of some *Capsicum* spp. and capsaicinoids. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (15), 5179. <https://doi.org/10.3390/ijms21155179>
- Bernal, M.A., Calderon, A.A., Pedreno, M.A., Munoz, R., Ros Barceló, A., & Merino de Caceres, F. (1993). Capsaicin oxidation by peroxidase from *Capsicum annuum* (variety Annum) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41 (7), 1041-1044. <https://doi.org/10.1021/jf00031a004>
- Brezeanu, C., Brezeanu, P.M., Stoleru, V., Irimia, L.M., Lipşa, F.D., Teliban, G.C., & Murariu, O.C. (2022). Nutritional value of new sweet pepper genotypes grown in an organic system. *Agriculture*, 12 (11), 1863. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111863>
- Bystrická, J., & Trebichalská, P. (2018). The heavy metal content in selected kinds of spices. *Journal of Microbiology, Biotechnology, and Food Sciences*, 8 (2), 760-764. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.8.2.760-764>

- Castro-Concha, L.A., Tuyub-Che, J., Moo-Mukul, A., Vazquez-Flota, F.A., & Miranda-Ham, M.L. (2014). Antioxidant capacity and total phenolic content in fruit tissues from accessions of *Capsicum chinense* Jacq. (Habanero pepper) at different stages of ripening. *The Scientific World Journal*, 809073, 5. <https://doi.org/10.1155/2014/809073>
- Carvalho Lemos, V., Reimer, J.J., & Wormit, A. (2019). Color for life: biosynthesis and distribution of phenolic compounds in pepper (*Capsicum annuum*). *Agriculture*, 9 (4), 81. <https://doi.org/10.3390/agriculture9040081>
- Cervantes-Paz, B., Yahia, E.M., de Jesús Ornelas-Paz, J., Victoria-Campos, C.I., Ibarra-Junquera, V., Pérez-Martínez, J.D., & Escalante-Minakata, P. (2014). Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeño peppers at intermediate stages of ripening. *Food Chemistry*, 146, 188-196. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.060>
- Chatterjee, S., Padwal-Desai, S.R., & Thomas P. (1999). Effect of  $\gamma$ -irradiation on the color power of turmeric (*Curcuma longa*) and red chilies (*Capsicum annum*) during storage. *Food Research International*, 31 (9), 625-628. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00035-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00035-6)
- Coskun A.L., & Unsal F. (2020). Determination of some quality characteristics of commercially sold spices and dried fruits. *Gaziosmanpaşa Scientific Research Journal*, 9 (3), 99-111. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1403858>
- Daood, H.G., Kapitány, J., Biacs, P., & Albrecht, K. (2006). Drying temperature, endogenous antioxidants, and capsaicinoids affect carotenoid stability in paprika (red pepper spice). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (14), 2450-2457. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2639>
- Dubois, V., Breton, S., Linder, M., Fanni, J., & Parmentier, M. (2007). Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109 (7), 710-732. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700040>
- Duman, A.D., Mavi, K., Arpacı, B.B., Didin, M., & Duman, D.S. (2021). Determination of capsaicinoids and scoville heat unit in different ornamental Capsicum genotypes grown in Turkey using HPLC. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30 (12), 12969-12975.
- Ene-Obong, H., Onuoha, N., Aburime, L., & Mbah, O. (2018). Chemical composition and antioxidant activities of some indigenous spices consumed in Nigeria. *Food Chemistry*, 238, 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.072>
- Erol, U.H., & Arpacı, B.B. (2023a). Macro and micro element contents of pepper species at maturation periods. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7 (3), 508-516. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8303821>
- Erol, U.H., & Arpacı, B.B. (2023b). Morphological and Physicochemical changes of pepper fruits in different developmental periods according to species. *Alatarm*, 22 (1), 8-17.
- Fayos, O., Ochoa-Alejo, N., De La Vega, O.M., Savirón, M., Orduna, J., Mallor, C., Barbero, G.F., & Garcés-Claver, A. (2019). Assessment of capsaicinoid and capsinoid accumulation patterns during fruit development in three chili pepper genotypes (*Capsicum* spp.) carrying Pun1 and pAMT alleles related to pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 (44), 12219-12227. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b05332>
- Firat, C., Karataş, K., Arpacı, B.B., & Mavi, K. (2021). Hybrid breeding studies for the development of sweet ornamental pepper varieties suitable for pickling industry. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 679-691. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.961983>
- Gaur, R., Sharma, V., Chhapekar, S.S., Das, J., Kumar, A., Yadava, S.K., & Ramchiary, N. (2016). Comparative analysis of fruit metabolites and pungency candidate genes expression between Bhut Jolokia and other *Capsicum* species. *PLoS One*, 11 (12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167791>
- Guerrero, J.G., Martinez, J.G., & Isasa, M.T. (1998). Mineral nutrient composition of edible wild plants. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11 (4), 322-328. <https://doi.org/10.1006/jfca.1998.0594>

- Guici El Kouacheur, K., Cherif, H.S., Saidi, F., Bensouici, C., & Fauconnier, M. L. (2023). *Prunus amygdalus* var. *amara* (bitter almond) seed oil: fatty acid composition, physicochemical parameters, enzyme inhibitory activity, antioxidant, and anti-inflammatory potential. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17 (1), 371-384. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01629-2>
- Guil-Guerrero, J.L., Martínez-Guirado, C., Del Mar Reboloso-Fuentes, M., & Carrique-Pérez, A. (2006). Nutrient composition and antioxidant activity of 10 pepper (*Capsicum annuum*) varieties. *European Food Research and Technology*, 224 (1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-006-0281-5>
- Gumus, P., & Erol, U.H. (2023). Comparison of fatty acid profile and quality properties of commercial apricot (*Prunus armeniaca*) kernel oils. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13 (4), 2646-2654. <https://doi.org/10.21597/jist.1293261>
- Hamed, M., Kalita, D., Bartolo, M.E., & Jayanty, S.S. (2019). Capsaicinoids, polyphenols and antioxidant activities of *Capsicum annuum*: Comparative study of the effect of ripening stage and cooking methods. *Antioxidants*, 8 (9), 364. <https://doi.org/10.3390/antiox8090364>
- Hornero-Méndez, D., Gómez-Ladrón de Guevara, R., & Mínguez-Mosquera, M.I. (2000). Carotenoid biosynthesis changes in five red pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars during ripening. Cultivar selection for breeding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (9), 3857-3864. <https://doi.org/10.1021/jf991020r>
- Horváth, Z.H., & Hodúr, C. (2007). Colour of paprika powders with different moisture content. *International Agrophysics*, 21 (1). ISSN: 0236-8722.
- Horwitz, W. (2000) Official Methods of AOAC International. 17th Edition, Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International, Gaithersburg. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1889379](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1889379)
- Kim, E.H., Lee, S.Y., Baek, D.Y., Park, S.Y., Lee, S.G., Ryu, T. H., Lee, S.K., Kang, H.J., Kwon, O.H., Kil, M., & Oh, S. W. (2019). A comparison of the nutrient composition and statistical profile in red pepper fruits (*Capsicum annuum* L.) based on genetic and environmental factors. *Applied Biological Chemistry*, 62, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13765-019-0456-y>
- Kim, Y.C., Choi, D., Lee, J.H., & Lee, S. (2018). Alpha-glucosidase inhibitory activity in different pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.). *Horticultural Science and Technology*, 36 (3), 444-450.
- Koc, A.A., Boluk, G., & Serhat, A. (2008). The effect of food safety and quality standards on concentration in the food manufacturing industry. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 8 (16), 83-115. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/auibfd/issue/32318/359131>
- Korkmaz, A., Atasoy, A.F., & Hayaloglu, A.A. (2021). The effects of production methods on the color characteristics, capsaicinoid content, and antioxidant capacity of pepper spices (*C. annuum* L.). *Food Chemistry*, 341, 128-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128184>
- Martín-Diana, A.B., Rico, D., Barat, J.M., & Barry-Ryan, C. (2009). Orange juices enriched with chitosan: Optimisation for extending the shelf-life. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (4), 590-600. <https://arrow.tudublin.ie/schfsehart/21/>
- Mengel, K., Ozbek, H., Kaya, Z., & Tamcı, M. (1984). *Plant nutrition and metabolism*. Cukurova University Faculty of Agriculture Publications, 162, Textbook: 12, Adana.
- Mínguez-Mosquera, M.I., Jaren-Galan, M., & Garrido-Fernandez, J. (1994). Influence of the industrial drying processes of pepper fruits (*Capsicum annuum* Cv. *Bola*) for paprika on the carotenoid content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (5), 1190-1193. <https://doi.org/10.1021/jf00041a026>
- Molnár, H., Kónya, É., Zalán, Z., Bata-Vidács, I., Tömösközi-Farkas, R., Székács, A., & Adányi, N. (2018). Chemical characteristics of spice paprika of different origins. *Food Control*, 83, 54-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.028>

- Olguín-Rojas, J.A., Fayos, O., Vázquez-León, L.A., Ferreiro-González, M., Rodríguez-Jimenes, G.D.C., Palma, M., & Barbero, G.F. (2019). Progression of the total and individual capsaicinoids content in the fruits of three different cultivars of *Capsicum chinense* Jacq. *Agronomy*, 9 (3), 141. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030141>
- Papathanasiou, T., Gougoulis, N., Karayannis, V.G., & Kamvoukou, C.A. (2021). Investigation of the total phenolic content and antioxidant capacity of three sweet pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) at different development and maturation stages. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 65 (2), 219-228. <https://doi.org/10.3311/PPch.15553>
- Pérez-Gálvez, A., Garrido-Fernández, J., Mínguez-Mosquera, M.I., Lozano-Ruiz, M., & Montero-De-Espinosa, V. (1998). Fatty acid composition of two new pepper varieties (*Capsicum annuum* L. cv. Jaranda and Jariza): Effect of drying process and nutritional aspects. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76 (2), 205-208. <https://doi.org/10.1007/S11746-999-0219-8>
- Reddy, K.K., Harish, N., Tejashwini, B., Amala, B., & Swamy, R. (2023). Effect of different drying techniques on quality of Teja red chili (MHCP-310) powder. *The Pharma Innovation Journal*, 12 (3), 2031-2035. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue3/PartU/11-10-218-264.pdf>
- Romero-Luna, H.E., Colina, J., Guzmán-Rodríguez, L., Sierra-Carmona, C. G., Farías-Campomanes, Á. M., García-Pinilla, S., González-Tijera, M.M., Malagón-Alvira, K.O., & Peredo-Lovillo, A. (2023). Capsicum fruits as functional ingredients with antimicrobial activity: an emphasis on mechanisms of action. *Journal of Food Science and Technology*, 60 (11), 2725-2735.
- Rutkowska, J., & Stolyhwo, A. (2009). Application of carbon dioxide in subcritical state (LCO<sub>2</sub>) for extraction/fractionation of carotenoids from red paprika. *Food Chemistry*, 115 (2), 745-752. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.046>
- Sánchez, C.O., Zavaleta, E.B., García, G.U., Solano, G.L., & Díaz, M.R. (2021). Krill oil microencapsulation: Antioxidant activity, astaxanthin retention, encapsulation efficiency, fatty acids profile, in vitro bioaccessibility, and storage stability. *LWT*, 147, 111476. <https://www.x-mol.net/paper/article/1382386247503208448>
- Tefera, M., & Chandravanshi, B.S. (2018). Assessment of metal contents in commercially available, Ethiopian red pepper. *International Food Research Journal*, 25 (3), 25-27. [http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20\(03\)%202018/\(15\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20(03)%202018/(15).pdf)
- Topaloglu, M. (2010). The relationship between salt stress and pigment and capsaicinoid changes and peroxidase activity of chili peppers. Master Thesis, Cukurova University Institute of Science and Technology, Adana, pp: 131.
- Topuz, A., & Ozdemir, F. (2003). Influences of  $\gamma$ -irradiation and storage on the carotenoids of sun-dried and dehydrated paprika. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (17), 4972-4977. <https://doi.org/10.1021/jf034177z>
- Turkish Food Codex. (2002). Turkish Food Codex Spice Communiqué. Official Gazette, 10.04.2013. No: 28614. Ankara: Presidency printing house, 2013.
- Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A.V., Espada-Bellido, E., Ferreiro-González, M., Barbero, G.F., & Palma, M. (2023). The effect of ripening on the capsaicinoid composition of Jeromin pepper (*Capsicum annuum* L.) at two different stages of plant maturity. *Food Chemistry*, 399, 133979. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133979>
- Zaki, N., Hakmaoui, A., Ouattmane, A., & Fernández-Trujillo, J.P. (2013). Quality characteristics of Moroccan sweet paprika (*Capsicum annuum* L.) at different sampling times. *Food Science and Technology*, 33 (3). <https://doi.org/10.1590/s0101-20612013005000072>
- Zou, Y., Ma, K., & Tian, M. (2015). Chemical composition and nutritive value of hot pepper seed (*Capsicum annuum*) grown in the Northeast Region of China. *Food Science and Technology*, 35, 659-663. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6803>



## Tuz stresine maruz kalan makarnalık buğday çeşitlerinde tohum çimlenmesinin fizyolojik göstergelerindeki farklılıklar

Differences in physiological indicators of seed germination in durum wheat cultivars subjected to salinity stress

Neslihan DORUK KAHRAMAN<sup>1</sup> , Ali TOPAL<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ÖZET   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 06.11.2023<br/>Accepted / Kabul: 01.12.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Çimlenme kapasitesi<br/>İlk canlılık<br/>Tuzluluk<br/>Stres indeksi<br/>Toksik etki</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Germination capacity<br/>Initial vigor<br/>Salinity<br/>Stress index<br/>Toxic effect</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Neslihan DORUK KAHRAMAN<br/>neslihan.doruk@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Tuz stresi altında makarnalık buğday çeşitlerinin çimlenme ve erken fide dönemini değerlendirmek amacıyla, farklı tuz (NaCl) konsantrasyonları (0, 3 ve 6 g L<sup>-1</sup>) ve 10 adet makarnalık buğday çeşidi (Altıntaş-95, Ç-1252, Dumlupınar, Eminbey, Kunduru-1149, Kızıltan-91, Mirzabey-2000, Soylu, Svevo, Türköz) ile bu araştırma yürütülmüştür. Çalışmada çimlenme ve fide gelişiminin bazı indeksleri hesaplanmış ve analiz edilmiştir. Tuz stresi çimlenme kapasitesini (ÇK) ve çimlenme indeksini (Çİ), önemli ölçüde azaltırken, stres indeksini (Si) artırmıştır. Fide büyümesi ve başlangıç canlılığı (İC) da tuz etkisiyle önemli ölçüde engellenmiştir. İncelenen özellikler bakımından, çeşitler arasında farklılıklar ortaya çıkmış olup Altıntaş-95 artan tuz dozlarından en az etkilenen çeşit olurken, Kızıltan-91 ve Svevo en çok etkilenen çeşitler olmuştur. Çeşitlere bağlı olarak, tuz stresi çimlenme kapasitesini azaltırken fide gelişimini de etkilemiştir. Araştırma sonucu elde edilen bulgulara göre ortamda bulunan tuzun, osmotik etkisi nedeniyle bitkilerin su alımını engelleyerek çimlenmeyi geciktirdiği ve yüksek tuz seviyesinin (6 g L<sup>-1</sup> NaCl) bitkilerin hücresel yapılarına zarar verdiği bu nedenle de çimlenme ve fide gelişiminin etkilendiği gözlemlenmiştir. Bu bağlamda da buğday çeşitleri arasında belirgin bir ayırım yapma imkânı sağlayan ilk canlılık ve stres indeksinin, tuzluluğa karşı toleranslı bitki genotiplerini belirlemek için faydalı özellikler olduğu söylenebilir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>This study was conducted using ten different varieties of durum wheat (Altıntaş-95, Ç-1252, Dumlupınar, Eminbey, Kunduru-1149, Kızıltan-91, Mirzabey-2000, Soylu, Svevo, Türköz) to evaluate germination and early seedling stage under salt stress induced by increasing sodium chloride (NaCl) concentrations. In the study, some indices of germination and seedling development were calculated and analyzed. Salt stress significantly reduced germination capacity (GC), germination index (GI), while increasing the stress index (SI). Seedling growth and initial vitality (IV) were also significantly inhibited. Varietal differences emerged in all of these traits: Altıntaş-95 was the least affected variety, while Kızıltan-91 and Svevo were the most affected, and other varieties fell in between. Depending on the varieties, salt stress reduced germination capacity and also affected seedling development. Under low salt stress conditions (0-3 g L<sup>-1</sup> NaCl), it is believed that the main reason for the negative impact on germination is osmotic stress. Indeed, salt delayed germination by inhibiting water uptake by plants. Similarly, at high salt levels (6 g L<sup>-1</sup> NaCl), salt damaged the cellular structures of plants, significantly impacting both germination and seedling growth. In this context, it would be accurate to say that the first viability and stress index, which clearly distinguishes between the varieties studied, are useful traits for identifying salt-tolerant plant genotypes and can be employed in related studies.</p> |
| <b>Cite/Atf</b>   | Doruk Kahraman, N., & Topal, A. (2024). Tuz stresine maruz kalan makarnalık buğday çeşitlerinde tohum çimlenmesinin fizyolojik göstergelerindeki farklılıklar. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 148-157. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1385772">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1385772</a>  |



## GİRİŞ

Dünyadaki önemli tahıl ürünlerinden biri olan makarnalık buğday, verimi sınırlayan birçok çevresel faktöre maruz kalmaktadır ve toprak tuzluluğu da bitki büyümesini güçlü bir şekilde etkileyen başlıca faktörlerden biridir (Pekşen ve ark., 2014; Dawood ve ark., 2022; Onder ve ark., 2010).

İklim değişikliği ve artan kimyasal kullanımına bağlı olarak bitkisel üretimde biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkisi gün geçtikçe daha çok hissedilmektedir. Verimi etkileyen abiyotik stres faktörlerinden birisi olan toprak tuzluluğu, kaynağına bakılmaksızın (doğal, insan kaynaklı) dünyadaki ekilebilir arazilerin %20'sinden fazlasını etkilemektedir (Hickey ve ark., 2019). Tuzluluk, sürdürülebilir olmayan sulama uygulamaları ve tuzlu toprakların tarımsal üretime dahil edilmesi nedeniyle artmaktadır (Kopittke ve ark., 2019; Coban ve ark., 2018). Bu faktörlere iklim değişikliği de eklendiğinde, tuzluluk sorununun yakın gelecekte dünya tarımı için ciddi bir sorun teşkil edeceği tahmin edilmektedir (Dengiz ve ark., 2010). Munns ve Tester (2008) tuzluluğun her yıl 1.5 milyon hektarlık alanı tarım dışı bıraktığını bildirmişlerdir. Bu durumda, 2050 yılına kadar kullanılabilir arazilerin %50'si yitirilmiş olacaktır (Alzahrani ve ark., 2021).

Tuzluluğun etkileri, dokularda aşırı iyon ( $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$ ) birikimi nedeniyle doğrudan toksisite ve mineraller arasındaki rekabetin yol açtığı bitki beslenmesinde dengesizlik ile kendini gösterir. Tohum çimlenmesi, strese karşı en hassas dönem olmasının yanında (Patade ve ark., 2011) ürün verimini de belirleyen (Rajjou ve ark., 2012) bitki gelişiminin ilk aşamasıdır. Liu ve ark. (2023) çimlenme ve genç bitki döneminin ürün oluşumu için kritik aşamalar olduğunu bildirmişlerdir. Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2016) de bitkilerin gelişimlerinin erken dönemlerinde tuza karşı diğer gelişim dönemlerinden daha hassas olduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacıların ifadeleri tuzluluk toleransının erken gelişim evrelerinde belirlendiği çalışmaların gerekliliğini ortaya koymuştur. Nitekim Yavuz ve ark. (2023), tuz uygulamasının çimlenme ve erken fide gelişim döneminde tuza toleranslı buğday genotiplerinin belirlenmesinde tatminkâr bir teknik olduğunu bildirmiştir. Tuz stresine yönelik riskleri azaltmak için çeşitli çözümler öne sürülmüştür. Ancak bu çözümler maliyetli ve uygulanması oldukça zordur. Bu nedenle tuzluluğun mahsul verimi üzerindeki olumsuz etkilerini daha iyi karşılayacak türler, genotipler ve çeşitler taranarak kayıpları en aza indirmek alternatif bir yöntem olarak düşünülebilir.

Mrani Alaoui ve ark. (2013), özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda bitki büyüme ve gelişiminin ileriki aşamaları için, çimlenme aşamasının önemini bildirmiştir. Bununla birlikte, konuyla ilgili çalışma yapan birçok araştırmacı tuz ve diğer abiyotik stresler altında türlerin ve çeşitlerin çimlenme ve erken aşamalarında farklılıklar tespit etmişlerdir (Tanur & Yorgancılar, 2020; Doruk Kahraman & Gökmen, 2022). Tuz stresi altında iyi çimlenme ve fide gelişimine sahip çeşitlerin belirlenmesi için bu farklılıkların araştırılması önemlidir.

Tuza toleranslı çeşitlerin tercih edilmesi tuzlu toprakların ve suyun verimli kullanımı için etkili bir strateji olacaktır. Bu çalışmada, söz konusu yaklaşıma uygun olarak tuz stresinin makarnalık buğdayda tohum çimlenmesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada toleranslı çeşitlerin belirlenmesi yanında, bitki hayat döngüsünün en hassas aşaması olan çimlenme ve erken vejetatif gelişme dönemlerine tuzluluğun etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### *Bitki materyali ve çimlendirme deneyleri*

Araştırmada, 10 adet makarnalık buğday çeşidi (Altıntaş-95, Ç-1252, Dumlupınar, Eminbey, Kunduru-1149, Kızıltan-91, Mirzabey-2000, Soylu, Svevo, Türköz) materyal olarak kullanılmıştır. Makarnalık buğday çeşitlerine ait tohumlar 2020-2021 yetiştirme döneminde Konya ekolojik koşullarında yetiştirilmiş olup, araştırma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Laboratuvarında yürütülmüştür.

Tuz formu olarak toprakta biriken ve kültür bitkilerini etkileyen NaCl formu kullanılmıştır (Munns & Termaat, 1986). Çimlenme testine başlamadan önce tohumlar hipo-klorit (%5 ticari çamaşır suyu) içeren çözeltide 15 dakika

bekletilmiş ve ardından üç kez saf su ile durulanmıştır (Doruk Kahraman & Gökmen, 2022). Çimlenme ortamı olarak her bir çeşit için saf su (kontrol-0 tuz) ve 3, 6 g L<sup>-1</sup> sodyum klorür (NaCl) içeren tuzlu su çözeltisi ile ıslatılmış filtre kâğıdı bulunan 9 cm çapındaki plastik Petri kapları kullanılmıştır. Tohumlar iklim odasında 24±1 °C'de karanlık koşullarda çimlenmeye bırakılmıştır (Doruk Kahraman & Gökmen, 2022).

### **Deney tasarımı ve çimlenme göstergeleri**

Araştırma, 10 genotip ve üç çimlenme ortamı olmak üzere 2 faktörlü (genotip × NaCl konsantrasyonu) tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekerrürlü olarak tasarlanmıştır. Toplam 90 parselden oluşan araştırmada filtre kâğıdı bulunan Petri kaplarına her uygulamadan 5 ml eklenip, 15 adet tohum yerleştirilmiş ve üzeri ikinci bir filtre kâğıdı ile kapatılarak her uygulamadan 3 ml daha ilave edilmiştir. Petri kapları kontrol edilmiş ve ihtiyaç görüldüğünde 3 ml ilave su verilmiştir. Kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilerek 7. ve 14. günde sayımları yapılmıştır (Fuller ve ark., 2012). Fide büyümesi dört haftalık uygulamadan sonra değerlendirilmiştir. Hasattan önce fidelerin boyları ölçülmüş, ardından sürgün, kök ve toplam biyokütle miktarları belirlenmiştir (Hmissi ve ark., 2023). Araştırmada çimlenme kapasitesi, çimlenme indeksi, ilk canlılık, stres indeksi, canlılık indeksi gibi özellikler incelenmiş olup, bu kapsamda bitkilerde kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök ve sürgün kuru ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Bu özellikler belirlenirken her bir Petri kabından rastgele seçilen 10 fide kullanılmıştır. Kuru ağırlık, taze sürgünlerin 105 °C'de 24 saat kurutulmasıyla belirlenmiştir (Atak ve ark., 2006; Saboor ve ark., 2006). Ayrıca Hmissi ve ark. (2023)' nın kullandığı çeşitli formüllere dayanarak aşağıdaki özellikler belirlenmiştir:

Çimlenme kapasitesi (ÇK, %): Bu özellik, makarnalık buğday tohumlarının çimlenmesinin fizyolojik sınırını oluşturan tuz konsantrasyonunun belirlenmesini sağlar ve maksimum çimlenen tohumların toplam tohum sayısına oranı olarak ifade edilir:

$$\text{ÇK} = \frac{b}{a} \times 100 \quad \text{Eq.(1)}$$

Burada a = toplam tohum sayısı, b = maksimum çimlenen tohum sayısı.

Çimlenme indeksi (Çİ): Tuz stresi altındaki çimlenme kapasitesinin (ÇKs) kontroldeki çimlenme kapasitesine (0 NaCl, ÇKk) oranı olarak ifade edilir. Aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Çİ} = \frac{\text{ÇKs}}{\text{ÇKk}} \quad \text{Eq.(2)}$$

İlk canlılık (İC): Çimlenme kapasitesini bitki büyümesiyle ilişkilendiren önemli bir özelliktir. Aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{İC} = \frac{\text{ÇK}}{\text{KA}} \quad \text{Eq.(3)}$$

Burada ÇK = çimlenme kapasitesi, KA = bitki kuru ağırlığı.

Stres indeksi (Sİ): Bu özellik, her bir çeşitteki stres derecesinin göstergesidir. Aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\text{Sİ} = 1 - \frac{\text{ÇKs} - \text{ÇKk}}{\text{ÇKk}} \quad \text{Eq.(4)}$$

Burada ÇKs = tuz stresi altında çimlenme kapasitesi, ÇKk = kontrol uygulamasında çimlenme kapasitesi.

Canlılık indeksi (Cİ): Fide canlılık indeksi Hmissi ve ark. (2023) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$= \text{Çimlenme kapasitesi (\%)} \times \text{Fide uzunluğu (cm)} \quad \text{Eq.(5)}$$

### **İstatistik analiz**

Denemede ölçülen ve gözlemlenen tüm veriler Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine uygun olarak JMP 13.2.0 programında varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir (Snedecor & Cochran, 1967).

## **BULGULAR ve TARTIŞMA**

### **Çimlenme kapasitesi (ÇK %)**

Araştırmada, çimlenme kapasitesi bakımından çeşitler ve tuz dozları arasında istatistiki anlamda %1 seviyesinde önemli farklar saptanmıştır. Ayrıca çeşit x tuz interaksyonu da %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çalışmada tuz stresinin, NaCl konsantrasyonuna ve genotipe bağlı olarak makarnalık buğdayın çimlenme kapasitesini azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 1). Orta dereceli tuz stresinde (3 g L<sup>-1</sup> NaCl), ÇK'nın en fazla Svevo (%32) ve Türköz (%18) çeşitlerinde azaldığı, diğer dokuz çeşitte bahsi geçen iki çeşitte olduğu kadar önemli olmayan bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Yüksek tuz stresinde (6 g L<sup>-1</sup> NaCl), tolerans derecelerine göre tüm çeşitlerde çimlenme kapasitesi önemli ölçüde azalmıştır. Buna göre Altıntaş-95, Mirzabey-2000 ve Dumlupınar az etkilenen grupta (%15) yer almıştır. Ç-1252, Eminbey, Kunduru-1149 ve Soylu orta derecede (%30-%40 arası) etkilenen grupta, Svevo ve Kızıltan-91 ise en hassas (%49) grupta yer almıştır. Çeşit x tuz interaksyonunun da önemli bulunduğu çalışmada, en yüksek çimlenme kapasitesine kontrolde Eminbey (%100) çeşidinin sahip olduğu ve onu yine kontrolde %97.7 ile Altıntaş-95 ve Soylu çeşitlerinin takip ettiği görülmüş, en düşük çimlenme kapasitesine ise 6 g L<sup>-1</sup> tuz dozunda sırasıyla Svevo (%46,7) ve Kızıltan-91 (%49) çeşitleri sahip olmuştur (Çizelge 1). Konuyla ilgili çalışma yapan bazı araştırmacılar, rizosferdeki tuz konsantrasyonundaki artışın çimlenme kapasitesini azalttığını ve çimlenmenin başlamasını engelleyerek çimlenme süresini uzattığını bildirmiştir (Patade ve ark., 2011; Ansari ve ark., 2012; Thiam ve ark., 2013; Dirik ve ark., 2018; Okumuş & Uzun, 2022). Elde ettiğimiz sonuçlar mevcut literatürle uyum içerisindedir. Bu çalışmada gözlemlenen çimlenme yüzdesindeki azalma ve çimlenme hızındaki yavaşlama, çimlenme esnasında Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>'nin alımının yüksek oranda olmasından, dolayısıyla hücrede toksisitenin oluşmasından kaynaklanıyor olabilir.

### **Çimlenme indeksi (Çİ)**

Çalışmada yer alan çeşitlerin tuza toleranslarını ayırt etmek için çimlenme indeksi (Çİ) hesaplanmıştır. Çimlenme indeksi bakımından çeşitler ve tuz dozları arasında istatistiki anlamda %1 seviyesinde önemli farklar saptanmıştır. Ayrıca çeşit x tuz interaksyonu da %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Artan tuz seviyesinin çeşitlerde çimlenme indeksini azalttığı görülmektedir (Çizelge 2). Bu durumun tamamen NaCl konsantrasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca veriler incelendiğinde makarnalık buğdayın çimlenme aşamasında tuzluluğa tepkisinde bazı genotipik farklılıklar da açıkça görülmektedir (Çizelge 2). Nitekim en yüksek çimlenme indeksi Altıntaş-95, Ç-1252, Kunduru-1149, Kızıltan-91, Mirzabey-2000'de en düşük ise Kızıltan-91 ve Svevo' da saptanmıştır. Çimlenme indeksi bakımından Altıntaş-95 çeşidi hariç ilk sıralarda yer alan çeşitler ile son sıralarda yer alan çeşitler yaklaşık aynı bulunmuştur. Çeşit ve tuz interaksyonunun da önemli olduğu çalışmada Altıntaş-95 çeşiti 3 g L<sup>-1</sup> tuz dozunda 0.95 ile en yüksek çimlenme indeksine sahip olurken onu 0.94 ile Kunduru-1149 ve 0.92 ile Ç-1252 ile Mirzabey-2000 çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 2). Tüm koşulların eşit olduğu laboratuvar şartlarında çeşitler arasında ortaya çıkan bu farklar, genotiplerin tuza hassasiyetlerinin farklı olmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 1. Farklı sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonlarında makarnalık buğday tohumlarının çimlenme kapasitesi (ÇK; %)

Table 1. Germination capacity (GC, %) of durum wheat grains exposed to different concentrations of sodium chloride (NaCl)

| Çeşitler      | NaCl dozu (g L <sup>-1</sup> ) |          |           |          |
|---------------|--------------------------------|----------|-----------|----------|
|               | 0                              | 3        | 6         | Ort.     |
| Altıntaş-95   | 97.7 ab*                       | 92.7 a-e | 83.0 d-g  | 91.1 A** |
| Ç-1252        | 93.0 a-e                       | 85.7 b-g | 64.3 jk   | 81.0 BCD |
| Dumlupınar    | 93.3 a-d                       | 66.3 ijk | 75.7 ghij | 78.4 CD  |
| Eminbey       | 100.0 a                        | 89.0 a-f | 69.0 h-k  | 86.0 AB  |
| Kunduru-1149  | 95.3 abc                       | 90.0 a-e | 57.0 kl   | 80.8 BCD |
| Kızıltan-91   | 95.7 abc                       | 86.0 b-g | 49.0 l    | 76.9 D   |
| Mirzabey-2000 | 91.0 a-e                       | 84.0 c-g | 77.0 f-ı  | 84.0 BC  |
| Soylu         | 97.7 ab                        | 81.0 e-h | 57.7 kl   | 78.8 CD  |
| Svevo         | 91.0 a-e                       | 62.0 k   | 46.7 l    | 66.6 E   |
| Türköz        | 95.3 abc                       | 77.7 f-ı | 76.7 ghı  | 83.2 BCD |
| Ort.          | 95.0 A                         | 81.4 B   | 65.6 C    |          |

\*: Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.01).

\*\* :Büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.01).

Sima ve ark. (2013) konuyla ilgili yürüttükleri çalışmalarında çimlenmenin tuzluluğa karşı yüksek hassasiyetinin hasarlı ve gecikmiş enzim aktivitesine atfedildiğini öne sürmüşlerdir. Bouzidi ve ark. (2021) ise ortamdaki düşük tuz konsantrasyonlarının bir dormansi durumuna neden olduğunu ve toksik etkiye neden olmamasına rağmen çimlenme oranını düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. Araştırmacıların ifade ettikleri gibi, farklı tuz konsantrasyonları tohum çimlenmesini engelleyici etki gösterir ve sodyum iyonlarının toksik etkisi nedeniyle çimlenme kapasitesini azaltır. (Murillo-Amador ve ark., 2002).

Çizelge 2. Farklı sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonlarında makarnalık buğday tohumlarının çimlenme indeksi (Çİ)\*

Table 2. Germination index (GI) of durum wheat grains exposed to different concentrations of sodium chloride (NaCl)\*

| Çeşitler      | NaCl dozu (g L <sup>-1</sup> ) |          |          |
|---------------|--------------------------------|----------|----------|
|               | 3                              | 6        | Ort.     |
| Altıntaş-95   | 0.95 a*                        | 0.85 abc | 0.89 A** |
| Ç-1252        | 0.92 a                         | 0.69 cde | 0.80 ABC |
| Dumlupınar    | 0.72 bcd                       | 0.81 abc | 0.77 BC  |
| Eminbey       | 0.89 ab                        | 0.69 cde | 0.79 ABC |
| Kunduru-1149  | 0.94 a                         | 0.59 def | 0.77 BC  |
| Kızıltan-91   | 0.90 a                         | 0.51 f   | 0.71 CD  |
| Mirzabey-2000 | 0.92 a                         | 0.84 abc | 0.88 AB  |
| Soylu         | 0.83 abc                       | 0.59 def | 0.71 CD  |
| Svevo         | 0.69 cde                       | 0.52 ef  | 0.61 D   |
| Türköz        | 0.82 abc                       | 0.80 abc | 0.81 ABC |
| Ort.          | 0.86 A                         | 0.69 B   |          |

\*: Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.01).

\*\* :Büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.01).

### Çimlenme kapasitesine dayalı stres indeksi (Sİ-ÇK)

Çimlenme kapasitesine dayalı stres indeksi bakımından çeşitler ve tuz dozları arasında istatistiksel anlamda %1 seviyesinde önemli farklar saptanmıştır. Ayrıca çeşit x tuz etkileşimi de %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Başka bir özellik olarak, çimlenme kapasitesine (Sİ-ÇK) dayalı olarak hesaplanan stres indeksi diğer gözlemlenen genotipik farklılıkları doğrulamaktadır. Sİ-ÇK'nın farklı buğday çeşitlerinde artan tuz stresi ile arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, Svevo ve Soylu, NaCl konsantrasyonundan bağımsız olarak Sİ-ÇK'da en yüksek artışı gösterirken, Altıntaş-95 ve Mirzabey-2000, tuz stresi ile Sİ-ÇK'larını artırırsalar bile en az duyarlı olmuşlardır (Çizelge 3). Faktörler arasındaki interaksiyonun da önemli bulunduğu çalışmada en yüksek stres indeksi, 6 g L<sup>-1</sup> tuz dozunda Kızıltan-91 (1.48) çeşidinde belirlenmiş ve onu Svevo (1.47) çeşidi takip etmiştir (Çizelge 3). Konuyla ilgili olarak sorgumda çalışma yapan Zulfiqar ve ark. (2013) sorgumun çimlenme sürecinde daha sonraki büyüme aşamasına göre tuzluluğa daha toleranslı olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, Ayers ve Hayward (1949) çimlenme ve bitki yaşam döngüsünün diğer aşamalarındaki tuz toleransının daima ilişkili olmadığını, bu durumun farklı bitki türlerine göre değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, tuz stresinin çimlenme aşamasıyla ilgili fizyolojik parametreler üzerinde olumsuz etkileri olduğunu gösterirken, genotipik farklılıkları da görmemizi sağlamıştır. Tuzluluk, buğdayın çimlenmesini geciktirmiş ve çimlenme kapasitesini önemli ölçüde azaltmıştır. Düşük tuz dozlarında ozmotik etki baskınken, şiddetli tuz stresinde toksik etki belirgin olmuştur.

Çizelge 3. Farklı sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonlarında makarnalık buğday tohumlarının stres indeksi (Sİ-ÇK)  
Table 3. Stress index (SI-GC) of durum wheat grains exposed to different concentrations of sodium chloride (NaCl)

| Çeşitler      | NaCl dozu (g L <sup>-1</sup> ) |          | Ort.     |
|---------------|--------------------------------|----------|----------|
|               | 3                              | 6        |          |
| Altıntaş-95   | 1.05 f*                        | 1.15 def | 1.10 D** |
| Ç-1252        | 1.08 f                         | 1.30 bcd | 1.19 BCD |
| Dumlupınar    | 1.28 cde                       | 1.19 def | 1.23 BC  |
| Eminbey       | 1.11 ef                        | 1.31 bcd | 1.21 BCD |
| Kunduru-1149  | 1.06f                          | 1.41 abc | 1.23 BC  |
| Kızıltan-91   | 1.10 f                         | 1.48 a   | 1.29 AB  |
| Mirzabey-2000 | 1.07 f                         | 1.16 def | 1.11 CD  |
| Soylu         | 1.17 def                       | 1.41 abc | 1.29 AB  |
| Svevo         | 1.31 bcd                       | 1.47 ab  | 1.39 A   |
| Türköz        | 1.18 def                       | 1.20 def | 1.19 BCD |
| Ort.          | 1.14 B                         | 1.30 A   |          |

\*: Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.01).

\*\* :Büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.01).

### İlk canlılık (İC)

Çalışmada ilk canlılık bakımından çeşitler ve tuz dozları arasında istatistiksel anlamda %1 seviyesinde önemli farklar saptanmıştır. Ayrıca çeşit x tuz interaksiyonu da %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çalışmada çimlenme ve erken dönem fide gelişiminde tuz stresine cevap olarak genotipik farklılığın belirlenmesi amacıyla ilk canlılık (İC) belirlenmiştir. Bu özellik, çimlenme kapasitesi ile bitki büyümesini ilişkilendirmektedir (Hmissi ve ark., 2023). Çizelge 4'te görüldüğü gibi artan NaCl konsantrasyonu çeşitlerde İC'yi azaltmıştır. Konuyla ilgili çalışma yapan Hmissi ve ark. (2023) da artan tuz dozu ile beraber İC'nin azaldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte bu parametre, çalışılan çeşitler arasında net bir ayırım yapmakta ve Kızıltan-91 ve Svevo'nun diğer çeşitlere, özellikle de Altıntaş-95 ve Türköz'e kıyasla hassasiyetini göstermektedir. Kızıltan-91, 3 ve 6 g L<sup>-1</sup> NaCl'de sırasıyla %33 ila %63 oranında canlılığını kaybederken, Svevo 3 ve 6 g L<sup>-1</sup> NaCl'de sırasıyla %42 ila %53 oranında canlılığını kaybetmiştir. Diğer çeşitlerde İC kaybı 3 g L<sup>-1</sup> NaCl'de %10'un altında kalmış ve yüksek NaCl konsantrasyonu olan 6 g L<sup>-1</sup> NaCl'de önemli hale gelmiştir. Altıntaş-95, Dumlupınar ve Türköz yüksek tuz stresinde bile en az İC kaybeden çeşitler olmuştur.

Çizelge 4. Farklı sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonlarında makarnalık buğday tohumlarının ilk canlılık (İC) değerleri

Table 4. Initial vigor (IV) of durum wheat grains exposed to different concentrations of sodium chloride (NaCl)

| Çeşitler      | NaCl dozu (g L <sup>-1</sup> ) |          |          |          |
|---------------|--------------------------------|----------|----------|----------|
|               | 0                              | 3        | 6        | Ort.     |
| Altıntaş-95   | 7.86 a*                        | 7.36 a   | 7.73 a   | 7.65 A** |
| Ç-1252        | 4.56 b-f                       | 4.56 b-f | 3.73 e-j | 4.28 CD  |
| Dumlupınar    | 4.5 b-g                        | 3.03 ı-l | 3.10 h-l | 3.54 DE  |
| Eminbey       | 7.10 a                         | 7.03 a   | 3.03 ı-l | 5.72 B   |
| Kunduru-1149  | 3.73 e-j                       | 4.30 b-ı | 2.70 jkl | 3.57 DE  |
| Kızıltan-91   | 5.53 b                         | 3.70 e-k | 2.00 l   | 3.74 D   |
| Mirzabey-2000 | 3.73 e-j                       | 3.70 e-k | 3.23 g-l | 3.55 DE  |
| Soylu         | 4.80 b-e                       | 4.33 b-h | 3.30 f-k | 4.14 CD  |
| Svevo         | 4.23 c-ı                       | 2.43 kl  | 2.00 l   | 2.88 E   |
| Türköz        | 5.23 bcd                       | 5.33 bc  | 4.03 d-ı | 4.86 C   |
| Ort.          | 5.13 A                         | 4.58 B   | 3.48 C   |          |

\*: Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.01).

\*\* :Büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.01).

### Canlılık indeksi (Ci)

Yapılan varyans analizinde canlılık indeksi bakımından çeşitler ve tuz dozları arasında istatistiki anlamda %1 seviyesinde önemli farklar saptanmıştır. Ayrıca çeşit x tuz etkileşimi de %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı sodyum klorür (NaCl) konsantrasyonlarında makarnalık buğday tohumlarının canlılık indeksi (Ci)

Table 5. Vigor index (GI) of durum wheat grains exposed to different concentrations of sodium chloride (NaCl)

| Çeşitler      | NaCl dozu (g L <sup>-1</sup> ) |            |           |            |
|---------------|--------------------------------|------------|-----------|------------|
|               | 0                              | 3          | 6         | Ort.       |
| Altıntaş-95   | 2029 cd*                       | 1439.3 fg  | 934.3 ijk | 1467.5 A** |
| Ç-1252        | 1645 ef                        | 1834.7 de  | 819 jkl   | 1432.8 AB  |
| Dumlupınar    | 1962.0 d                       | 965.0 ijk  | 1146.0 hi | 1357.6 ABC |
| Eminbey       | 2636.7 a                       | 999 ijk    | 724.7 klm | 1453.4 AB  |
| Kunduru-1149  | 1985.3 d                       | 1420.7 fgh | 475.3 mn  | 1293.7 BC  |
| Kızıltan-91   | 2289.3 bc                      | 1500 f     | 487 mn    | 1425.4 AB  |
| Mirzabey-2000 | 1514 f                         | 1173 ghi   | 593.7 lmn | 1093.5 D   |
| Soylu         | 2342.7 b                       | 1188.3 ghi | 557.7 lmn | 1362.8 AB  |
| Svevo         | 1661.7 ef                      | 1030.3 ij  | 403.3 n   | 1031.7 D   |
| Türköz        | 1977.3 d                       | 1006.3 ijk | 595.3 lmn | 1193.0 CD  |
| Ort.          | 2004.3 A                       | 1255.6 B   | 673.6 C   |            |

\*: Farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.01).

\*\* :Büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.01).

Çizelge 5'te de görüldüğü gibi çeşitlerin canlılık indeksi artan tuz dozu ile azalmıştır. Çeşitler arasında Kunduru-1149 ve Svevo, 6 g L<sup>-1</sup> NaCl tuz dozunda en düşük (sırasıyla 475.3, 403.3) canlılık indeksine sahip olurken, 3 g L<sup>-1</sup> NaCl tuz dozunda en yüksek canlılık indeksi Ç-1252 ve Kızıltan-91 çeşitlerinde belirlenmiştir (sırasıyla 1894.7, 1500). Araştırmadan genotipler için elde edilen değerler 403.3 – 2636.7 arasında değişmiş ve istatistiki anlamda önemli olmuştur. Bununla birlikte canlılık indeksi parametresinin çimlenme kapasitesi kullanılarak hesaplandığından ötürü, çimlenme kapasitesi bakımından tuza en duyarlı olduğu belirtilen Svevo çeşidi (Çizelge 1), canlılık indeksi bakımından da en düşük değeri almıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar konuyla ilgili çalışma yürüten araştırmacıların sonuçlarıyla uyum içerisindedir (Islam ve ark., 2022).



Elde edilen sonuçlara göre, incelenen tüm karakterlerde artan tuzluluğun, çimlenme ve fidelerin büyüme parametreleri üzerinde bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Çalışılan 10 çeşit arasında bazı genotipik farklılıklar tespit edilmiştir. Bu, bitkilerin tuz stresine karşı genetik olarak çeşitli tepkiler geliştirebileceğini ve bu farklılıkların tuzluluğa karşı toleransın değerlendirilmesinde önemli olduğunu göstermektedir. Özellikle, Altıntaş-95 çeşiti çalışmada tuzluluğa karşı toleranslı olarak belirlenirken, Svevo çeşidi ise hassas olarak belirlenmiştir. Araştırmada incelenen özelliklerden ilk canlılık (İC) ve stres indeksinin (Si), çalışılan çeşitleri birbirinden ayırmak için kullanılabilecek uygun özellikler olduğu ve tuzluluğa toleranslı çeşitleri belirlemek için faydalı olabileceği söylenebilir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamışlardır.

#### ETİK ONAY BEYANI

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

#### KAYNAKLAR

- Alaoui, M.M., El Jourmi, L., Ouarzane, A., Lazar, S., El Antri, S., Zahouily, M., & Hmyene, A. (2013). Effet du stress salin sur la germination et la croissance de six variétés marocaines de blé (Effect of salt stress on germination and growth of six Moroccan wheat varieties). *Journal of Materials and Environmental Science*, 4 (6), 997-1004.
- Alzahrani, O., Abouseadaa, H., Abdelmoneim, T.K., Alshehri, M.A., Mohamed, E.M., El-Beltagi, H.S., & Mohamed, A.M. (2021). Agronomical, physiological and molecular evaluation reveals superior salt-tolerance in bread wheat through salt-induced priming approach. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49 (2), 12310-12310. <https://doi.org/10.15835/nbha49212310>
- Ansari, S.A., & Husain, Q. (2012). Potential applications of enzymes immobilized on/in nano materials: A review. *Biotechnology Advances*, 30 (3), 512-523. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2011.09.005>
- Atak, M., Kaya, M.D., Kaya, G., Çikili, Y., & Çiftçi, C. Y. (2006). Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of triticale. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (1), 39-47.
- Ayers, A.D., & Hayward, H.E. (1949). A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. *Soil Science Society of America Journal*, 13 (C), 224-226. <https://doi.org/10.2136/sssaj1949.036159950013000C0039x>
- Bouzidi, A., Krouma, A., & Chaieb, M. (2021). Chemical seed priming alleviates salinity stress and improves *Sulla carnosa* germination in the saline depression of Tunisia. *Plant Direct*, 5 (11), e357. <https://doi.org/10.1002/pld3.357>
- Budaklı Çarpıcı, E., & Erdel, B. (2016). Determination of responses of different alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties to salt stress at germination stage. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (1), 61-67. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236433>
- Coban, F.; Ozer, H.; Ors, S.; Sahin, U.; Yildiz, G.; Cakmakci, T. (2018). Effects of deficit irrigation on essential oil composition and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in a high-altitude environment. *Journal of Essential Oil Research*, 30, 457-463.

- Dawood, M.F., Sofy, M.R., Mohamed, H.I., Sofy, A.R., & Abdel-kader, H.A. (2022). Hydrogen sulfide modulates salinity stress in common bean plants by maintaining osmolytes and regulating nitric oxide levels and antioxidant enzyme expression. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22 (3), 3708-3726. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00921-w>
- Dengiz, O., Ozcan, H., Koksal, E. S., Baskan, O., & Kosker, Y. (2010). Sustainable natural resource management and environmental assessment in the Salt Lake (Tuz Golu) specially protected area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 161, 327-342. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0749-4>
- Dirik, K.Ö., Saygılı, İ., Özkurt, M., & Sakin, M.A. (2018). Bazı yerel ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin ozmotik stres altında erken gelişme dönemindeki kuraklık toleransının belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1 (2), 95-101.
- Doruk Kahraman, N., & Gökmen, S. (2022). Effect of salt doses on biological values in durum wheat. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 36 (2), 260-267. <https://doi.org/10.15316/SJAIFS.2022.034>
- Fuller, M.P., Hamza, J.H., Rihan, H.Z., & Al-Issawi, M. (2012). Germination of primed seed under NaCl stress in wheat. *International Scholarly Research Notices*, 167804. <https://doi.org/10.5402/2012/167804>
- Hickey, L.T., N. Hafeez, A., Robinson, H., Jackson, S.A., Leal-Bertioli, S.C.M., Tester, M., Gao, C., Godwin, I.D., Hayes, B.J., & Wulff, B.B. (2019). Breeding crops to feed 10 billion. *Nature Biotechnology*, 37 (7), 744-754. <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0152-9>
- Hmissi, M., Chaieb, M., & Krouma, A. (2023). Differences in the physiological indicators of seed germination and seedling establishment of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars subjected to salinity stress. *Agronomy*, 13 (7), 1718. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071718>
- Islam, S., Biswas, P.K., Amin, A.K.M.R., Fujita, M., Paul, A.K., Mahmud, J.A., & Hasanuzzaman, M. (2022). Germination and growth performance of seedlings of ascorbic acid, silicon and gibberellic acid treated secondary seed of wheat under salt stress. *Bangladesh Agronomy Journal*, 25 (1), 115-128.
- Kopittke, P.M., Menzies, N.W., Wang, P., McKenna, B.A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, 132, 105078. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105078>
- Liu, J., Wu, Y., Dong, G., Zhu, G., & Zhou, G. (2023). Progress of research on the physiology and molecular regulation of sorghum growth under salt stress by gibberellin. *International Journal of Molecular Sciences*, 24 (7), 6777. <https://doi.org/10.3390/ijms24076777>
- Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to salinity. *Functional Plant Biology*, 13 (1), 143-160. <https://doi.org/10.1071/PP9860143>
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Murillo-Amador, B., López-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J., & Flores-Hernández, A. (2002). Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188 (4), 235-247. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00563.x>
- Okumuş, O. (2022). Çayir üçgülünde (*Trifolium pratense* L.) in vitro mutasyon uygulamalarının M1 generasyonunda tuz toleransına etkileri Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 69 s.
- Önder, M., & Kahraman, A. (2010). Global climate changes and their effects on field crops. 10<sup>th</sup> *International Multidisciplinary Geoconference SGEM, Conference Proceedings*. Volume II, Page: 589-592, 20-26 June 2010, Bulgaria.
- Patade, V.Y., Bhargava, S., & Suprasanna, P. (2011). Salt and drought tolerance of sugarcane under iso-osmotic salt and water stress: growth, osmolytes accumulation, and antioxidant defense. *Journal of Plant Interactions*, 6 (4), 275-282. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.557513>

- Pekşen, E., Peksen, A., & Gulumser, A. (2014). Leaf and stomata characteristics and tolerance of cowpea cultivars to drought stress based on drought tolerance indices under rainfed and irrigated conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3, 626-634.
- Rajjou, L., Duval, M., Gallardo, K., Catusse, J., Bally, J., Job, C., & Job, D. (2012). Seed germination and vigor. *Annual Review of Plant Biology*, 63, 507-533. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105550>
- Saboora, A., Kiarostami, K., Behroozbayati, F., & Hajhashemi, S. (2006). Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9 (11), 2009-2021.
- Sima, N.A.K.K., Ahmad, S.T., & Pessaraki, M. (2013). Comparative study of different salts (sodium chloride, sodium sulfate, potassium chloride, and potassium sulfate) on growth of forage species. *Journal of Plant Nutrition*, 36 (2), 214-230. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.739242>
- Snedecor, G.W., & Cochran, W.G. (1967). *Statistical methods*. 6<sup>ed</sup>. Iowa State University, press USA, 456.
- Tanur, M., & Yorgancılar, M. (2020). Tuz stresine maruz bırakılan kanola (*Brassica napus* L.)'da priming uygulamalarının (salisilik asit ve askorbik asit) çimlenme üzerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10 (4), 3109-3121. <https://doi.org/10.21597/jist.757788>
- Thiam, M., Champion, A., Diouf, D., & Ourèye SY, M. (2013). NaCl effects on in vitro germination and growth of some senegalese cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars. *International Scholarly Research Notices*, 382417. <http://dx.doi.org/10.5402/2013/382417>
- Yavuz, D., Rashid, B.A.R., & Seymen, M. (2023). The influence of NaCl salinity on evapotranspiration, yield traits, antioxidant status, and mineral composition of lettuce grown under deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 310, 111776. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111776>
- Zulfiqar, A., Khan, D., & Naeem, A. (2013). Salt tolerance of three sorghum cultivars during germination and early seedling growth. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 10 (2), 193-202.

## Analysis of the impact of agricultural credits on agricultural mechanization in Türkiye

Türkiye'deki tarımsal kredilerin tarımsal mekanizasyona etkisinin analizi

Ömer KESKİN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Özalp Vocational School, Van, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ABSTRACT   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 04.11.2023<br/>Accepted / Kabul: 13.12.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Agricultural loans<br/>Agricultural mechanization<br/>Time series analysis<br/>ARDL bounds testing</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Tarımsal krediler<br/>Tarımsal mekanizasyon<br/>Zaman serisi analizi<br/>ARDL sınır testi</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Ömer KESKİN<br/>omerkeskin@yyu.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Agricultural mechanization is one of the high-cost important inputs used in agricultural production. Thanks to agricultural mechanization, time and manpower are saved greatly in the agricultural production process. Agricultural loans, one of the most important agricultural financing instruments, are considered necessary for agricultural enterprises to invest in agricultural mechanization. This study, which adopts a quantitative research method approach, aimed to analyze the impact of agricultural loans on agricultural mechanization in Türkiye using time series analysis. Within the scope of the purpose, annual data covering the period 1981-2022 were gathered from data sources related to loans and agricultural mechanization. A log-log model was constructed with loans as the independent variable and agricultural mechanization as the dependent variable, and ARDL bounds testing method was applied in the estimation of the model. According to the findings obtained from the estimation of the model, there was a long-term, positive, and statistically significant co-integration relationship between loans and agricultural mechanization variables. A 1% increase in the loan balance was found to increase agricultural mechanization by approximately 0.035%. On the other hand, the short-term relationship between the variables was found to be negative and statistically significant. Short-term deviations from the long-term equilibrium caused by shocks were shown to vanish by approximately 86% after 1 period. In this context, it is clear that the adaptation process between the variables is very rapid.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Tarımsal mekanizasyon, tarımsal üretimde kullanılan yüksek maliyetli önemli üretim girdilerinden biridir. Tarımsal mekanizasyon sayesinde tarımsal üretim sürecinde zamandan ve insan gücünden büyük ölçüde tasarruf edilmektedir. En önemli tarımsal finansman araçlarından biri olan tarımsal krediler, tarım işletmelerinin tarımsal mekanizasyona yatırım yapabilmeleri için gerekli görülmektedir. Nicel araştırma yöntemi yaklaşımını benimseyen bu çalışmada Türkiye'deki tarımsal kredilerin tarımsal mekanizasyona etkisini zaman serisi analiziyle analiz etmek amaçlanmıştır. Amaç doğrultusunda krediler ve tarımsal mekanizasyon ile ilgili veri kaynaklarından 1981-2022 dönemini kapsayan yıllık veriler toplanmıştır. Analiz için kredilerin bağımsız, tarımsal mekanizasyonun ise bağımlı değişken olarak yer aldığı tam logaritmik bir model kurulup bu modelin tahmininde ARDL sınır testi yöntemi uygulanmıştır. Model tahmininden elde edilen bulgulara göre; krediler değişkeniyle tarımsal mekanizasyon değişkeni arasında uzun dönemli, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünlüşme ilişkisi vardır. Kredilerin bakiyesindeki %1'lik artış, tarımsal mekanizasyonu yaklaşık %0.035 artırmaktadır. Diğer taraftan değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki ise negatif olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Kısa dönemde yaşanan şoklardan sonra değişkenler arasında oluşan uzun dönem dengesinden sapma(lar) 1 dönem sonra yaklaşık %86 oranında ortadan kalkmaktadır. Bu bağlamda, değişkenler arasındaki uyarlanma sürecinin çok hızlı olduğu açıktır.</p> |
| <b>Cite/Atf</b>  | Keskin, Ö. (2024). Analysis of the impact of agricultural credits on agricultural mechanization in Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 158-167. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1386236">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1386236</a>   |

## INTRODUCTION

Agricultural mechanization as a production technology is an important factor that includes the design, development, production, marketing, providing usage training and use of all kinds of energy sources and mechanical tools and equipment to perform all operations related to agricultural production (Zeren et al., 1995). Thanks to agricultural mechanization, faster and larger capacity agricultural production is possible in the agricultural sector compared to labor-intensive processes. In addition to directly increasing productivity, the use of machinery and equipment in the agricultural sector brings about the implementation of new production methods instead of the usual production methods in rural areas. Thus, it ensures more accurate and efficient use of basic production inputs such as seeds, fertilizers and pesticides, reduces costs and thus increases profitability (Saral et al., 2000).

In addition to accelerating positive developments in the agricultural sector, agricultural mechanization has also created some problems. Namely, with the widespread use of machinery and equipment in agricultural production, an excess of labor force has started to occur in crowded families living in rural areas. This surplus has triggered migration towards cities where job opportunities are diverse. On the other hand, the need for labor in enterprises producing machinery and equipment, shops selling spare parts, maintenance and repair shops and petrol stations has gradually increased. As a result, the relationship between rural and urban areas has become tighter (Doğan, 2005).

The fact that agricultural enterprises in Türkiye are generally small and fragmented makes it difficult for them to follow technological developments and make investments, in other words, to purchase new machinery and equipment (Özgüven et al., 2010). This is because agricultural enterprises are generally insufficient in terms of the equity capital required to make such a high-cost investment. In addition, lending to agricultural enterprises is considered high-risk by commercial banks due to the unstable cash flows and the unique nature of the agricultural sector. Due to the risk element, commercial banks' loans are subject to high interest repayment, various collateral requirements, and lengthy formalities. Although the balance of commercial bank loans has been increasing over the years (see Table 1), it is not easy enough for agricultural enterprises to use loans to purchase machinery and equipment (Kredi Kayıt Bürosu, 2022).

Table 1. Agricultural loans extended by commercial banks in Türkiye by years

*Çizelge 1. Türkiye’de ticari bankalar tarafından kullanılan tarımsal kredilerin yıllara göre bakiyesi*

| Years | Balance (Turkish Lira (TL))-Thousand |
|-------|--------------------------------------|
| 2002  | 2.439.787                            |
| 2006  | 5.978.681                            |
| 2010  | 17.726.816                           |
| 2014  | 34.367.368                           |
| 2018  | 77.824.499                           |
| 2022  | 255.951.679                          |

Source: The Banks of Association Türkiye (BAT) (2023) Specialized Loans-Agriculture

The fact that use of machinery and equipment suitable for the structure of agricultural enterprises has not been developed sufficiently, the use of common machinery and equipment among small agricultural enterprises is not common, and the increase in the number of outdated machinery and equipment hurts the development of the level of agricultural mechanization in Türkiye. The varying hilly structure of agricultural lands in terms of geographical regions is also effective in this. Nevertheless, Türkiye, which has a history of more than half a century in agricultural mechanization, has made significant gains in both the availability of machinery and equipment and their use (Ünsal, 2020). Thus, according to the Turkish Statistical Institute (TURKSTAT), the total number of machinery and equipment increased from 8,637,750 in 2003 to 12,192,179 in 2022 (see Table 2) (TURKSTAT, 2023).

Table 2. Change in the total number of agricultural machinery and equipment in Türkiye over the years

*Çizelge 2. Türkiye’de toplam tarımsal makine ve alet sayısının yıllara göre değişimi*

| Years | Quantity   |
|-------|------------|
| 2003  | 8.637.750  |
| 2010  | 9.560.877  |
| 2016  | 10.570.235 |
| 2022  | 12.192.179 |

Source: TURKSTAT (2023) Agricultural Equipment and Machinery Statistics

If agricultural mechanization, which is a high-cost agricultural production input, is not selected and applied correctly, the profitability of production in agricultural enterprises may be negatively affected, the balance between agriculture and industry sectors may deteriorate against the agricultural sector and rural unemployment may increase. In this context, it is important to plan agricultural mechanization by considering the conditions of the rural areas where agricultural production will be carried out (Toğa, 2006). In addition, this planning is necessary to ensure that the loans obtained from commercial banks for the purchase of machinery and equipment can be used effectively for their intended purpose and thus create the desired added value in practice.

There are many studies in the literature on agricultural mechanization in Türkiye. Among these studies, for example;

-In the study conducted by Ertekin et al. (2021), the current situation of agricultural mechanization in Türkiye was evaluated and it was determined that there was a significant increase in fruit harvesting and cotton picking machines, motorized scythes and trailers from the past to the present, while there was a significant decrease in animal-drawn sowing machines, ploughs and black ploughs.

-In the study conducted by Ünsal (2021), the level of agricultural mechanization in Türkiye, problems and solution suggestions were tried to be revealed and it was determined that the regions showed significant differences in terms of level and half of the tractors in the tractor park have completed their economic life.

-In the study conducted by Altuntaş (2020), the projection of agricultural machinery utilization in Türkiye was estimated and it was determined that the use of technological harvesters and tractors will increase regularly until 2030.

-In the study conducted by Yücel and Çalışkan (2020), the effect of mechanization and production efficiency on agricultural employment in Türkiye's agricultural sector was investigated and it was found that there is a significant relationship between the level of mechanization and agricultural employment in the long run, while there is no such relationship between production efficiency and agricultural employment.

-In the study conducted by Oğuz et al. (2017), investigated the use of agricultural mechanization in 3 districts of Konya and it was determined that the level of agricultural mechanization use in agricultural enterprises in the areas examined was above the average of Türkiye.

-In the study conducted by Altuntaş (2016), it was tried to determine the level of agricultural mechanization in Türkiye in terms of regions and it was determined that the highest level was in the Aegean region and the lowest level was in Southeastern Anatolia.

-In the study conducted by Gökdoğan (2012), the indicators of mechanization level in Türkiye and European Union (EU) agriculture were compared and it was determined that the level indicator values of Türkiye were lower than the averages in the EU.

-In the study conducted by Gökdoğan and Bayhan (2011), it was aimed to create a database by determining the mechanization level of agricultural enterprises in Eğirdir district of Isparta and it was determined that the number of tractors per enterprise was 0.79, the number of machines was 4.70 and the number of machines per tractor was 5.17.

The literature summary clarified above shows that there is no similar study in the literature on "the effect of agricultural banking loans on agricultural mechanization" which is the subject of this study. Therefore, it can be said



that this study is important as it will contribute to filling the existing gap in the literature by analyzing the effect of agricultural loans on agricultural mechanization in Türkiye with time series analysis using quantitative raw data. The scope of this study, which aims to determine the effect of agricultural banking loans on agricultural mechanization in Türkiye during the period 1981-2022 (annual data set with 42 observations) by conducting time series analysis, firstly, information about the material and methodology is given, and then the findings obtained from the analysis are presented and evaluated.

## MATERIALS and METHODS

In this section of the study, explanations about the data collection tool and sampling, variables, model and method are given.

### **Data collection tool and sample**

For the purpose of the study, data on loans and agricultural mechanization within the scope of agricultural banking were collected. Data on loans are compiled from the Our Banks books and data system published by the BAT and represent specialized loans (TL) extended to the agricultural sector. Data on agricultural mechanization are compiled from the Agricultural Machinery and Equipment Statistics on TURKSTAT's website and the Agricultural Statistics reports in its online library and represent the total number of agricultural machinery and equipment in use (units)<sup>1</sup>.

Both datasets cover the period 1981-2022 (42 observations) and are annual in nature.

### **Variables and model**

For the purpose of the study, loans were determined as the independent variable and agricultural mechanization as the dependent variable. The log-log model<sup>2</sup> constructed by including the variables is as follows;

$$\log\text{machinery}_t = \alpha + \beta \log\text{credit}_t + \varepsilon_t$$

Model maker;

- $\log\text{machinery}$  for number of machine and equipment,

- $t$  for time,

- $\alpha$  for constant term,

- $\beta$  for coefficient,

- $\log\text{credit}$  for loans and

- $\varepsilon$  for error term.

### **Method**

Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing is applied as a method in time series analysis conducted in the study.

Different co-integration tests (tests developed by Engle and Granger, Johansen and Pesaran, Shin and Smith) can be preferred in time series analysis. The term co-integration means that more than one variable integrates and moves together (this movement is defined as a long run). Among the tests, the ARDL test developed by Pesaran et

<sup>1</sup> A total of 82 different machines and equipment listed in 2023 data by TURKSTAT (excluding threshing sled, wooden plow and animal drawn plough)

<sup>2</sup> In the study, logarithms (log) of the series were taken to ensure that the series were linear, that their coefficients were interpreted as flexibility, that their were independent from measurement units, and that the problem of heteroscedasticity did not arise as a result of the analysis. Therefore, the real relationship between the variables will be interpreted as the % change in the independent variable versus the % change in the dependent variable.

al. can be used even if some of the variables are stationary at the I (0)-level and the other part is stationary at the I (1)-level. Using the first two tests requires that the stationarity levels of the variables are the same. The ARDL test cannot be used if the variables are I (2). Therefore, it is necessary to confirm that the variables are not I (2).

## RESULTS

The data values of the variables used in the analysis followed the course shown in Figure 1 for the 1981-2022 period.

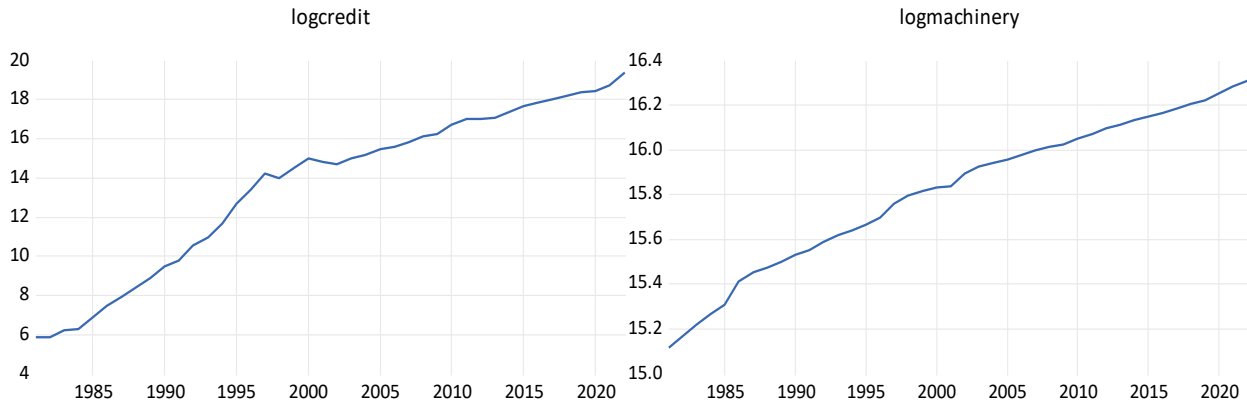


Figure 1. Course of variables

Şekil 1. Değişkenlerin izlediği seyir

Since the use of the ARDL test requires confirmation that the variables are not I (2), the Augmented Dickey Fuller (ADF) unit root test, which is a test without structural breaks, was performed (see Table 3)<sup>3</sup>.

Table 3. ADF test result

Çizelge 3. ADF testi sonucu

| Variables    | Constant      | p       | Constant, linear trend | p       | None         | p       |
|--------------|---------------|---------|------------------------|---------|--------------|---------|
| logcredit    | -2.152899 (0) | 0.2260* | -0.742197 (0)          | 0.9628* | 2.487491 (1) | 0.9962* |
| logmachinery | -4.294494 (0) | 0.0015* | -3.162714 (0)          | 0.1061* | 10.40014 (0) | 1.0000* |

Values in parentheses are lag lengths calculated according to Akaike Info Criterion (AIC) maximum 9.

\*indicates significance at 5% significance level. As can be seen, the logmachinery variable is stationary at level in the constant model. There is no autocorrelation problem in the model at lag length 0. In other words, the series is clean (LM test p=0.3186).

The ADF test is one of the unit root tests without structural breaks. If the series are non-stationary as a result of the unit root test without structural breaks, this may be due to structural break(s). Therefore, a unit root test with structural breaks is required. Otherwise, specification error may arise in the model. In such a case, the series, for example, would be non-stationary when they are normally stationary.

Since the above ADF test shows that the logcredit variable is not stationary at level, Perron 97 structural break unit root test, which takes into account the single break as endogenous, is performed (see Table 4).

<sup>3</sup> Under normal circumstances, seasonal effects may be encountered in the series. However, since the annual data set was used in the study, seasonal decomposition was not required.

Table 4. Perron 97 structural break unit root test result

*Çizelge 4. Perron 97 yapısal kırılmali birim kök testi sonucu*

| Variables | Trend model-t statistics | Breakout year | p     |
|-----------|--------------------------|---------------|-------|
| logcredit | -5.913806 (0)            | 1997          | 0.01* |

Values in parentheses are lag lengths calculated according to AIC maximum 9.  
\*indicates significance at 5% significance level. As can be seen, the logcredit variable is stationary in the trend model. This means that the series is actually stationary but the reason for the non-stationarity in the ADF test is due to the structural break.

Tables 3 and 4 confirm that the variables used in the analysis are not I (2). In other words, the necessary condition for the use of the ARDL test is met. At this stage, the maximum lag length at which the AIC value is minimum and the autocorrelation problem does not occur in the ARDL test is determined as 9 as a result of testing the variables using different lag combinations. It is also concluded that the appropriate model is the (2, 9) model (see Table 5).

Table 5. ARDL test result

*Çizelge 5. ARDL testi sonucu*

| k = 1  |  | Equation to be estimated = $\log\text{machinery} = f(\log\text{credit})$ |
|--|--|--|
| F statistic value                                  |  | 8.065329   |
| Model (unrestricted constant and restricted trend) |  | ARDL (2, 9)  |
| p  |  | Critical values  |
|  |  | I (1)  |
| %1   |  | 8.213  |
| %5   |  | 5.777  |
| %10  |  | 4.867  |

Table 5 shows that the F statistic value (8.065) is larger than the critical value (5.777) at 5% significance level. This result indicates the existence of a long-run cointegration relationship between the loans variable and the agricultural mechanization variable.

Table 6. Results of estimation and diagnostic tests for the parameters of the ARDL (2, 9) model

*Çizelge 6. ARDL (2, 9) modelinin parametrelerine ilişkin tahmin ve tanısal testlerine ilişkin sonuç*

| Variables                           | Coefficients               | t statistical values            | p                                |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| logmachinery(-1)                    | 1.060842                   | 6.563724                        | 0.0000                           |
| logmachinery(-2)                    | -0.923269                  | -4.790491                       | 0.0001                           |
| logcredit                           | 0.011919                   | 2.467824                        | 0.0233                           |
| logcredit(-1)                       | -0.012167                  | -1.774022                       | 0.0921                           |
| logcredit(-2)                       | 0.013642                   | 2.094398                        | 0.0499                           |
| logcredit(-3)                       | 0.005894                   | 0.848154                        | 0.4069                           |
| logcredit(-4)                       | -0.024230                  | -3.421015                       | 0.0029                           |
| logcredit(-5)                       | 0.039340                   | 4.648010                        | 0.0002                           |
| logcredit(-6)                       | -0.019558                  | -2.864415                       | 0.0099                           |
| logcredit(-7)                       | 0.022354                   | 3.563206                        | 0.0021                           |
| logcredit(-8)                       | -0.022425                  | -3.208966                       | 0.0046                           |
| logcredit(-9)                       | 0.015133                   | 2.692851                        | 0.0144                           |
| c                                   | 13.05049                   | 4.680906                        | 0.0002                           |
| @trend                              | 0.010693                   | 4.700947                        | 0.0002                           |
| <b>Diagnostic tests</b>             |                            |                                 |                                  |
| Breusch-Godfrey: 0.53<br>(p = 0.77) | White: 10.33<br>(p = 0.67) | Jarque-Bera: 1.26<br>(p = 0.53) | Ramsey Reset: 1.47<br>(p = 0.24) |

The estimation output in Table 6 shows that the model parameters are generally significant, while the diagnostic tests show that there are no autocorrelation and variance problems in the model, the residuals are normally distributed and there are no errors in model fitting ( $p > 0.05$ ).

Although the results of the diagnostic tests are evidence of a successful model estimation, it was also examined whether the estimation satisfies the stability condition (whether the model is stable) and concluded that it meets this condition at the 5% significance level (see Figure 2).

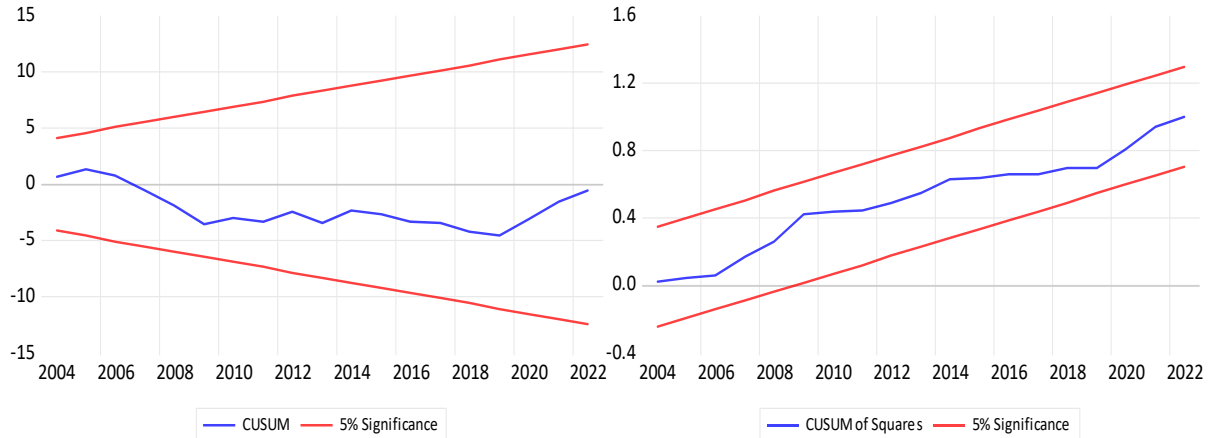


Figure 2. Results for Cusum and Cusum squared tests  
Şekil 2. Cusum ve Cusum kare testlerine ilişkin sonuç

According to the estimation result of the long-run coefficients of the model, the coefficient of the logcredit variable with a positive sign is statistically significant ( $p < 0.05$ ). In other words, there is a positive relationship between the loans variable and the agricultural mechanization variable. A 1% increase in the balance of loans increases agricultural mechanization by approximately 0.035% (see Table 7).

Table 7. Estimation of the long-run coefficients of the ARDL (2, 9) model

Çizelge 7. ARDL (2, 9) modelinin uzun dönem katsayılarına ilişkin tahmin

| Dependent variable: logmachinery |              |                    |        |
|----------------------------------|--------------|--------------------|--------|
| Variables                        | Coefficients | t statistic values | p      |
| @trend                           | 0.012399     | 18.66451           | 0.0000 |
| logcredit                        | 0.034672     | 16.82691           | 0.0000 |

After the dynamics of the long-run cointegration relationship between the model variables have been revealed, it was proceeded to reveal the dynamics of the short-run relationship (see Table 8).

Table 8 shows that the error correction coefficient is negative and significant at 5% significance level ( $p < 0.05$ ). This result indicates that the deviations from the long-run equilibrium that occurred between the variables after the short-term shocks disappeared by approximately 86% after 1 period. In other words, the variables that moved away from each other due to the impact of short-term shocks are approximately 86% closer to each other again after 1 period.

Table 8. Estimation of the error correction coefficient of the ARDL (2, 9) model

*Çizelge 8. ARDL (2, 9) modelinin hata düzeltme katsayısına ilişkin tahmin*

| Variables                     | Coefficients | t statistical values | p      |
|-------------------------------|--------------|----------------------|--------|
| Error correction coefficient* | -0.862428    | -5.171357            | 0.0000 |
| d(logmachinery(-1))           | 0.923269     | 5.302052             | 0.0000 |
| d(logcredit)                  | 0.011919     | 2.945603             | 0.0077 |
| d(logcredit(-1))              | -0.030150    | -4.157891            | 0.0004 |
| d(logcredit(-2))              | -0.016508    | -2.414824            | 0.0249 |
| d(logcredit(-3))              | -0.010614    | -1.664963            | 0.1108 |
| d(logcredit(-4))              | -0.034844    | -6.848235            | 0.0000 |
| d(logcredit(-5))              | 0.004496     | 0.967452             | 0.3443 |
| d(logcredit(-6))              | -0.015062    | -3.529224            | 0.0020 |
| d(logcredit(-7))              | 0.007292     | 1.587856             | 0.1273 |
| d(logcredit(-8))              | -0.015133    | -3.251520            | 0.0038 |
| c                             | 13.05049     | 5.174686             | 0.0000 |

**DISCUSSION**

Differences in development between the geographical regions of Türkiye are also evident in terms of the agricultural mechanization characteristics of the regions. Although there has been a significant development in the number of machines and equipment used in agricultural operations and the level of knowledge on their use since the beginning of agricultural mechanization in Türkiye, it is not at the desired sufficiency and quality. The reasons for this situation can be attributed to the hilly terrain in Türkiye, which varies considerably in terms of geographical regions, and the generally small and fragmented structure of agricultural holdings. Therefore, for a balanced and adequate development of Türkiye's agricultural mechanization level, it is important to plan agricultural machinery and equipment by taking into account the production pattern in geographical regions, to organize training activities for the correct use of machinery and equipment by the Ministry of Agriculture and Forestry and cooperatives, and to diversify and develop credit resources and credit services provided by them (especially micro-credits).

In this study, the impact of agricultural loans on agricultural mechanization in Türkiye is analyzed by time series analysis. In order to keep the number of observations as high as possible in the analysis, data were collected from archival and up-to-date data sources. The data period was determined as 1981-2022 based on the data that could be collected. The time series analysis is conducted using the ARDL test method, which enables to reveal the dynamics of short and long term relationships between two or more variables.

According to the findings obtained from the estimation of the log-log model established in the study, there is a long-run, positive and statistically significant cointegration relationship between the loans variable and the agricultural mechanization variable. Namely, a 1% increase in the balance of loans increases agricultural mechanization by approximately 0.035%. Moreover, the short-run relationship between the two variables is also statistically significant and negative. That is to say, the deviation(s) from the long-run equilibrium between the variables due to the effect of short-term shocks disappear after 1 period by approximately 86%. In this context, it is clear that the adjustment process between the variables used in the study is very fast.

Based on this finding of the research, it can be clearly said that one of the dynamics of the increase in the level of agricultural mechanization in Türkiye is the provision of financial support to the agricultural sector within the scope of agricultural banking. However, since the cost of investing in agricultural mechanization is high, financial support for the sector should be provided long-term, adequately, and under reasonable conditions. In this connection, all other public and private commercial banks should try to play an active and sensitive role, just as Ziraat Bank and DenizBank are trying to do today. In this way, agricultural mechanization throughout the country will be able to continuously improve.

To facilitate access to agricultural mechanization loans in Türkiye and to use the existing mechanization resources more rationally and efficiently, it is thought that low-interest and/or interest-free loan support mechanisms should be implemented by commercial banks and the mechanization assets with completed service life should be valued at attractive amounts within the scope of scrap discount application.

Based on this study, another study can be conducted to examine the impact of government support payments to the agricultural sector on agricultural mechanization in Türkiye using time series analysis.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

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

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

All authors have contributed equally to the experiment.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

#### REFERENCES

- Altuntaş, E. (2016). Türkiye'nin tarımsal mekanizasyon düzeyinin coğrafik bölgeler açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4 (12), 1157-1164. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i12.1157-1164.972>
- Altuntaş, E. (2020). Türkiye'deki tarım makineleri kullanım projeksiyonunun tahmini. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6 (3), 506-516. <https://doi.org/10.24180/ijaws.728023>
- Doğan, M. (2005). Türkiye ziraatında makineleşme: traktör ve biçerdöverin etkileri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 14, 66-75.
- Ertekin, C., Akman, H. E., & Boyar, İ. (2021). Agricultural mechanization to Turkey at a glance. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31 (3), 786-798. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.872793>
- Gökdoğan, O. (2012). Türkiye ve Avrupa Birliği'nin tarımsal mekanizasyon düzeyi göstergelerinin karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 1-4.
- Gökdoğan, O., & Bayhan, A. K. (2011). Eğirdir ilçesi tarım işletmelerinin mekanizasyon düzeyi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 23-29.
- Kredi Kayıt Bürosu (2022). Türkiye Tarımsal Görünüm Saha Araştırması 2022. İstanbul.
- Oğuz, C., Bayramoğlu, Z., Ağızan, S., & Ağızan, K. (2017). Tarım işletmelerinde tarımsal mekanizasyon kullanım düzeyi, Konya ili örneği. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*, 31 (1), 63-72. <https://doi.org/10.15316/sjafs.2017.8>
- Özgüven, M.M., Türker, U., & Beyaz, A. (2010). Türkiye'nin tarımsal yapısı ve mekanizasyon durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 89-100.
- Saral, A., Vatandaş, M., Güner, M., Ceylan, M., & Yenice, T. (2000). Türkiye tarımının makinalaşma durumu. *Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, 901-923.
- The Banks of Association Türkiye. (2023). Data query system-geographical regions-provinces (spec. loans/agriculture). Retrieved October 23, 2023, from [https://verisistemi.tbb.org.tr/index.php?/tbb/report\\_bolgeler](https://verisistemi.tbb.org.tr/index.php?/tbb/report_bolgeler)
- Toğa, N. (2006). Ülkemizin tarımsal mekanizasyon durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi*, 121-125.



- TURKSTAT. (2023). Agriculture-number of agricultural equipment and machinery. Retrieved October 23, 2023, from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Ünsal, Y. (2020). Türkiye'nin coğrafik bölgelere göre tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
- Ünsal, Y. (2021). Türkiye'de tarımsal mekanizasyon düzeyi, sorunları ve çözüm önerileri 2021. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
- Yücel, M. H., & Çalışkan, Z. (2020). Tarımda verimlilik ve makineleşmenin tarımsal istihdam üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Ekonomik Yaklaşım*, 31 (117), 525-554. <https://doi.org/10.5455/ey.17303>
- Zeren, Y., Tezer, E., Tuncer, İ. K., Evcim, Ü., Güzel, E., & Sındır, K. O. (1995). Tarım alet-makina ve ekipman kullanım ve üretim sorunları. *Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi*, 1047-1067.

## İncir melezlerinde aşı başarısı ve sürgün gelişimi üzerine farklı yetiştirme yerlerinin etkileri

The effects of different growing places on budding success and shoot development in fig hybrids

Derya KILIÇ<sup>1</sup> , Oğuzhan ÇALIŞKAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET  |
|--|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 31.10.2023<br/>Accepted / Kabul: 20.12.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>İncir<br/>Aşı başarısı<br/>Yetiştirme yeri<br/>Sürgün büyümesi</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Fig<br/>Budding success<br/>Growing place<br/>Shoot growth</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Oğuzhan ÇALIŞKAN<br/>ocaliskan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p><b>ÖZET</b><br/>Bu çalışmada, Bursa Siyahı×Osmaniye02 kombinasyonundan elde edilen melez bireylerde aşı başarısı ve sürgün gelişimleri üzerine açık alan, cam sera ve plastik serada yetiştirme yerlerinin etkileri incelenmiştir. Çalışmada, her üç yetiştirme yerinde de Bursa Siyahı çeşidi anaç olarak kullanılmış ve bu anaca T aşı ile melez bireyler aşılanmıştır. Farklı yetiştirme yerindeki aşı tutma ve sürme oranları (%), sürgün çapı (mm) ve sürgün uzunluğu (cm) değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, en yüksek aşı tutma oranı plastik serada yapılan aşılamalardan (%97.95) elde edilirken, en yüksek aşı sürme oranı %75.57 ile açık alandan elde edilmiştir. Aşı sürgünlerinin çap ve uzunluk büyümesinin yetiştirme yerlerine göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Açık alanda yapılan aşı uygulamasından 22.82 mm çap ve 128.93 cm boy ile en gelişmiş sürgünler elde edilmiştir. Plastik serada sürgün çapı 16.21 mm ve sürgün uzunluğu 84 cm olarak belirlenirken, cam seradaki sürgün çapı ve uzunluk değerleri sırasıyla 13.83 mm ve 100.13 cm olarak belirlenmiştir. Plastik ve cam seradaki melezlerde aşı sürgünü büyümesinin erken ilkbahar aylarında açık alana göre daha hızlı olduğu, ancak haziran ayından itibaren sera sıcaklıklarının 40°C'nin üzerine çıkması nedeniyle sürgün büyümesinin yavaşladığı tespit edilmiştir. Ortalama sürgün çapı büyümesinin ekim (17.03 mm) ve kasım (17.54 mm) aylarında diğer aylara göre en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.</p> <p><b>ABSTRACT</b><br/>This study was carried out to examine the effects of growing in open area, glasshouse, and plastic house on graft success and shoot growth in individuals obtained from the hybrid combination of Bursa Siyahı×Osmaniye02. In the study, Bursa Siyahı cultivar was used as rootstock in all three growing places and hybrid individuals were grafted to this rootstock with T budding. Budding take and bud sprout percentages (%), shoot diameter (mm) and shoot length (cm) values in different growing places were investigated. In the study, the highest budding take ratio was obtained from plastic house (97.95%). However, the highest budding sprout rate was found in open area (75.57%). The shoot diameter and length values differed according to the growing places. Open area grafts had the largest shoot diameter (22.82 mm) and shoot length (128.93 cm). In the plastic house, the shoot diameter was 16.21 mm and the shoot length was 84 cm, whereas the shoot diameter and length values in the glasshouse were determined as 13.83 mm and 100.13 cm, respectively. Shoot growth in hybrids in plastic house and glasshouse was faster in early spring than in the open field, but after June, shoot growth slowed down due to temperatures rising above 40°C in protected areas. The average shoot diameter growth had the highest value in October (17.03 mm) and November (17.54 mm) compared to other months.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>  | <p>Kılıç, D., &amp; Çalışkan, O. (2024). İncir melezlerinde aşı başarısı ve sürgün gelişimi üzerine farklı yetiştirme yerlerinin etkileri <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 168-175. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1383851">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1383851</a></p>   |

## GİRİŞ

Türkiye, 2021 yılı verilerine göre, 1.3 milyon ton olan dünya incir üretiminin %25'sini tek başına karşılamaktadır (FAO, 2023). Bu üretimin %70'i kurutulmuş ve diğer kısmı taze incir olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kuru incir üretiminin ekoloji tarafından sınırlandırılması, bu üretimin Küçük ve Büyük Menderes vadileri arasında gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, taze incir üretiminin kuru incir üretimi kadar ekolojiye bağlılık göstermemesi, Türkiye'nin hemen her bölgesinde (Doğu ve Orta Anadolu Bölgeleri hariç) yetiştiriciliğini mümkün kılmaktadır (Özbek, 1978).

Türkiye'nin incirin anavatanı sınırları içerisinde yer alması ve Anadolu'da yüzyıllardan bu yana gelen incir kültürü alışkanlıkları bu meyve türüne olan ilgiliyi sürekli hale getirmektedir (Çalışkan & Dalkılıç, 2022). Bu nedenle, incir yetiştiriciliği yapılan her bir bölgede birbirinden farklı özelliklere sahip yerel incir genotipleriyle karşılaşmakta ve bu genotiplerin büyük bir kısmının yerel pazarlarda tüketildiği bilinmektedir (Bostan ve ark., 1998; Karadeniz, 2003; Gözlekçi, 2011; Şimşek & Küden, 2010; Şimşek ve ark., 2020). Bununla birlikte, incirin kuzey Avrupa ülkelerinde egzotik meyve olarak görülmesi, kutsal kabul edilen kitaplarda incirin konu edilmesi ve insan sağlığı üzerine olan yararlı etkilerinin her geçen gün daha iyi anlaşılması bu meyve türüne olan ilginin devam edeceğini göstermektedir (Aksoy ve ark., 2007; Çalışkan, 2012).

Türkiye'nin taze incir ihracatı için en değerli çeşidi Bursa Siyahı'dır. Bu çeşidin meyvelerinin iri, siyah kabuk ve kırmızı et rengine sahip olması yanında özellikle yola dayanımının yüksek olması ihracatının her geçen yıl artmasını sağlamaktadır. Son 10 yıllık ihracat değerleri incelendiğinde, Bursa Siyahı ihracatı 16.366 tondan %47 oranında artarak 24.017 tona ulaşmıştır (YSM, 2023). Bununla birlikte, incir yetiştiriciliğinde ilekleme işleminin toplam masrafların yaklaşık %30'unu oluşturması yanında Fusarium gibi hastalıkların ilek meyvelerinden dışı incirlere taşınması gibi sorunları karşımıza çıkarmakta ve çözüm yolu olarak partenokarp çeşitleri gündeme getirmektedir. Nitekim, dünyada yetiştiriciliği yapılan incir çeşitlerinin çoğunlukla partenokarp meyve tutan çeşitlerden oluşmaktadır. Bu nedenle, taze incir yetiştiriciliğinde ticari değeri en üst düzeyde olan Bursa Siyahı çeşidinden partenokarp çeşitlerin geliştirileceği ıslah programlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Çalışkan & Bayazit, 2012). Bu kapsamda, tozlayıcı çeşidin partenokarp meyve tutması melezleme ıslahı ile partenokarp çeşit geliştirilmesi programları için en önemli basamaklardan birini oluşturmaktadır. Bu bakımdan, Türkiye incir genetik kaynaklarına partenokarp meyve tutan Osmaniye02 erkek incir genotipinin kazandırılması incir ıslah çalışmaları için önemli görülmektedir (Çalışkan ve ark., 2018; Çalışkan ve ark., 2021).

İncirde melezleme ıslahı ile ilgili çalışmalar ABD'de Condit (1947) tarafından başlanılmış ve Storey (1975) tarafından devam edilerek 'Conadria'; Doyle ve Ferguson (1997) tarafından 'Sierra' ve 'O'Rouke' çeşitleri (Johnson ve ark., 2010) geliştirilmiştir. Ancak, bu konuda yapılan çalışmalar melez bireylerin doğrudan araziye dikilmeleri sonrasında 5 ile 7 yıl gençlik kısırlığı ve sonrasında çeşit geliştirilmesine kadar 10-15 yıllık bir emek ve zaman harcanması ciddi maliyetler ortaya çıkarmaktadır (Storey, 1975). Bu nedenle, melez bireylerin aşılama yoluyla gençlik kısırlığı sürelerinin kısaltılması önemli konulardan birini oluşturmaktadır (Flaishman ve ark., 2017). Ancak, bu konuda yapılmış detaylı bir araştırmanın olmaması önemli bir eksiklik olarak görülmektedir.

Bu çalışma, Bursa Siyahı×Osmaniye02 kombinasyonundan elde edilen melez bireylerde aşı başarısı ve sürgün gelişimleri üzerine açık alan, cam sera ve plastik serada yetiştirmenin etkilerini incelemek için gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait araştırma ve uygulama alanında 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışma aynı alanda yer alan plastik sera, cam sera ve açık alanda sürdürülmüştür. Çalışmada yer alan plastik sera 10.5 m genişliğe ve 22 m uzunluğa sahiptir. Seranın yan yüksekliği 2 m olup, çatı yüksekliği 4 m'dir. Cam sera ise 25 m uzunluğunda, 10 m genişliğinde ve çatı yüksekliği 4 m olup, basit

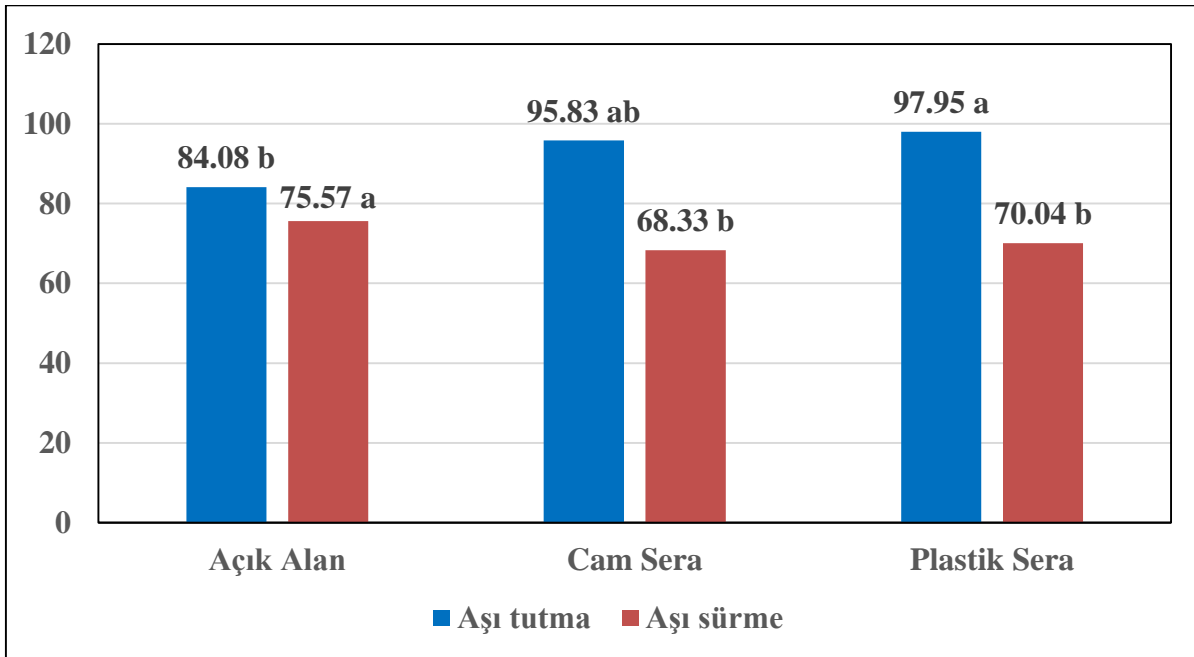
çatılıdır. Çalışma süresince, güneşli günlerde, cam ve plastik seralar içerisindeki hava sıcaklıklarının 25°C'nin üzerine çıktığında sera yan havalandırmaları saat 10.00 ile 16:00 arasında açılmıştır.

Çalışmada aşı materyali olarak Bursa Siyahı×Osmaniye02 kombinasyonundan elde edilmiş olan 1 yaşlı melez bireyler kullanılmıştır. Cam sera ve plastik seradaki aşılmalarda 1 yaşlı Bursa Siyahı bitkileri anaç olarak kullanılırken, açık alandaki aşılmalarda 7 yaşında ve kordon budama sistemi uygulanan Bursa Siyahı bitkileri (Çalışkan & Kılıç, 2022) anaç olarak kullanılmıştır. Bu anaç üzerine incir melezleri T-göz aşısı ile nisan ayı içerisinde aşılanmışlardır. Bu aşılardan, açık alanda, cam serada ve plastik seradaki aşı tutma ve sürme oranları (%) ve haftalık olarak aşı sürgünlerinde çap (mm) ve uzunluk (cm) ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Çalışkan & Karaman, 2017). Her yetiştirme yerinde aşı uygulamaları 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10'ar bitki olmak üzere toplam 30 bitkide yapılmıştır. Aşı sürgünü çapı ve sürgün uzunluğu ölçümlerinde ise 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olmak üzere toplam 15 bitki kullanılmıştır. Yetiştirme yerindeki bitkiler sezon boyunca iklim koşulları dikkate alınarak haftada 1-2 gün olarak başlanan sulama aralığı (nisan ve mayıs), haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında günlük olarak damlama sulama sistemi ile sulanmıştır. Ayrıca, bitkilere hafta da en az bir kez olacak şekilde azot, fosfor ve potasyum içerikli kompoze gübre ve humik asit uygulanmıştır.

Elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiş ve ortalama değerler LSD testi ile karşılaştırılmıştır (SAS, 2005).

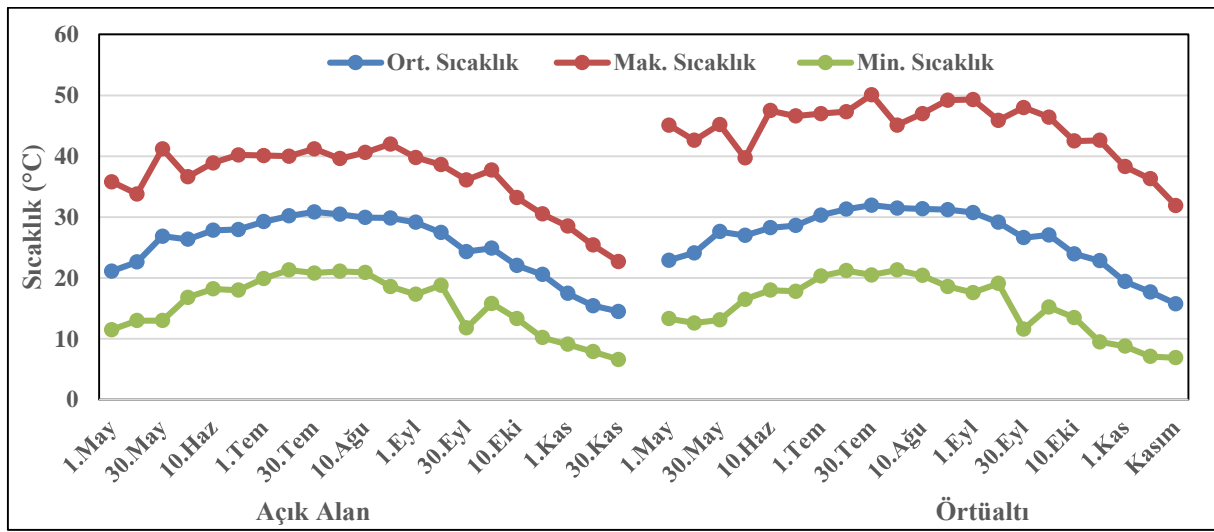
## BULGULAR ve TARTIŞMA

Şekil 1'de görüldüğü üzere, incir melezlerinin aşı tutma ve aşı sürme oranları açık alan, cam sera ve plastik serada istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p < 0.05$ ) etkilendiği belirlenmiştir. Buna göre, aşı tutma oranı en yüksek plastik serada (%97.95) yapılan aşılardan elde edilirken, bunu cam serada yapılan aşı uygulaması (%95.83) takip etmiştir. En düşük aşı tutma oranı açık alanda (%84.08) yapılan aşılarda belirlenmiştir. Bununla birlikte, en yüksek aşı sürme oranı %75.57 ile açık alanda yapılan aşılarda olduğu tespit edilirken, bunu sırasıyla %70.04 ve %68.33 ile plastik serada ve cam serada yapılan aşılardan takip etmiştir.



Şekil 1. Farklı yetiştirme yerlerinin Bursa Siyahı×Osmaniye02 melezlerinde aşı tutma ve sürme oranlarına etkisi  
Figure 1. The effect of different growing places on budding take and sprout rates in Bursa Siyahı×Osmaniye02 hybrids

İncirin çelikle kolay çoğaltılması nedeniyle, şimdye kadar incirde aşılama çalışmaları ile ilgili detaylı çalışmalar sınırlı kalmıştır. Rattanpal ve Sidhu (2017), Hindistan ekolojisinde incir çöğürü üzerine T göz aşısı ile 13 incir çeşidini aşılama ve aşı sürme oranını çeşitlere bağlı olarak %70.3 (Black Fig) ile %94.4 (Brown Turkey) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aktürk (2022), aşı köklü incir fidanı elde etmek amacıyla Bursa Siyahı aşı kalemlerini 3 dişi ve 3 erkek incir genotipi üzerine diltikli aşı yöntemi ile aşılama ve aşı tutma oranını %66.66 ile %100 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada incir melezlerinin aşı tutma ve sürme oranlarının araştırmacıların belirtmiş oldukları veri aralığında olduğu söylenebilir. Aşı tutma ve sürme değerleri arasında görülen farklılıkların kullanılan çeşit, aşı yöntemi ve aşı zamanından kaynaklı olduğu belirtilebilir. Ayrıca, bu çalışmada plastik serada aşılama sonrasındaki ortalama sıcaklıkların 22°C ile 27°C arasında gerçekleşmesinin aşı başarısını olumlu etkilediği söylenebilir (Şekil 2). Nitekim, Hartmann ve Kester (1983), göz aşılarında aşı kaynaşması üzerine sıcaklığın önemli etkisi olduğunu ve aşılama sonrası kallus oluşumu için en uygun sıcaklıkların 26°C–28°C'ye yakın sıcaklıklar olduğunu ifade etmişlerdir.



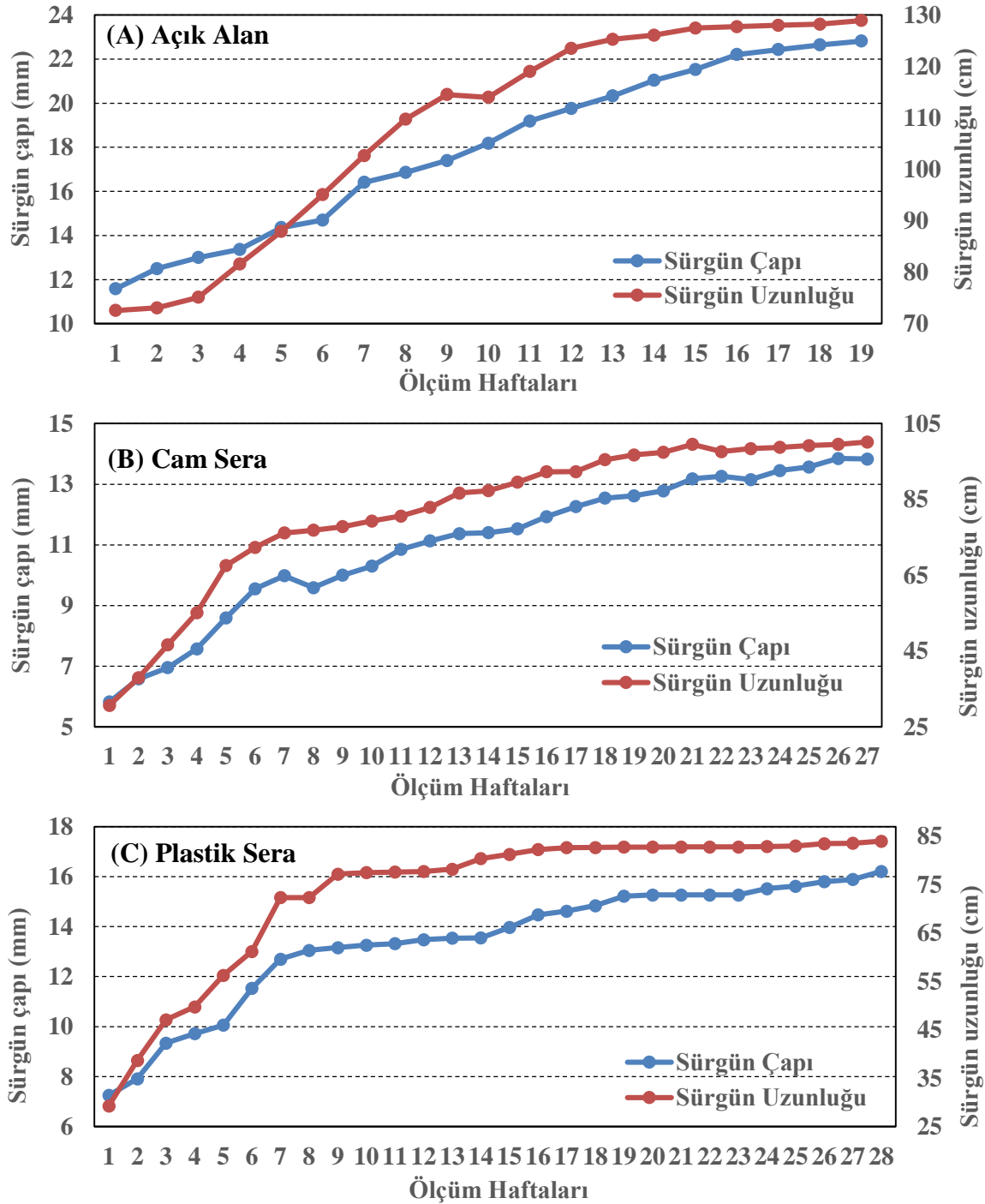
Şekil 2. Aşılama sonrasında açık alan ve örtüaltındaki sıcaklık değişimleri  
Figure 2. Temperature changes in open field and protected area after budding

Farklı yetiştirme yerlerindeki aşı sürgünlerinin çap ve uzunluğu büyümeleri Şekil 3'de sunulmuştur. Açık alanda 7 yaşlı Bursa Siyahı bitkilerine aşılama melezlerinin sürgün çapı ve sürgün uzunluk değerlerinin ölçüm yapılan ilk haftadan itibaren iyi bir gelişim göstermiştir. Buna göre, ölçüm başlangıcında sürgün çapı 11.58 mm ve sürgün uzunluğu 72.58 cm olarak ölçülürken, sezon sonundaki sürgün çapı 22.82 mm ve sürgün uzunluğu 128.93 cm olarak ölçülmüştür. Melez bitkilerin temmuz, ağustos, ekim ve kasım aylarındaki sürgün çapı ve sürgün uzunluk değerlerinde önemli artışlar olduğu belirlenmiştir.

Cam serada, 1 yaşlı Bursa Siyahı anacına aşılama melezlerinin mayıs ayındaki (1. hafta) sürgün çapı ve sürgün uzunluğu değerleri sırasıyla 5.82 mm ve 30.65 cm olarak saptanırken, haziran ayında sürgün çapı ve ölçümlerinde önemli artışlar olduğu saptanmıştır. Ayrıca, temmuz, ağustos, eylül ve ekim ayları boyunca kısmi olarak sürgün çapı ve sürgün uzunluğundaki büyümenin devam ettiği belirlenmiştir. Cam serada 14 Kasım'da yapılan son ölçümlerde sürgün çapı 13.83 mm ve sürgün uzunluğu 100.13 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 3).

Plastik serada yapılan aşılama çalışmalarında (1 yaşlı Bursa Siyahı anacına), 9 Mayıs'ta (1. hafta) yapılan sürgün çapı ve sürgün uzunluğu değerleri sırasıyla, 7.25 mm ve 29.27 cm olarak ölçülmüştür. Plastik seradaki aşı sürgünü büyümesinin özellikle ilk 7 hafta boyunca hızlı (9 Mayıs-21 Haziran), 8. ve 14. haftalarda yavaş (temmuz ve ağustos aylarında), 15. ve 19. haftalarda (15 Ağustos-2 Eylül) orta, 20 ile 23. haftalarda (19 Eylül-17 Ekim) durağan ve ekim sonunda azda olsa tekrar büyümenin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Bu çalışmada, plastik seradaki temmuz, ağustos,

eylül ve ekim aylarındaki sürgün büyümesindeki yavaşlamanın bu aylardaki maksimum hava sıcaklıklarının 40°C ile 50°C arasında değişim göstermesi nedeniyle oluşan stresten kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, Souza ve ark. (2009), incirde 36°C'nin üzerindeki sıcaklıkların bitki büyümesini yavaşlattığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Aktürk (2022), incirde aşılama sonrasında meydana gelen sürgün büyümesi üzerine aşılama zamanının önemli etkide bulunduğunu ve plastik serada aralık ayında yapılan aşılarda en yüksek sürgün uzunluğunu 117.85 cm olarak belirlerken, şubat ayındaki aşılarda en düşük sürgün uzunluğunu 40.92 cm olarak belirlemiştir.



Şekil 3. Bursa SiyahıxOsmaniye02 melezlerinde açık alan (A), cam sera (B) ve plastik sera (C) koşullarındaki haftalık sürgün çapı ve sürgün büyüme durumları

Figure 3. The weekly shoot diameter and shoot growth status in Bursa SiyahıxOsmaniye02 hybrids under open field (A), glasshouse (B) and plastic house (C) conditions



İncir melezlerinin aşı sürgün çapı büyümelerinin yetiştirme yerlerine ve aylara göre değişimi Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre, yetiştirme yeri ve aylara göre aşı sürgünü çap gelişimi istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Açık alanda en yüksek sürgün çapı değeri kasım ve ekim aylarında (sırasıyla, 22.73 mm ve 22.06 mm) ölçülürken, cam serada benzer şekilde en yüksek sürgün çapı değeri kasım ve ekim aylarında (sırasıyla, 13.84 mm ve 13.39 mm) ölçülmüştür. Plastik serada yapılan aşılarda en büyük çap değeri eylül, ekim ve kasım aylarından (sırasıyla, 15.25 mm, 15.64 mm ve 16.05 mm) elde edilmiştir. Aylar ortalamasında da benzer şekilde, ortalama sürgün çapı ekim (17.03 mm) ve kasım (17.54 mm) aylarında en yüksek değere sahip olmuştur. Yetiştirme yerleri karşılaştırıldığında, en yüksek sürgün çapı büyümesinin 18.43 mm ile açık alanda yapılan aşılamalardan elde edilirken, bunu 13.72 mm ile plastik serada yapılan aşılar takip etmiştir. En düşük sürgün çapı büyümesi cam serada yapılan aşılarda (11.10 mm) tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı yetiştirme yerlerine göre incir melezlerinde aylık sürgün çapı (mm) değerleri

Table 1. The monthly shoot diameter values (mm) in fig hybrids according to different growing places

| Aylar                       | Yetiştirme Yeri |                |                | Aylar Ort.  |
|-----------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|
|                             | Açık Alan       | Cam Sera       | Plastik Sera   |             |
| Mayıs                       | --              | 6.45 f         | 8.99 e         | 7.72 d      |
| Haziran                     | --              | 9.37 e         | 12.42 b        | 10.90 c     |
| Temmuz                      | 12.36 d         | 10.38 d        | 13.35 c        | 12.03 bc    |
| Ağustos                     | 15.99 c         | 11.62 c        | 14.35 b        | 13.99 bc    |
| Eylül                       | 19.04 b         | 12.65 b        | 15.25 a        | 15.65 b     |
| Ekim                        | 22.06 a         | 13.39 a        | 15.64 a        | 17.03 a     |
| Kasım                       | 22.73 a         | 13.84 a        | 16.05 a        | 17.54 a     |
| <b>Yetiştirme Yeri Ort.</b> | <b>18.43 a</b>  | <b>11.10 c</b> | <b>13.72 b</b> | <b>1.27</b> |

LSD(%5)<sub>Açık Alan</sub>: 0.62, LSD(%5)<sub>Cam Sera</sub>: 0.71, LSD(%5)<sub>Plastik Sera</sub>: 0.86; LSD(%5)<sub>Yetiştirme Yeri</sub>: 2.01, LSD(%5)<sub>Aylar</sub>: 1.67

Yetiştirme yeri ve aylara göre aşı sürgünü uzunluğu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 2). Aşı sürgün uzunluğu değerleri açık alanda ekim ve kasım aylarında (sırasıyla, 127.73 cm ve 128.57 cm), cam serada eylül, ekim ve kasım aylarında (sırasıyla, 96.53 cm, 98.77 cm ve 99.83 cm) ve plastik serada kasım ayında (83.79 cm) en yüksek değerlere sahip olmuştur. Aylar ortalaması olarak sürgün uzunluğu ekim ve kasım aylarında (sırasıyla, 103.21 cm ve 104.06 cm) en yüksek olarak saptanmıştır. Yetiştirme yerleri arasında en yüksek sürgün uzunluğu 110.25 cm ile açık alanda tespit edilirken, bunu 82.06 cm ile cam seradaki aşı uygulaması takip etmiştir. En düşük sürgün uzunluğu plastik serada yapılan aşılarından (74.74 cm) elde edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı yetiştirme yerlerine göre incir melezlerinde aylık sürgün uzunluğu (cm) değerleri

Table 2. The monthly shoot length values (cm) in fig hybrids according to different growing places

| Aylar                       | Yetiştirme Yeri |                |                | Aylar Ort. |
|-----------------------------|-----------------|----------------|----------------|------------|
|                             | Açık Alan       | Cam Sera       | Plastik Sera   |            |
| Mayıs                       | --              | 38.39 e        | 45.15 d        | 41.77 f    |
| Haziran                     | --              | 71.99 d        | 68.64 c        | 70.32 e    |
| Temmuz                      | 73.60 d         | 79.23 c        | 77.62 b        | 76.82 d    |
| Ağustos                     | 102.49 c        | 89.70 b        | 82.07 ab       | 91.42 c    |
| Eylül                       | 118.84 b        | 96.53 a        | 82.79 ab       | 99.39 b    |
| Ekim                        | 127.73 a        | 98.77 a        | 83.13 ab       | 103.21 a   |
| Kasım                       | 128.57 a        | 99.83 a        | 83.79 a        | 104.06 a   |
| <b>Yetiştirme Yeri Ort.</b> | <b>110.25 a</b> | <b>82.06 b</b> | <b>74.74 c</b> |            |

LSD(%5)<sub>Açık Alan</sub>: 7.20, LSD(%5)<sub>Cam Sera</sub>: 6.33, LSD(%5)<sub>Plastik Sera</sub>: 5.75, LSD(%5)<sub>Yetiştirme Yeri</sub>: 7.94, LSD(%5)<sub>Aylar</sub>: 3.01

İncir melezleme çalışmalarından elde edilen bireylerin gençlik kısırlığı sürelerinin 7 yıla kadar sürmesi (Storey, 1975) ve bu sürenin kısaltılması için melez bireylerin aşılması önemli konulardan birini oluşturmaktadır. Ancak, bu konuda detaylı çalışmaların olmaması, bu konuda elde edilen sonuçları önemli hale getirmektedir. Bu konuda farklı incir türlerinin bulunması (Çalışkan ve ark., 2018; Yıldız ve ark., 2024) yanında bu türlerin melez bireylerin genetik gelişimine etkileri ile ilgili detaylı çalışmaların yapılması, bu ıslah yönteminin incirde kullanılmasında pratik uygulamaların geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmada, Bursa Siyahı×Osmaniye02 melezleme kombinasyonundan elde edilen melez bireylerde aşı başarısı ve sürgün gelişimleri üzerine açık alan, cam sera ve plastik serada yetiştirilenin etkileri ilk kez değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, aşı tutma oranı en yüksek plastik serada yapılan aşılamadan elde edilmiştir. Ancak, aşılama sonrasında plastik serada maksimum sıcaklıklarının açık alana göre 40°C'nin üzerine çıkması nedeniyle aşı sürgünlerinin gelişimini azaldığı belirlenmiştir. Her üç yetiştirme yerinde de aşılamadan sonraki mayıs ve haziran aylarındaki aşı sürgünü gelişiminin diğer aylara göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, açık alanda 7 yaşlı Bursa Siyahı üzerine yapılan aşılamalardan plastik ve cam serada 1 yaşlı Bursa Siyahı üzerine yapılan aşılamalara göre daha iyi gelişmiş aşı sürgünleri elde edilmiştir.

### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### ETİK ONAY BEYANI

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

### KAYNAKLAR

- Aksoy, U., Zafer, H.C., Meyvacı, B., & Şen, F. (2007). Kuru İncir: Türk Sultanları Çekirdeksiz Kuru Üzüm, Kuru İncir ve Kuru Kayısı. Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği, 139 s.
- Aktürk, H. (2022). Bursa siyahı (*Ficus carica* L.) incir çeşidinde aşı köklü fidan üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 68 s, Bursa.
- Bostan, S.Z., İslam, A., & Aygün, A. (1998). A study on pomological characteristics of local fig cultivars in Northern Turkey. *Acta Horticulturae*, 480, 71-73. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.480.9>
- Condit, I.J. (1947). *The fig*. Chronica Botanica Co., Waltham.
- Çalışkan, O. (2012). Türkiye'de sofralık incir yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve geleceği. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26, 71-87.
- Çalışkan, O., & Bayazıt, S. (2012). İncir yetiştiriciliğinde ilekleme ve önemi. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17, 47-61.
- Çalışkan, O., & Karaman, H. (2017). Effects of different grafting methods and times on grafting success and plant development in Sarı Alıç hawthorn genotype (*Crataegus azarolus* L.). *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 72, 198-202.
- Çalışkan, O., Bayazıt, S., Iğın, M., Karataş, N., & Ergül, A. (2018). Genetic diversity and population structure in caprifigs (*Ficus carica* var. *caprificus*) using SSR markers. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16, e0703. <https://doi.org/10.5424/sjar/2018163-11662>


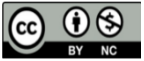
- Çalışkan, O., Bayazıt, S., Kılıç, D., İlgin, M., & Karataş, N. (2021). Pollen morphology and variability of caprifig (*Ficus carica* var. *caprificus*) genetic resources in Turkey using multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 287, 110283. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110283>
- Çalışkan, O., & Dalkılıç, Z. (2022). Ancient history and cultural heritage of *Ficus carica* in Turkey. Z. Dalkılıç (Eds.), *Ficus carica: Production, Cultivation and Uses* (s. 1–20). Nova Science Publishers, <https://doi.org/10.52305/TPCS5872>
- Çalışkan, O., & Kılıç, D. (2022). Effect of cordon pruning system on yield and fruit quality characteristics of 'Bursa Siyahı' fig cultivar. Z. Dalkılıç (Eds.), *Ficus carica: Production, Cultivation and Uses* (s. 131–146). Nova Science Publishers, <https://doi.org/10.52305/TPCS5872>
- Doyle, J., & Ferguson, L. (1997). Breeding persistent figs with Calimyrna quality. *Acta Horticulturae*, 480, 259-264. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.480.44>
- FAO. (2023). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 11.08.2023).
- Flaishman, M.A., Peer, R., Freiman, Z.E., Izhaki, Y., & Yablovitz, Z. (2017). Conventional and molecular breeding systems in fig (*Ficus carica* L.). *Acta Horticulturae*, 1173, 1-10. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.1>
- Gözlekçi, Ş. (2011). Pomological traits of fig (*Ficus carica* L.) genotypes collected in the west Mediterranean region in Turkey. *The Journal of Animal and Plant Science*, 21, 646-652.
- Hartmann, W., & Kester, E. (1983). *Plant propagation*. Printice-Hall. International Inc.
- Johnson, C.E., O'Rourke, E., & Boudreaux, J.E. (2010). 'O'Rourke' Fig. *HortScience*, 45, 826-827. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.5.826>
- Karadeniz, T. (2003). A study on some fruit characteristics and propagations of these by hardwood cuttings of local fig cultivars grown in Ordu (Turkey). *Acta Horticulturae*, 605, 107-112. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.605.16>
- Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 128, Adana.
- Rattanpal, H.S., & Sidhu, G.S. (2017). Studies on propagation of fig (*Ficus carica* L.) cultivars by budding. *Acta Horticulturae*, 1173, 173-176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1173.29>
- SAS Institute (2005). SAS Online Doc. Version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Storey, W.B. (1975). Figs. J. Janick, J. N. Moore (Eds.), *Advances in Fruit Breeding* (s. 568-589). Purdue Univ. Press.
- Souza, A.P., Silva, A.C., Leonel, S., & Escobedo, J.F. (2009). Basic temperatures and thermal sum for the fig trees pruned in different months. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31, 314-322. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000200005>
- Şimşek, M., & Küden, A. (2010). Selection of fig genetic material under Diyarbakir conditions. *International Journal of Botany*, 6, 251-258. <https://doi.org/10.3923/ijb.2010.251.258>
- Şimşek, E., Kılıç, D., & Çalışkan, O. (2020). Phenotypic variation of fig genotypes (*Ficus carica* L.) in the Eastern Mediterranean of Turkey. *Genetika*, 52, 957-972. <https://doi.org/10.2298/GENSR2003957S>
- Yıldız, E., Ağlar, E., Sümbül, A., Yaman, M., Çalışkan, O., Popescu, G.C., Popescu, M., Gönültaş, M. (2024). Morphogenetic characterization of fig (*Ficus carica* var. *rupestris* (Hauskn.) Browicz) genotypes to be used as rootstock. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 71, 747-759. <https://doi.org/10.1007/s10722-023-01654-0>
- YSM. (2023). *Türkiye Yaş Meyve Sebze İhracatçı Birlikleri*. <http://www.ysm.org.tr/tr/istatistikler.html> (Erişim Tarihi: 11.08.2023).

## Assessment of leadership effectiveness among the executives and members of farmers' cooperative societies in Osun State, Nigeria: Implication for agricultural development

Nijerya'nın Osun Eyaletindeki çiftçi kooperatif birliklerinin yöneticileri ve üyeleri arasındaki liderlik etkinliğinin değerlendirilmesi: Tarımsal kalkınmaya etkisi

Michael FAMAİNWA<sup>1</sup>, Dorcas Lola ALABI<sup>1</sup>, Sunday Ismael SALAWU<sup>1</sup>

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

| ARTICLE INFO   | ABSTRACT   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 20.10.2023<br/>Accepted / Kabul: 30.12.2023</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Agricultural development<br/>Constraints<br/>Farmers' cooperative leaders<br/>Performance<br/>Socio-economic attributes</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Tarımsal kalkınma<br/>Kısıtlamalar<br/>Çiftçi kooperatif liderleri<br/>Performans<br/>Sosyo-ekonomik özellikler</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Michael FAMAİNWA<br/>mfamakinwa@oauife.edu.ng</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>The study assessed the leadership effectiveness among the executives and members of farmers' cooperative societies in Osun State, Nigeria. A structured interview schedule was used to gather quantitative data from 50 executives and 75 members of farmers' cooperative societies across the state. Data were processed through IBM SPSS version 23. Descriptive and inferential statistics were used to analyse the data. The findings revealed that the majority (84%, 78.7%) of leaders and members were male and members were male while (98%, 94.5 %) were married with a mean age of 47.46 ± 13.73 and 40.36 ± 10.13 years. Also, the majority of the cooperative leaders emerged through election and mostly selected into leadership position based on active participation in cooperative activities. The majority of the leaders were very effective in leading discussions during meetings (mean=2.90) and managing cooperatives operations (mean=2.63). Also, irregular payment of loans and inadequate trainings were the problems facing leadership effectiveness. Years of farming experience (r= 0.788) and years of cooperative membership (r= 0.731) were significantly related to leadership effectiveness. It is concluded that, in order to enhance leaders' effectiveness and consequently, agricultural development, capacity building through regular training, and workshops should be organised by relevant stakeholders.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Bu çalışmada, Nijerya'nın Osun Eyaletindeki çiftçi kooperatif derneklerinin yöneticileri ve üyeleri arasındaki liderlik etkinliği değerlendirilmiştir. Eyalet çapındaki çiftçi kooperatiflerinin 50 yöneticisinden ve 75 üyesinden niceliksel veri toplamak için yapılandırılmış bir görüşme programı kullanılmıştır. Veriler IBM SPSS sürüm 23 aracılığıyla işlenmiştir. Verilerin analizinde tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistikler kullanılmıştır. Bulgular, lider ve üyelerin çoğunluğunun (%84, %78,7) erkek, üyelerin ise erkek olduğunu, ortalama yaşlarının ise 47,46±13,73 ve 40,36±10,13 yıl olduğunu, (%98, %94,5) evli olduklarını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca kooperatif liderlerinin çoğunluğu seçim yoluyla ortaya çıkmış ve çoğunlukla kooperatif faaliyetlerine aktif katılıma dayalı olarak liderlik pozisyonuna seçilmişlerdir. Liderlerin çoğunluğunun toplantılar sırasındaki tartışmaları yönlendirmede (ortalama=2,90) ve kooperatif operasyonlarını yönetmede (ortalama=2,63) oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kredilerin düzensiz ödenmesi ve yetersiz eğitimler de liderliğin etkinliğinin karşılaştığı sorunlar arasındadır. Çiftçilik deneyimi yılı (r= 0,788) ve kooperatif üyeliği yılı (r= 0,731) liderlik etkinliği ile önemli ölçüde ilişkili görülmüştür. Liderlerin etkinliğini ve dolayısıyla tarımsal kalkınmayı artırmak için ilgili paydaşlar tarafından düzenli eğitimler yoluyla kapasite geliştirme ve çalıştaylar düzenlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>   | Famakinwa, M., Alabi, D.L., & Salawu, S.I. (2024). Assessment of leadership effectiveness among the executives and members of farmers' cooperative societies in Osun State, Nigeria: Implication for agricultural development. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 176-191. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1379084">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1379084</a>  |

## INTRODUCTION

Agriculture is one of the largest contributors to the Gross Domestic Product (GDP) of Nigeria's economy with an estimated 30% of the total GDP (Statista, 2023). Thus, the sector holds a significant position in the nation's economy by providing food for consumption, raw materials for industry and export produce for foreign exchange earnings. Hailemariam (2017), Yamusa and Adefila (2014) and Nlerum and Ogu (2014) observed that despite the significance of the sector, its performance over some decades has not been encouraging because of its low productivity, low incomes and shrinkage of agricultural labour. Yamusa and Adefila (2014) observed further that, for the country to feed its citizens, reduce poverty and attain a satisfactory level of sustainable economic growth, the poor performance in the agricultural sector must be addressed. One of the ways to address the problem is through the collective effort of farmers whereby they come together and pool their resources to achieve the common goal of enhanced productivity (Nlerum & Ogu, 2014). This coming together and gathering of resources of farmers is what is otherwise known as farmers cooperatives or agricultural cooperatives.

Attah (2018) conceptualised cooperatives as independent groups of people that come together voluntarily to address their shared needs in terms of economics, social, and cultural issues through jointly owned businesses that are subjected to democratic control. Cooperatives are controlled and operated by the leaders on behalf of the members. There are different types of cooperatives across the different fields of human endeavour such as credit cooperatives, consumers' cooperatives and farmers' cooperatives. However, this study focuses on farmers' cooperatives otherwise known as agricultural cooperatives. An agricultural cooperative is an economic and social organisation in rural areas that contribute significantly to the growth of agricultural sector by providing credits supports and inputs (such as seeds, fertilisers, and other agrochemicals) to farmers. In addition, Nnadozie et al. (2015) also stated that farmers' cooperatives provide members with the necessary knowledge and skills, especially on new agricultural methods that aim at increasing productivity, and therefore, promoting the rural societies. In addition, farmers' co-operative societies are formed to perform several functions including promotion of agricultural product marketing services of members, boosting competition in the agricultural services industry, and giving members access to savings and credit. The creation of agricultural cooperatives gives small-holder farmers a greater opportunity (Yamusa & Adefila, 2014).

According to Farmsquare (2023), the governance structure of farmers cooperatives in Nigeria is dependent on the type of farmers cooperatives in question, whether those in production, marketing, consumption, or credits, in order to meet the cooperatives' specific activities and aims. Every cooperative's board of directors (leaders) are elected by the members to oversee the cooperative's operations and make crucial decisions concerning the cooperative's direction and operations. Furthermore, members of various committees such as finance committee or marketing committee are accountable for specific aspects of the cooperative's operations. As a result, a solid governance structure for the cooperative would aid its long-term profitability and sustainability. Furthermore, the organizational structure of Nigerian farmers cooperatives adheres to the global pyramidal structure of three levels, beginning with the village/community level known as primary society, where individual members of the community join cooperatives and adhere to cooperative principles as stated in the bye-laws. The federation of primary societies is known as union, and the final level is the entire cooperative system at the state or federal levels, which is known as apex.

Agricultural cooperatives serve as a platform through which both government and non-government programmes and initiatives are implemented in rural areas with the aim of enhancing the well-being and livelihoods of rural communities. In the Nigeria context, farmers' cooperative societies are recognized as essential tools for fostering agricultural development in rural communities. They play pivotal roles in various aspects of agricultural activities, as noted by Virendra et al. (2015). They contribute significantly to resource and input utilization, water resource management, marketing and market information, storage, distribution and value addition to agricultural produce,



and the establishment of a systematic monitoring network. Also, to economic activities like credit disbursement and the distribution of agricultural inputs such as seeds, fertilizers, and agrochemicals. Farmers' cooperatives are instrumental to advancing the interests of the resource-poor members of the society, including the farmers. They are widely acknowledged as crucial tools for empowering smallholder farmers, helping them to overcome constraints that impede their occupational endeavours by using collective approach that enables them to achieve better than individually. By enhancing economic empowerment and collective bargaining power, cooperatives mitigate risks faced by farmers in the market. Ojimba et al. (2018) emphasized that participating in cooperative organizations, particularly farmers' cooperatives, leads to increased agricultural productivity. Moreover, the establishment of cooperative organizations brings priceless benefits like enhanced food availability, greater productivity, and assistance in securing more reasonable prices for farmers' produce when sold collectively—a benefit that makes a substantial contribution to the local farmers' agricultural development. Nlerum and Ogu (2014) asserted that farmers' cooperatives play significant roles in rural development by advancing agricultural development, encouraging community growth, supporting rural-based industries, encouraging participation in rural projects, providing financial support for such projects, and creating job opportunities. They also have great impact on human resources development in terms of fostering community cohesion for cooperative problem-solving, developing leaders to manage different rural groups, alleviating poverty, and improving the welfare of women and young people. Nlerum and Ogu (2014) also observed that farmers' cooperatives have enabled the consolidation of fragmented land and facilitated investment in mechanization and irrigation. They enhanced the ability to negotiate for the procurement of farm tools and inputs at reduced expenses and sell farm products to traders at more favourable prices. They established storage facilities for farmers and fostered a conducive environment for banks to provide agricultural credit, consequently boosting agricultural productivity and elevating the income levels of cooperative members.

However, effective leadership is very germane in coordinating and motivating members of the cooperatives towards achieving their common goals and fostering the success of their respective societies. Leadership plays a very important role in achieving cooperatives functions. According to Akangbe et al. (2014), cooperative projects are driven by their leaders. The future of every cooperative society depends on the ability to identify, nurture, and develop active and dedicated leaders. Adefila and Madaki (2014) also found a strong correlation between the effectiveness of farmers' cooperatives in achieving agricultural development and the quality of their leadership. Leadership therefore, according to Afolayan et al. (2021) is a pattern of behaviour which aims at integrating group interest with the members' interests while Ofuoku (2012) defined it as a process whereby an individual directs, guides, influences or controls the thoughts of other members of a social system. Similarly, Echetama et al. (2017) posited that a leader is someone who goes first or has the authority to direct others to achieve the cooperative goals. Farmers' cooperative leaders are members of the cooperative society that are selected or elected to represent the society and their responsibility is to influence others to achieve mutual goals and objectives of the society. They must flow with the group they lead. The leadership of the farmers' cooperative is dependent on the individual's leadership skills and abilities. For the leaders to perform their roles effectively, there is the need for cooperation from the members of the cooperative.

One of the crucial challenges facing agricultural development in Nigeria revolves around the need to create appropriate organizations and institutions to effectively mobilize and encourage members of the rural sector towards increased productivity (ICA, 2010). As such, rural farmers who are characterized by low income, low resource utilization, small farm holdings and scattered farmland, find it difficult to pool their resources together to raise their farm income and substantially improve their living conditions, of which, the emergence of cooperatives serves as a promising and practical economic option of providing a strong alternative for the farmers (Ibitoye, 2012). The cooperative organization offers the best machinery for reaching the masses of small-scale farmers (Ibitoye, 2012). However, the findings of studies conducted in Ethiopia by Bezabih (2012) and Karunakaran and Huka (2018)



highlighted some problems associated with cooperative societies to include weak coordination, limited assistance from the government, low capacity of cooperative leadership, and inadequate capacity building support by agencies. Also, Muhammed and Lee (2015) and Mina (2019) identified lack of committed leadership with low capacity of leaders, lack of good governance (management), poor attitude and corruption, and lack of knowledge and skills as problems facing cooperative societies. These problems are detrimental to effective performance of cooperative leaders. In Nigeria, despite the laws and regulations guiding the operations of farmers cooperatives coupled with the like-mindedness of members and large membership, the performance records of some farmers' cooperatives are unpredictable and unreliable as some of them are still struggling to render desirable services to meet the needs of their members. This may be traced to multiple challenges facing cooperative societies in Nigeria which include the inability of members to bear risk, lack of members' commitment, and the expectation of high returns on investment, lack of proper coordination, poor administrative skills, poor managerial acumen and poor leadership. However, past studies in cooperatives have identified leadership as one of the crucial factors attributed to success or failures of cooperatives organisation since strong governance would ensure the cooperative's long-term success and sustainability (Adefila, 2012; Garnevska et al., 2011; Mohamad & Majid 2014). Therefore, this study focused on leadership effectiveness of farmers' cooperative because the quality of leadership was significantly related to farmers' cooperatives effectiveness for agricultural development as reported by Adefila and Madaki, (2014). This is because effective cooperative leaders are expected to efficiently manage cash, personnel as well as their societies' business and assets if farmers' cooperatives are to bring about socio-economic change and improvement in the welfare their members, alleviate problems of lack of funds, enhance technological innovations transfer to farmers, facilitate savings as well as contribute to rural development. Several studies (Adefila, 2012; Adefila & Madaki, 2014; Akangbe et al., 2012; Simkhada & Bhattarai, 2023) have accessed the roles of farmers' cooperatives in agricultural development, the leadership styles of farmers' cooperatives leaders and attributes of cooperatives leaders that could enhance their performance. However, little is known about the effectiveness of farmers' cooperative leaders in their role performance, hence, this study would bridge this knowledge gap. It specifically described the demographic attributes of leaders and members of farmers' cooperatives in the study area; ascertain methods and criteria used for selecting leaders; and identify the problems associated with the performance of cooperative leadership roles with a view to determine the effectiveness of leaders in performing their roles. The study also tested for a significant relationship between selected demographic attributes of cooperative leaders and their effectiveness in role performance.

## **MATERIALS and METHODS**

### ***Study area and sampling technique***

The study was carried out in Osun State, Nigeria. Osun State is an agrarian state which has thirty Local Government Areas (LGAs). The state has three agricultural zones based on Osun State Agricultural Development Programme classification; namely Osogbo zones with 13 LGAs, Ife/Ijesa with 10 LGAs and Iwo with 7 LGAs. Both leaders and members of farmers' cooperative societies were the study population. Members of farmers' cooperatives were included in the sample frame to serve as a control group to clarify and validate information given by their leaders as used by Dayanandan and Huka (2019) in cooperative leadership study conducted in Ethiopia. A list of registered farmers' cooperative groups across the three Agricultural zones of Osun State was obtained from Osun Agricultural Development Programme. A multistage sampling procedure was used to select the respondents. In the first stage, Oshogbo and Iwo zones were purposively selected out of the three zones due to their higher number of registered farmers' cooperative groups. In the second stage, three Local Government Areas (LGAs) were purposively selected from each of the chosen zones based on the concentration of farmers' cooperative societies. These are: Ayedire, Ejigbo and Olaoluwa LGAs from the Iwo zone with Ede South, Egbedore and Orolu LGAs from Oshogbo zone. In the

third stage, 20% of the farmers' cooperative societies were randomly selected from all the selected LGAs to give a total of 25 cooperative societies, which translated into 4 farmers' cooperatives out of 20 in Ayedire, 7 out of 35 in Ejigbo, 4 out of 20 in Olaoluwa, 5 out of 25 in Ede south, 3 out of 15 in Egbedore and 2 out of 10 in Orolu LGAs. At the final stage, 2 executive members (president and general secretary) and 3 ordinary members who are active in cooperative activities were purposively selected for the interview to give necessary information required from each of the chosen groups, which translated into 50 leaders and 75 members, making a total of 125 respondents as shown in Table 1. Data were collected using interview schedule from both leaders and members. Data were processed through IBM version 23. Descriptive statistics and inferential statistical analyses were used to analyse the data. The Figure 1 below shows map of the study area.

Table 1. Sampling procedure showing the population for the study

Çizelge 1. Çalışma için popülasyonu gösteren örnekleme yöntemi

| Zones          | LGAs      | Total number of Farmers cooperative groups | 20% of cooperatives selected. | Number of leaders selected | Number of members selected | Total members selected |
|----------------|-----------|--|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| <b>Iwo</b>     | Ayedire   | 20   | 04                            | 2x4 = 8                    | 3x4 = 12                   | 20                     |
|                | Ejigbo    | 35   | 07                            | 2 x7=14                    | 3x7= 21                    | 35                     |
|                | Olaoluwa  | 20   | 04                            | 2x 4 = 8                   | 3x4 = 12                   | 20                     |
| <b>Oshogbo</b> | Ede south | 25   | 05                            | 2 x5 =10                   | 3x5 = 15                   | 25                     |
|                | Egbedore  | 15   | 03                            | 2 x3 =6                    | 3x3= 9                     | 15                     |
|                | Orolu     | 10   | 02                            | 2x2= 4                     | 2x3= 6                     | 10                     |
| <b>Total</b>   | <b>6</b>  | <b>125</b>                                 | <b>25</b>                     | <b>50</b>                  | <b>75</b>                  | <b>125</b>             |

Source: Osun State Agricultural Development Programme Office Iwo, 2022.

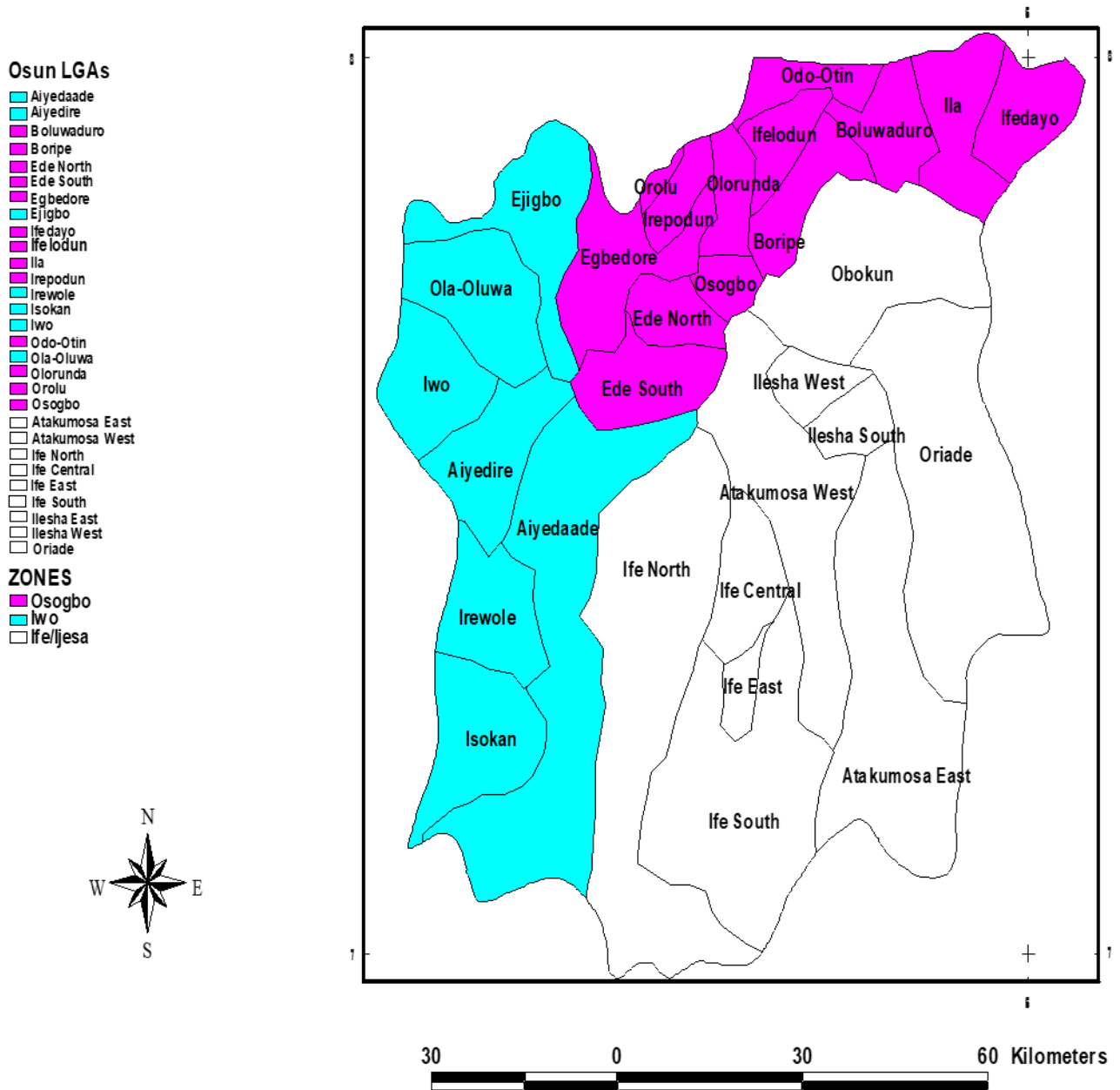


Figure 1. Map of Osun State showing 30 LGAs by agricultural zones  
 Şekil 1. Tarım bölgelerine göre 30 LGA'yı gösteren Osun Eyaleti haritası

**Measurement of variables**

The dependent variable for this research was the effectiveness of farmers' cooperative societies' leaders in the performance of their associations' activities. This was conceptualized by the extent to which cooperative societies' leaders effectively performed leadership roles in cooperative activities using a scale of 0-3 to rate leaders' performance in 16 leadership activities. Respondents' rating of zero means not effective, one means less effective, 2 means effective and 3 means very effective. The total score for each respondent was calculated and this formed the leadership effectiveness score. The maximum and minimum score obtainable were 48 and 0 respectively. Leadership effectiveness level was determined by using equal interval approach as used by Adisa (2022), Deji et al.

(2023) and Famakinwa et al. (2023). This was achieved by calculating the range of the leadership effectiveness score and divide it by two to categorise the respondents into high and low levels of leadership effectiveness. That is, maximum score (48) minus minimum score (0), the result (48) generated was then divided by 2 to give the width of (24 points) for each of the respondents. Thus, any respondent with a leadership effectiveness score of less than or equal to 24 was regarded as low, while respondents whose effectiveness score was above 24 were regarded as high. Criteria for leadership selection was measured by asking the respondents (members) to indicate the conditions they considered before choosing their leaders and each response was scored one point while problems associated with leadership effectiveness were measured by requesting the respondents (both members and leaders) to rate the problems affecting the effective performance of leaders using a scale 0-2, where 2 points was assigned to major problem, 1 point was given to minor problem and zero point was given to no problem. Years of formal education in Nigeria is measured in terms of the number of years an individual spent in elementary school, secondary school and tertiary institution to acquire knowledge and skill. In Nigeria context, people are expected to spend maximum of six years in elementary schools, another maximum of six years in secondary school and minimum of three years in tertiary institution depending on the type of institution attended.

## RESULTS and DISCUSSIONS

### *Demographic attributes*

Table 1 shows that the mean household size of leaders and members were  $6\pm 3$  persons and  $5\pm 2$  persons respectively. This result implies that both the leaders and members have moderate household sizes. It is evident from this result that the age-long tradition of farmers in the study area of having many children with the aim of using them for farm labour is no longer in practice as farmers now send their children to school. This aligns with Faniyi et al. (2020), who opined that rural households are gradually moving away from the traditional way of having large household sizes for farm labour. Also, the mean years of formal education of leaders and members were  $14.2\pm 3.7$  years and  $13.9\pm 3.4$  years. This implies that both leaders and members were literate but leaders had a bit higher educational status than their members. This shows that leaders stand a better chance of accessing more information that could assist the members and enhance their active participation in cooperative activities. Besides, both leaders and members obtained credits mostly from cooperatives societies (86%, 74.7%) and personal savings (74 %, 73.3%), signifying that the majority of them obtained farm credits from their cooperative societies. This reflects one of the benefits derived by farmers who belong to a cooperative society. The study also reveals that majority of leaders and members sourced agricultural information from farmers' cooperatives (90%, 85.3%), and extension agents (84%, 74.7%). The result implies that although the majority of the respondents had multiple sources of obtaining agriculture-related information, farmers' cooperative societies was the foremost. This shows further that farmers' cooperative societies constitute the major platforms where rural farmers obtain relevant information and receive training on improved agricultural practices. The result reveals that the majority (78 %, 84 %) of leaders and members of farmers' cooperative societies engaged in farming as primary source of occupation although they still engaged in other livelihood activities. This supports the results of Dayanandan and Huka (2019) who reported that majority of leaders and members of farmers' cooperatives were engaging in farming activities. The results also reveal that the mean years of farming experience of leaders and members were  $19.2\pm 12.6$  years and  $15.7\pm 8.2$  years, respectively. This implies that although both leaders and their members had enough farming experience, leaders of cooperative societies had more farming experience than their members which could influence their performance. The finding is at variance from that of Yamusa and Adefila (2014) and Ofuoku (2015) who reported that members of farmers' cooperative societies had longer years of farming experience. The mean farm size of leaders and members were  $3.8\pm 2.4$  hectares and  $3.2\pm 2.03$  hectares respectively, implying that the majority of the leaders and members had small farm sizes. This agrees with the findings of Yamusa and Adefila

(2014) and Ofuoku (2015), that the majority of farmers were operating on a small scale and unable to benefit from economies of scale hence resorting to cooperative organizations. Further results show that the mean annual income of the leaders and members were N1,581,000:00 ± N935,223.85 and N1,286,666.67 ± N 855,662.14 respectively which (at 1USD = N 600), are equivalent to US\$2635 ± US\$1558.71 for leaders and US\$2,144.44 ± US\$1426.10 for members. The average monthly income of leaders and members were N132,000 and N107,000 (US\$220 and US\$178.33) respectively. This shows that the respondents earn above the national minimum wage of N30,000 (50US\$) per month, suggesting that their livelihood activities are sustainable as majority of both leaders and members were living above the international poverty line of 1.9 US\$ per day. This also implies that leaders have higher economic status than their members. This might be one of the reasons for electing them into leadership positions in their various cooperative societies. Evidence in Table 1 shows that the leaders' and members' mean years of membership in farmers' cooperative societies were 12.6±10.4 years and 7.6±5 years, respectively. This shows that although both leaders and members had spent a good number of years in cooperative societies, the leaders had stayed longer than the members. This could translate into leaders having more experienced in cooperative activities than their members and could also enhance their performance because longer years of membership could increase their wealth of experiences. This finding agrees with the findings of Dayanandan and Huka (2019) who posited that members who have stayed longer in the cooperative societies would have a possibility of possessing knowledge about the objectives, activities, and benefits of their associations and have a stronger sense of ownership than new members.

Table 2. Respondents' demographic features

*Çizelge 2. Katılımcıların demografik özellikleri*

| Variables                  | Leaders<br>(n=50) |    |             | Members (n=75) |      |             |
|----------------------------|-------------------|----|-------------|----------------|------|-------------|
|                            | Freq              | %  | Mean±SD     | Freq.          | %    | Mean±SD     |
| Age                        |                   |    |             |                |      |             |
| ≤40                        | 18                | 36 | 47.46±13.73 | 42             | 56   | 40.36±10.13 |
| 41-60                      | 26                | 52 |             | 32             | 42.7 |             |
| 61+                        | 6                 | 12 |             | 1              | 1.3  |             |
| Sex                        |                   |    |             |                |      |             |
| Male                       | 42                | 84 |             | 59             | 78.7 |             |
| Female                     | 8                 | 16 |             | 16             | 21.3 |             |
| Marital Status             |                   |    |             |                |      |             |
| Single                     | 1                 | 2  |             | 4              | 5.5  |             |
| Married                    | 49                | 98 |             | 71             | 94.5 |             |
| Household Size             |                   |    |             |                |      |             |
| ≤5                         | 20                | 40 | 6±3         | 43             | 57.3 | 5±2         |
| 6-10                       | 26                | 52 |             | 30             | 40   |             |
| 11+                        | 4                 | 8  |             | 2              | 2.7  |             |
| Years of Formal Education  |                   |    |             |                |      |             |
| ≤6 (Primary schools)       | 4                 | 8  | 14.22 ± 3.7 | 4              | 5.3  | 13.88 ± 3.4 |
| 7-12 (secondary school)    | 14                | 28 |             | 33             | 44   |             |
| ≥13 (Tertiary institution) | 32                | 64 |             | 38             | 50.6 |             |
| **Sources of Farm Credit   |                   |    |             |                |      |             |
| Friends and neighbours     | 29                | 58 |             | 49             | 65.3 |             |
| Personal savings           | 37                | 74 |             | 55             | 73.3 |             |
| Farmers cooperatives       | 43                | 86 |             | 56             | 74.7 |             |
| Microfinance bank          | 8                 | 16 |             | 10             | 13.3 |             |
| Agricultural banks         | 7                 | 14 |             | 10             | 13.3 |             |
| Commercial banks           | 5                 | 10 |             | 4              | 5.3  |             |
| **Sources of Information   |                   |    |             |                |      |             |

Table 2 (continued). Respondents' demographic features

*Çizelge 2 (devamı). Katılımcıların demografik özellikleri*

|                                       |      |    |                   |    |      |                     |
|---------------------------------------|------|----|-------------------|----|------|---------------------|
| Relatives and friends                 | 32   | 64 |                   | 63 | 84   |                     |
| Extension agents                      | 42   | 84 |                   | 56 | 74.7 |                     |
| Farmers Cooperatives                  | 45   | 90 |                   | 64 | 85.3 |                     |
| Radio                                 | 21   | 42 |                   | 33 | 44   |                     |
| Television                            | 17   | 34 |                   | 25 | 33.3 |                     |
| Online media                          | 24   | 48 |                   | 33 | 44   |                     |
| <b>Occupation</b>                     |      |    |                   |    |      |                     |
| Farming                               | 39   | 78 |                   | 63 | 84   |                     |
| Civil service                         | 5    | 10 |                   | 6  | 8    |                     |
| Marketing of agricultural produce     | 1    | 2  |                   | 1  | 1.3  |                     |
| Artisan                               | 2    | 4  |                   | 1  | 1.3  |                     |
| Trading                               | 3    | 6  |                   | 4  | 5.3  |                     |
| <b>Years of membership</b>            |      |    |                   |    |      |                     |
| ≤20                                   | 43   | 86 | 12.56±10.04       | 73 | 97.3 | 7.59±5.6            |
| 21-40                                 | 5    | 10 |                   | 2  | 2.7  |                     |
| 41+                                   | 2    | 4  |                   | 0  | 0    |                     |
| <b>Years of Farming Experience</b>    |      |    |                   |    |      |                     |
| ≤10                                   | 15   | 30 | 19.22±12.6        | 29 | 38.7 | 15.72±8.2           |
| 11-20                                 | 18   | 36 |                   | 29 | 38.7 |                     |
| ≥20                                   | 17   | 34 |                   | 17 | 22.6 |                     |
| <b>Farm Size (Ha)</b>                 |      |    |                   |    |      |                     |
| ≤2                                    | 17   | 34 | 3.82±2.38         | 36 | 48   | 3.15±2.03           |
| 3-4                                   | 15   | 30 |                   | 17 | 22.7 |                     |
| 5-6                                   | 14   | 28 |                   | 18 | 24   |                     |
| ≥7                                    | 4    | 8  |                   | 4  | 5.4  |                     |
| <b>Annual Income (₺) (1USD = 600)</b> |      |    |                   |    |      |                     |
| ≤500000                               | 13.0 | 26 | 1,581,000±935,224 | 28 | 37.3 | 1,286,666.7±855,662 |
| 500001-1000000                        | 18   | 36 |                   | 27 | 36   |                     |
| 1000001-1500000                       | 6    | 12 |                   | 4  | 5.3  |                     |
| ≥1500001                              | 13   | 26 |                   | 16 | 21.3 |                     |

\* Multiple responses

Source: Field Survey, 2022

**Methods of selecting cooperative leaders**

Table 3 shows that the leaders and members indicated that for most of the cooperative societies, leaders were chosen by election (60 %, 54.7%), some by nomination (38 %, 37.3%), and few by consensus (8 %, 2.7%). The result reveals that the majority of the farmers' cooperative societies chose their leaders through democratic means, which gives room for every member of the association to freely participate. This method of leadership selection is considered to be the fairest as leaders selected through this method would likely use the participatory leadership approach that gives room for adept leaders-followers relationship contrary to what happens when the leader is imposed. This aligns with the discovery of Akangbe et al. (2014), who asserted that in farmers' cooperative societies, a democratic leadership style is preferred as this gives room for more participation of members in every decision and empowerment.



Table 3. Respondents' leadership selection methods

*Çizelge 3. Katılımcıların liderlik seçim yöntemleri*

| Variables                          | Leaders (n=50) |         | Members (n=75) |         |
|------------------------------------|----------------|---------|----------------|---------|
|                                    | Freq.          | Percent | Freq.          | Percent |
| Voting                             | 32.0           | 64.0    | 41.0           | 54.7    |
| Nomination                         | 19.0           | 38.0    | 28.0           | 37.3    |
| Consensus                          | 4.0            | 8.0     | 14.0           | 18.7    |
| Appointment/ Government imposition | 0.0            | 0.0     | 2.0            | 2.7     |

Source: Field Survey, 2022

**Criteria for selecting farmers' cooperative leaders**

Evidence in Table 4 was based on members' judgment and the results show that members claimed that the criteria mostly considered in selecting members into leadership positions include contribution and active participation in association activities (93.3%), competence in cooperative activities (93.3%), integrity and honesty (93 %), experience in cooperative activities (92 %), good communication skills (85.3%), good mobilization skill (85.3%), problem solving ability (80%) and hard work (73.3%). The result reveals that past contributions to the association and active participation, competence in cooperative activities and integrity/honesty were mostly sought after before selecting members to hold any leadership position in farmers' cooperative societies. This implies that members of farmers' cooperative societies cherish honesty, competence and individual contributions to cooperative societies' activities as these characteristics might ensure transparency and accountability in all transactions and dealings as indicated by Famakinwa et al. (2019) especially in the management of cooperative societies' resources like shares, dividends and savings. It is also expected that those at the helms of cooperative affairs should be above-board for cooperatives to have sound footing. This result agrees with the findings of Ofuoku (2012) who identified characteristics such as problem-solving skills, mobilization skills, communication skills, self-confidence and integrity/honesty as part of the criteria used to choose farmers' group leaders.

Table 4. Criteria used for selecting farmers' cooperative societies' leaders

*Çizelge 4. Çiftçi kooperatifi liderlerini seçme kriterleri*

| * Criteria   | Members (n=75) |         |
|--|----------------|---------|
|  | Freq           | Percent |
| Contributions to and active participation in cooperative societies | 70             | 93.3    |
| Competence in cooperative activities                               | 70             | 93.3    |
| Integrity and honesty  | 70             | 93.3    |
| Experience in cooperative activities                               | 69             | 92      |
| Good communication skill   | 64             | 85.3    |
| Mobilization skill   | 64             | 85.3    |
| Problem-solving ability  | 60             | 80      |
| Hard-work/diligence  | 55             | 73.3    |
| Successful farm business   | 50             | 66.7    |
| Educational level  | 40             | 53.3    |
| Fame and popularity  | 8              | 10.7    |
| Economic prowess   | 14             | 18.7    |
| Gender   | 3              | 4       |
| Religious belief   | 2              | 2.7     |

\*Multiple responses

Source: Field Survey, 2022

***Effectiveness of farmers' cooperatives leaders in performing cooperative activities***

The effectiveness of cooperative leaders is a cornerstone for the better performance of any cooperative society as this ensures provision of quality services to the members in forms of alleviating the problems of lack of funds, increasing the bargaining power and capacity of members to invest, enhancement of technological innovations transfer to farmers, facilitating savings as well as contributing to rural development. The results in Table 5 show that the self-assessment by leaders of farmers' cooperative societies indicated they judged themselves to be very effective in performing the roles of leading discussions in meetings and time management (mean=2.90), managing the day-to-day operations of the cooperative societies (mean=2.65) and ensuring loan and dividend are disbursed at the appropriate time (mean=2.56); moderately effective in performing other roles such as managing cooperative societies' resources (mean=2.18) and making sound decisions in the cooperative societies (mean=1.84) among others. However, the members' assessment of their leaders shows that cooperative societies' leaders were moderately effective in performing all their roles in the cooperative activities. The results show that leaders might have overrated themselves or that members were not adequately satisfied with their leaders as members might have been expecting a higher level of effectiveness from them. The implication of the finding is that when cooperative societies' leaders are not as effective as members expected, it can lead to members' poor participation in decision-making, and poor attendance in cooperative meetings among others.

The result in Figure 2 was generated from effectiveness scores obtained from both leaders and members. The Figure shows that the majority (44.8%) of the leaders indicated that they were effective in their role performance and just above half (55.2%) indicated low level of effectiveness. However, majority (70%) of the members rated their leaders as less effective in their role performance in cooperatives activities and nearly one-third (30%) indicated their leaders were effective. The fact that both leaders and members indicated that more than half of the leaders were less effective in their role performance might be due to lack of regular training for cooperative societies' leaders, inadequate knowledge about cooperative management, lack of active participation of members and some unfavourable government policies. This observation should be a thing of concern because of its implications on agricultural development, since no society can perform beyond the ability of the leaders. It is also an indication that cooperative leadership needs special attention in order to achieve the organisational goals of supporting members in pooling their resources together to raise funds for agricultural production. Moreover that the farmers' cooperative societies have important roles to perform in improving agricultural production, marketing, distribution of agricultural inputs and marketing of produce as well as educating farmers and providing increase credit facilities. In addition, most government intervention programmes for farmers are channelled through farmers' cooperative societies thereby, enabling them to influence government ideas and actions that can transform agricultural sector through their common bargaining power. When cooperative societies' leaders are not highly effective in the management of their association affairs, it will negatively affect agricultural production and development as members would not be able to harness the association resources for improved productivity.

Table 5. Leadership effectiveness in performing their roles in cooperative activities as perceived by leaders and members

Çizelge 5. Liderler ve üyeler tarafından algılanan şekilde, işbirlikçi faaliyetlerde rollerini yerine getirmede liderlik etkinliği

| Activities   | Leaders | Perceived by Members |
|--|---------|----------------------|
|  | Means   | Means                |
| Lead discussions in meetings and manage time well                                | 2.90    | 2.41                 |
| Manage the day-to-day operations of the cooperative                              | 2.63    | 2.31                 |
| Ensure loan and dividend are disbursed at the appropriate time                   | 2.56    | 1.55                 |
| Make sound decisions in the cooperative issues                                   | 2.24    | 1.84                 |
| Manage cooperative resources   | 2.18    | 2.05                 |
| Ensure rules and regulations of the cooperative are upheld in decision making    | 1.99    | 1.77                 |
| Make members understand the cooperative goals and objectives                     | 1.98    | 1.89                 |
| Ensure financial statements are disclosed to members                             | 1.88    | 1.55                 |
| Settle/resolve conflicts among members   | 1.84    | 1.84                 |
| Ensure members have access to subsidized agricultural inputs and other resources | 1.75    | 1.78                 |
| Organize good marketing opportunities for the members                            | 1.72    | 1.59                 |
| Establish good communication among members                                       | 1.66    | 1.67                 |
| Manage the cash flow of the cooperative business                                 | 1.62    | 1.58                 |
| Encourage membership and active patronage  | 1.58    | 1.55                 |
| Working for the benefit of members   | 1.60    | 1.64                 |
| Formulate goals and objectives for the cooperatives                              | 1.58    | 1.63                 |

Source: Field Survey, 2022

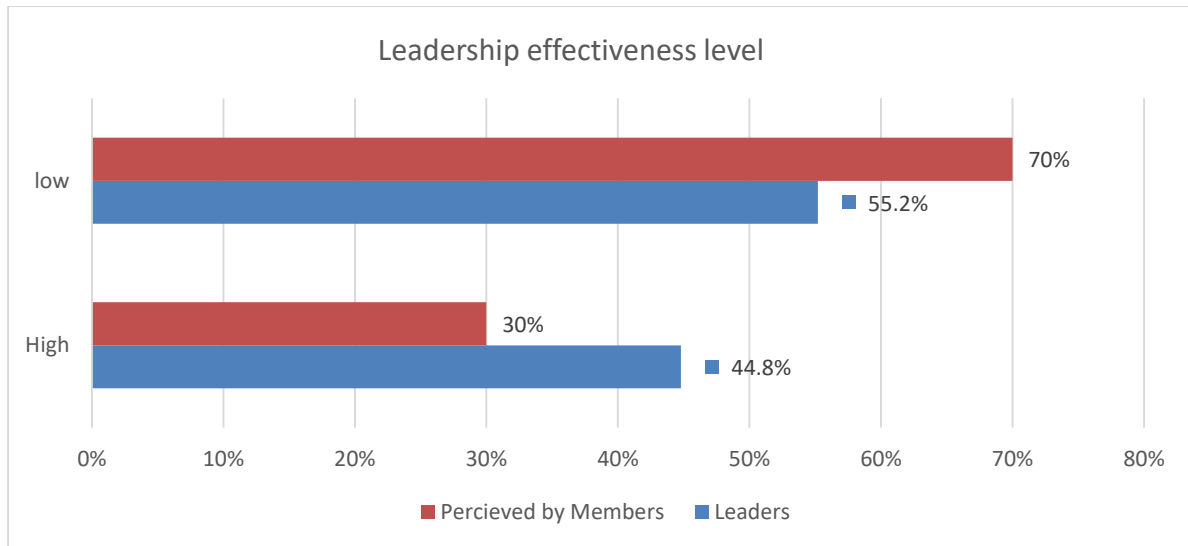


Figure 2. Level of the effectiveness of farmers cooperatives leaders

Şekil 2. Çiftçi kooperatifi liderlerinin etkinlik düzeyi

### Problems associated with cooperative leadership effectiveness

The results in Table 6 show that both the leaders and members identified non-regular payment of dues/loans (mean= 1.76; mean= 1.57) and inadequate training and workshops for leaders and members (mean= 1.71; mean= 1.71) as the major problems facing the effectiveness of leaders in performing their roles in cooperative activities. Also, leaders identified the lack of active participation of the members as another major problem (mean=1.62)

whereas the members identified this problem as a minor problem (mean=0.67) in the study area. Furthermore, the leaders identified unclear and unfavourable government policy as a minor problem with a mean score of 1.28 which was similar to that of the members (mean=1.14). Although the leaders stated that partiality and favouritism were not a problem (mean=0.48), the members identified this as a minor problem (mean=1.09). It could be inferred from the results that non-payment of loans was a major problem as many cooperative societies members might have been failing to pay back the loan obtained from their cooperative societies regularly and promptly. In this scenario, one may assume that the leaders' judgment should be relatively reliable since they were the people directly faced with these problems in the course of performing their roles. The results show further that unclear and unfavourable government policies was identified by both the leaders and members as a minor problem. This shows that both categories of respondents might have experienced government interference at one time or the other that might have affected the smooth running of their cooperative societies. For instance, cooperative societies, under the Nigeria constitution, are required to be duly registered, and many of the newly established cooperative organizations find it difficult to meet up with the numerous registration criteria imposed by the government.

Table 6. Problems associated with cooperative leadership effectiveness

*Çizelge 6. İşbirliğine dayalı liderlik etkinliğiyle ilgili sorunlar*

| Problems associated                                       | Leaders Mean | Members Mean |
|---|--------------|--------------|
| Non-regular payment of dues/loan                          | 1.76         | 1.59         |
| Inadequate training and workshops for members and leaders | 1.71         | 1.65         |
| Lack of active participation of members                   | 1.62         | 0.67         |
| Unclear and unfavourable government policy                | 1.32         | 1.24         |
| Eviction of loan repayment                                | 1.20         | 0.91         |
| Partiality and favouritism                                | 0.48         | 1.09         |
| Gender discrimination                                     | 0.38         | 0.44         |
| Conflict among members                                    | 0.36         | 0.33         |
| Poor communication between leaders and members            | 0.28         | 0.24         |
| Poor management   | 0.24         | 0.87         |
| Poor leadership style                                     | 0.18         | 0.20         |
| Corruption and embezzlement                               | 0.10         | 0.56         |
| Lack of competence  | 0.10         | 0.71         |

Source: Field Survey, 2022

**Result of correlation analysis**

The effectiveness scores obtained from leaders only was used as dependent variable to test for the correlation between demographic attributes and leadership effectiveness. The result in Table 7 shows that there is a significant correlation between years of farming experience ( $r= 0.788$ ,  $P\leq 0.01$ ), years of cooperative membership ( $r= 0.731$ ,  $P\leq 0.01$ ), income ( $r= 0.321$ ,  $P\leq 0.05$ ) and leadership effectiveness. This implies that the higher the years of farming experience of cooperative society leaders, the higher their effectiveness in performing their roles in cooperative activities. Also, it implies that the higher the number of years of their membership, the higher their leadership effectiveness. This is because their many years of active participation in cooperative activities as members would enhance their experiences and make them discharge their responsibilities better, as they might have accumulated more knowledge and strategies that can be used to manage cooperatives, hence enhances their leadership effectiveness. This result gives credence to the submission of Dayanandan and Huka (2019) that membership duration had strong relationship with leadership effectiveness. In the same vein, cooperative leaders with more income, will likely be more effective in performing their roles. This is because it is believed that cooperative leaders that are financially buoyant may not likely be involved in embezzlement or mismanagement of cooperative

societies' funds and resources, thereby influencing their performance. This aligns with the findings of Adefila and Madaki (2014) and Dayanandan and Huka (2019) who established that income influenced role performance of farmers' cooperative leaders and consequently, their effectiveness.

Table 7. Correlation analysis between demographic attributes and cooperative leadership effectiveness

*Çizelge 7. Demografik özellikler ile kooperatif liderlik etkinliği arasındaki korelasyon analizi*

| Variables                   | r       | Sig   |
|-----------------------------|---------|-------|
| Age                         | 0.161   | 0.264 |
| Household size              | -0.147  | 0.307 |
| Years of formal education   | 0.215   | 0.135 |
| Years of farming experience | 0.788** | 0.000 |
| Years of Membership         | 0.731** | 0.000 |
| Level of income             | 0.321*  | 0.023 |
| Farm size                   | -0.009  | 0.953 |

Source: Field survey, 2022.

In conclusion, the study concludes that the majority of the farmers' cooperative societies' members were male, married and were in their middle age and practised agriculture as their main occupation. Also, a larger proportion of both leaders and members obtained their farm credit and agricultural information from farmers' cooperative societies. The majority of the respondents indicated voting as the foremost method of selecting leaders and major criteria used for leadership selection were contribution and active participation in cooperative activities, competence, self-confidence, integrity and honesty among others. Although, leaders claimed they were very effective in cooperative activities such as leading discussions in meetings and managing time well; managing the day-to-day operations of the cooperatives, and disbursing loans and dividends to members at appropriate times, and managing cooperative resources; the study concluded that more than half of the leaders were less effective in the role performance of cooperatives activities. In addition, leaders faced some problems which affected their effectiveness such as delay in loan repayment, lack of active participation of members, and unfavourable and unclear government policies. The years of farming experience, years of membership and income were significantly correlated with cooperative societies' leadership effectiveness. Cooperative leaders should be selected based on competence, integrity, experience and active participation in cooperative to enhance better performance and effectiveness. Cooperative regulatory bodies should be strengthened to monitor the performance of cooperative societies and their leaders. The capacity of cooperative society members and leaders on loan management and repayment should be improved through regular training, seminars and workshops by relevant government and non-governmental organizations/agencies to aid acquisition of necessary managerial skills for their effective performance and consequently, sustainable agricultural development.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest for this study.

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

Famakinwa contributed 50%, Alabi Contributed 30 % while Salawu contributed 20% to this research.

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

Ethical approval is not applicable, because this article does not contain any ethical issues of human or animal subjects.

## REFERENCES

- Adefila, J.O. (2012). Spatial assessment of farmers' cooperative organizations in agricultural development in Gurara area of Niger State, Nigeria. *Journal Ecology, and Natural Environment*, 4 (2), 51-57. <http://dx.doi.org/10.5897/JENE11.092>
- Adefila, J., & Madaki, J. (2014). Roles of farmers cooperatives in agricultural development in Sabuwa Local Government Area of Katsina State, Nigeria. *Journal Economic and Sustainable Development*, 5 (12), 80-87.
- Adisa, B.O., Famakinwa, M., Adeloye, K.A., & Adigun, A.O. (2022). Crop farmers' coping strategies for mitigating conflicts with cattle herders: Evidence from Osun State, Nigeria. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 55 OV, 191-201. <https://doi.org/10.2478/ats-2022-0020>
- Afolayanm, S.O., Iyilade, A.O., & Windapo, O. (2021). Group and Leadership in Agricultural Extension in Agricultural Extension in Nigeria. 3rd edition, Agricultural Extension Society of Nigeria, pp. 221-244.
- Akangbe, J.A., Komolafe, S.E., Ajibola, B.O., & Abdul-Karim, I.F. (2014). An Assessment of Agricultural Cooperatives Leadership Style in Ilorin West Local Government Area of Kwara State, Nigeria. *Production Agriculture and Technology (PAT)*, 10 (2), 193-202.
- Attah, A.J., Mbah, E.N., & Okeke, M.N. (2018). Prospects of cooperative society for sustainable agriculture among smallholder farmers in Benue State, Nigeria. *International Journal of Applied Agricultural Science*, 4 (5), 103-109. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ijaas.20180405.11>
- Bezabih, E. (2012). Cooperative movement in Ethiopia. *Workshop on Perspectives for Cooperatives in Eastern Africa*, October 2-3, 2012, Uganda.
- Dayanandan, R., & Huka, R. (2019). Determinants of leadership efficiency in cooperative organization: An investigation. *International Journal Research in Social Sciences*, 9 (2), 121-151.
- Deji, O.F., Alabi, D.L., Famakinwa, M., & Faniyi, E.O. (2023). Utilisation of artificial intelligence-based technology for agricultural extension services among extension professionals in Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 27 (3) 80-92. <https://dx.doi.org/10.4314/jae.v27i3.9>
- Echetama, J.A., Ani, A.O., & Onoh, P.A. (2017). Assessing roles of local leaders in agricultural information dissemination in Owerri Agricultural Zone of Imo State Nigeria. *FUTO Journal Series*, 3 (1), 1-12.
- Famakinwa, M., Adisa, B.O., & Alabi, D.L. (2019). Factors influencing role performance of community leaders in rural development activities in South-Western Nigeria. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67 (2), 473-483. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201967020473>
- Famakinwa, M., Adeloye, K.A., & Oni, O.O. (2023). Farmers' adaptation strategies to mitigate climate impacts on cocoa production: experience from Osun State, Nigeria. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (3), 489-501. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1256780>
- Farmsquare. (2023). *Creating agricultural cooperative in Nigeria: A step-by-step guide*. Available at <https://farmsquare.ng/creating-agricultural-cooperative/>
- Faniyi, E., Deji, O. F., Olowoyo, O., Sulaimon, W., & Aduwo, O. (2020). Gender analysis of factors influencing soil and water conservation technology utilisation among vegetable farmers in Ekiti and Oyo States, Nigeria. *Nigerian Journal of Rural Sociology*, 20 (2), 92-98.
- Garnevska, E., Liub, G., & Shadboltc, N.M. (2011). Factors for successful development of farmer cooperatives in northwest China. *International Food and Agribusiness Management Review*, 14 (4), 69-84.
- Hailemariam, M., Tadele, Y., & Markos, J. (2017). Assessment of the role of agricultural cooperatives in achieving socio-economic development in Sululta Woreda, Oromia Special Zone. *Journal of Biology, Agriculture and Health*, 7 (21), 5-14.
- Ibitoye, S.J. (2012). Survey of the performance of agricultural cooperative societies in Kogi State, Nigeria. *European Science Journal*, 8 (28), 98-114.



- International Cooperative Alliance (ICA) (2010). Retrieved 1, October, 2011. <http://www.ica.coop/.ss>
- Karunakaran, R., & Huka, R. (2018). Leadership skills in primary multipurpose cooperative societies in Ethiopia. *Agricultural Economics and Research and Review*, 31 (1), 131-139. <https://doi.org/10.5958/0974-0279.2018.00013.7>
- Lemmi, M.D., & Nakkiran, S. (2019). Effectiveness of Leadership on business performance of farmers agricultural cooperative unions in Horo Guduru Wollega Zone, Ethiopia. *International Journal of Science Research*, 9 (12), 282-290. <http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP.9.12.2019.p9633>
- Mina, J.C. (2019). Attainment of Cooperative objectives and the performance of officers in performing their management functions: A case of cooperatives in Gapan City, Nueva Ecija. *International Journal of Advance Engineering, Management and Science*, 5 (11), 577-587.
- Mohamad, M., & Majid, A.M. (2014). Servant leadership in social enterprise (Cooperative): do they fit, a review of literature. *International Journal of Business Economics and Law*, 4 (1), 38-44.
- Muhammed, N., & Lee, B.W. (2015). Role of cooperatives in rural development: the case of South Nations Nationalities and People Region, Ethiopia. *Science Journal of Business Management*, 3 (4), 102-108. <https://doi.org/10.11648/j.sjbm.20150304.12>
- Nlerum, F.E., & Ogu, P. (2014). Role of farmers' cooperative societies in rural development in Nigeria. *Journal Rural Cooperative*, 42 (2), 154-162. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.249777>
- Nnadozie, A.O., Oyediran, A.G., Njouku, I.A., & Okoli, K.C. (2015). Nigerian agricultural cooperatives and rural development in Ivo L.G.A. Ebonyi State, Nigeria. *Global Journal Management and Business Research*, 15 (4), 148-157.
- Nyawo, P.H., & Olorunfemi, O.D. (2023). Perceived effectiveness of agricultural cooperatives by smallholder farmers: evidence from a micro-level survey in North-Eastern South Africa. *Sustainability*, 15, 10354. <https://doi.org/10.3390/su151310354>
- Ofuoku, A.U. (2012). Criteria for selection of leaders among farmers' groups for sustainable agricultural development in Delta State, Nigeria. *Spanish Journal Rural Development*, 3 (2), 41-48. <https://doi.org/10.5261/2012.GEN2.04>
- Ofuoku, A.U. (2015). Farm operations cooperative in Central Agricultural Zone of Delta State, Nigeria. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52 (3), 327-334.
- Ojimba, T.P., Odili, D., & Iroegbu, N.B. (2018). Role of co-operative organizations in agricultural development in Tai Local Government Area of Rivers State, Nigeria. *Direct Research Journal of Social Science and Educational Studies*, 5 (4), 49-56.
- Simkhada, N.R., & Bhattarai, P.C. (2023). The quest for leadership qualities in cooperative societies: An exploratory analysis. *Heliyon*, 9, e20109. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20109>
- Statista (2023). Contribution of agriculture to GDP in Nigeria from the 3rd quarter of 2019 to the 3rd quarter of 2021. <https://www.statista.com/statistics/1193506/contribution-of-agriculture-to-gdp-in-nigeria/>
- Yamusa, I., & Adefila, J.O. (2014). Farmers' cooperatives and agricultural development in Kwali Area Council Federal Capital Territory Abuja, Nigeria. *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 47 (1), 161-169.

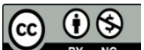
## Farklı rakımlarda kiviinin (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) meyve kalite özelliklerindeki zamansal değişim ve optimum hasat döneminin belirlenmesi

Periodic changes in fruit quality characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) at different altitudes and determination of the optimum harvest period

Ahmet KARA<sup>1</sup> , Celil TOPLU<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Erdemli İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Erdemli, Mersin, Türkiye.

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ÖZET   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 31.10.2023<br/>Accepted / Kabul: 20.12.2023</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Kivi<br/>Farklı rakım<br/>Meyve kalitesi<br/>Optimum hasat dönemi</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Kiwifruit<br/>Different altitudes<br/>Fruit quality<br/>Optimum harvest period</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Celil TOPLU<br/>ctoplu@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Bu araştırmada, Mersin ekolojisinde Hayward kivi çeşidinin farklı rakımlarda (370 m ve 1193 m) meyvelerdeki fiziksel ve biyokimyasal kalite özelliklerinin dönemsel değişimi ve optimum hasat zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır. Rakım arttıkça meyve ağırlığı (110.07 g - 99.09 g), meyve eni (57.97 mm - 52.42 mm), meyve boyu (73.19 mm - 69.07 mm), SÇKM değeri (%8.43 - %5.45), meyve kabuk rengi a* değeri (6.30 - 4.14) ve kuru madde miktarının (%13.01 - %12.20) azaldığı; meyve eti sertliği (1.36 kg/kuvvet - 2.28 kg/kuvvet), TEA değeri (%1.36 - %1.46), pH değeri (3.21 - 3.,39), meyve kabuk rengi L*değeri (32.96 - 36.62), b* değeri (27.02 - 28.50) ve C vitamini (82.67 mg/100g - 92.09 mg/100g) değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada, örnek alma süresince meyve ağırlığı (79.39 g - 119.68 g), SÇKM değeri (%4.34 - %10.52), pH değeri (2.67 - 3.37), a* değeri (1.05 - 8.03), kuru madde miktarının (%9.69 - %14.55) değerlerinin arttığı; meyve eti sertliği (2.66 kg/kuvvet - 0.88 kg/kuvvet), meyve kabuk rengi L*değeri (42.24 - 28.74), b* değeri (31.18 - 24.59) ve C vitamini (106.82 mg/100g - 64.87 mg/100g) değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, en uygun hasat zamanının düşük rakımlı Dağlı lokasyonunda 15 Eylül (SÇKM: %6.64), yüksek rakımlı Sıraç lokasyonunda 15 Ekim (SÇKM: %6.52) tarihleri olduğu belirlenmiştir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>In this research, it was aimed to determine the periodic changes in the physical and biochemical quality characteristics of the fruits Hayward variety at different altitudes (370 m and 1193 m) in Mersin ecology and to determine the optimum harvest time. As the altitude increases, fruit weight (110.07 g - 99.09 g), fruit width (57.97 mm - 52.42 mm), fruit length (73.19 mm - 69.07 mm), TSS value (8.43% - 5.45%), fruit color a * value of the skin (6.30 - 4.14) and the amount of dry matter (13.01% -12.20%) decreased; fruit flesh hardness (1.36 kg /force - 2.28 kg /force), TEA value (1.36% - 1.46%), pH value (3.21 - 3., 39), fruit shell color L * value (32.96 - 36.62), b * (27.02 - 28.50) and vitamin C (82.67 mg / 100g - 92.09 mg / 100g) values were found to increase. In the study, during the sampling period fruit weight (79.39 g - 119.68 g), TSS value (4.34% - 10.52%), pH value (2.67 - 3.37), a * value (1.05 - 8.03), the amount of dry matter (9.69% - 14.55%) values increased; fruit flesh hardness (2.66 kg /force - 0.88 kg /force), fruit shell color L * value (42.24 - 28.74), b * value (31.18 - 24.59) and vitamin C (106.82 mg / 100g - 64.87 mg / 100g) values of decreased. As a result, the most suitable harvest time was determined as 15 September (TSS value: 6.64%) at low altitude Dağlı and 15 October (TSS value: 6.52%) at high altitude Sıraç.</p> |
| <b>Cite/Atf</b>   | Kara, A., & Toplu, C. (2024). Farklı rakımlarda kiviinin ( <i>Actinidia deliciosa</i> cv. Hayward) meyve kalite özelliklerindeki zamansal değişim ve optimum hasat döneminin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 192-211. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1370208">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1370208</a>  |

## GİRİŞ

Kivi (*Actinidia deliciosa*), Actinidiaceae familyası içerisinde *Actinidia* cinsine ait bir bitkidir. *Actinidia* cinsi, tamamı Asya orijinli olan 50'den fazla tür ihtiva etmekte olup, bu cins içerisinde yalnızca 5 türün meyveleri yenilmektedir. Bunlar; *A. deliciosa* ve *A. chinensis* ile meyveleri küçük ve kabukları tüsüz olan *A. arguta*, *A. kolomikta* ve *A. briantha*'dır. Bu türler içerisinde *A. deliciosa* ve *A. chinensis* türleri ekonomik öneme sahiptir (Ferguson, 1991). Kivi, diğer meyve türlerine göre daha geç dönemde kültüre alınmış ve son 20-25 yıl süresince Akdeniz ülkelerinde de yetiştirilmeye başlanmıştır.

Dünyada kivi tanınması ve sağlık açısından önemini anlaşılmaması ile birlikte üretiminde de önemli gelişmeler olmuştur. FAO kaynaklarına göre 2022 yılında dünya kivi üretimi 4.467.099 tona ulaşmıştır. Bu üretimin, Çin 2.380.787 tonunu (%53,29'unu) karşılamakta ve üretimiyle ilk sırada yer almaktadır. Yeni Zelanda 628.496 ton üretimle dünya üretiminin %14,06'sını, İtalya 416.060 ton üretimle %9,31 ini karşılamaktadır. Türkiye, 1988 yılında kivi'nin introduksiyonun yapılması ile birlikte yetiştiriciliğine diğer ülkelere göre oldukça geç başlamasına rağmen 86.362 tonla dünya üretiminin %1,93'ünü karşılamakta ve 7. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2022).

Taze, olgun kivi meyvesi biyokimyasal içerik bakımından %70-80 su içermektedir. 100 g taze kivi meyvesinde 1,0-1,6 g organik asit ve 100-400 mg C vitamini bulunmakta olup, portakal, çilek, limon ve üzümüne göre çok daha zengindir. Ayrıca, meyve karbonhidrat, protein ve pigmentler açısından zengin olmasının yanı sıra kalsiyum, magnezyum, nitrat, fosfor, potasyum ve demir gibi önemli mineralleri içermektedir (Beever & Hopkirk, 1990; Güldas, 2003). Kivi çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde özel bir rol oynamaktadır (Pérez-Burillo ve ark., 2018).

Kivide, tozlanma, dölleme ve meyve tutumundan sonraki dönemde meyvenin olgunlaşması aylarca süren uzun ve yavaş bir süreçtir. Meyve gelişimi süresince önemli fiziksel (meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi vb.) ve biyokimyasal (SÇKM, titre edilebilir asit, C vitamini içeriği, şekerler vb.) değişimler olmaktadır. Bu değişimler üzerine çeşit özelliği, kültürel işlemler (sulama, gübreleme, budama, ilaçlama, derim vb.), iklim koşulları önemli etkiler yaparken, meyvenin olgunluk durumu da kaliteye doğrudan etki yapan önemli bir faktördür (Karaçalı, 1990; Lee & Kader, 2000). Kivi meyvesinin ağırlık ve hacmindeki artışın yaklaşık 2/3'ü meyve tutumundan sonraki ilk 10 hafta içerisinde hızlı bir şekilde gerçekleştiği, sonrasında ise hasada kadar yavaş bir gelişmenin görüldüğü belirtilmektedir (Beever & Hopkirk, 1990). Han ve Kawabata (2002), Hayward kivi çeşidinin çift sigmoid büyüme eğrisi gösterdiğini, büyümenin I. ve III. dönemlerde hızlı, II. dönemde ise yavaş gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Klimakterik özelliğe sahip kivi meyvelerinin optimum olgunluk döneminde hasat edilmeleri, yeme kalitesine ulaşması ve depolama sürecinde kalitenin korunması açısından önemlidir. Fizyolojik ve biyokimyasal olgunluğa ulaşmadan önce hasat edilmeleri durumunda yeme olumu için gelişmelerini sürdüremezler ve optimum kaliteye ulaşamazlar. Ayrıca, uzun süre muhafaza edilemezler (Seager ve ark., 1996). Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) önemli bir olgunluk indeksi olarak kullanılmakta olup, Yeni Zelanda'da kivi meyvelerinin SÇKM içeriklerinin minimum %6,2 olması durumunda ihracat için hasat yapılabileceği ve hasattaki SÇKM içerikleri ile meyve kalitesi ve yeme kalitesi arasında pozitif bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir (Hopkirk ve ark., 1989; Pailley ve ark., 1995). Kaynaş ve ark. (2002), Yalova ekolojisinde Hayward kivi çeşidinin sigmoid bir büyüme eğrisi gösterdiğini, hasat olumunun saptanmasında en uygun parametre olarak meyve eti sertliği, TSÇKM ve toplam şeker miktarı olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar 3-4 ay gibi kısa süreli muhafaza amacıyla meyvelerin 6.5-7.0 kg/kuvvet meyve eti sertliği, %7-8 TSÇKM ve %8.0-9.0 g toplam şeker içeriğinin, 5-6 ay sürecek uzun süreli depolama için 7.0-8.0 kg/kuvvet meyve eti sertliği, %6.5-7.5 TSÇKM ve %7.0-8.0 toplam şeker içeriğinin olmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Kivi bitkisi, geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması nedeniyle ülkemizin çok farklı ekolojik koşullarında yetiştiriciliğinin yapılmasına imkan tanımakta, hatta aynı ekolojide farklı rakım ve yöneylerde de yetiştiriciliği

yapılabilmektedir. Nitekim, Cangi ve İslam (2003), Ordu ilinde kivi yetiştiriciliğinin yaklaşık % 48'inin 0-250 m, % 26'sının 251-500 m ve % 26'sının 501 m ve üzerindeki rakımlarda tesis edildiğini belirtmişlerdir. Bir ekolojide yüksekliğin artması sonucu sıcaklığın azaldığı, yağış ve rüzgar hızının arttığı, vejetasyon süresinin kısaldığı ve bu farklılıklar sonucunda bitki gelişiminde, meyve kalitesinde ve hasat döneminde önemli değişimlerin olabileceği bildirilmektedir (Poincelot, 1979; Andiç, 1993). Nitekim, Walton ve ark. (1990), Kaliforniya'da farklı yükseltilerde olan bahçelerdeki meyvelerin olgunluk durumunun değiştiğini belirtmişlerdir.

Gerek ekolojik farklılıklar, gerekse üretim sürecindeki kültürel uygulamalar yetiştiriciliği yapılan kivi meyvesinin kalite özellikleri üzerine doğrudan etki etmektedir. Meyvelerde hasadın optimum zamanda yapılması, üreticinin yüksek verim ve yüksek gelir sağlaması yanında, tüketicinin sağlıklı, kaliteli ve besleyici öğelerinin yüksek olduğu ürüne ulaşması açısından da önemlidir. Ayrıca, uygun hasat dönemi ürün muhafazası sırasında meydana gelebilecek kayıpların azalmasına da imkan sunacaktır. Uygun hasat zamanı, meyvelerde hasat öncesinde ve gelişme dönemi süresince meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal değişmelerin izlenmesiyle belirlenebilir. Uygun hasat zamanı çeşit özelliğine, kültürel işlemlere, iklim koşullarına ve bölgenin rakımına göre önemli değişiklikler gösterebilmektedir (Lintas ve ark., 1991; Kaynaş ve ark., 2002; Tavarini ve ark., 2008; Burdon ve ark., 2013; Bostan & Günay, 2014; Zenginbal & Özcan, 2018).

Bu çalışmada, Mersin ilinde son yıllarda yetiştiriciliği hızla artan ve alternatif ürün olan, diğer bölgelere göre daha erken hasat edilebilme imkanı veren Hayward kivi çeşidinin farklı rakımlarda meyvelerdeki fiziksel ve biyokimyasal kalite özelliklerinin dönemsel değişimi ve optimum hasat zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Mersin ili Erdemli ilçesinde düşük rakımlı Dağlı (370 m) ve yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonlarında 'Hayward' çeşidiyle 4 x 3.5 m aralık ve mesafelerde kurulmuş bahçelerde yürütülmüştür. Hayward kivi çeşidi dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan, meyveleri iri (90-100 g), oval, kabuk rengi yeşilimsi-kahverengi ve sık, ince ve yumuşak tüylü bir çeşittir. Meyve eti parlak yeşil, orta şekerli ve bol suludur. C vitamini içeriği yüksektir ve en uzun süre depolanabilen kivi çeşididir (Samancı, 1990).

Çalışmanın yürütüldüğü bahçeler çelikle üretilmiş fidanlar ile 2007 yılında tesis edilmiş ve T terbiye sistemi kullanılmıştır. Tozlayıcı çeşit olarak 'Matua' çeşidi 1/10 oranında kullanılmaktadır. Denemenin yürütüldüğü bahçeler, damla sulama sistemiyle sulanmakta olup, denemede kullanılan tüm omcalara kış dinlenme döneminde orta budama (10-12 göz) uygulanmış, yaz döneminde ise sürgünlerde sadece uç alımı gerçekleştirilmiştir. Kış döneminde fosforlu (150-200 g/omca) ve potasyumlu gübreler (200-250 g/omca), bitki uyanmaya başladıktan sonra azotlu gübreler (300-350 g/omca) verilmiştir.

Farklı rakımlarda belirlenen bahçelerden 10 yaşında olan 5 omcada verim durumunu, 5 omcada ise meyvelerin fiziksel ve kimyasal kalite değişimini belirlemek için ilk meyve örnekleri 1 Ağustos tarihinde alınmış ve her 15 gün aralıklarla tekrarlanarak en son meyve örnekleri 15 Ekim tarihinde meyvelerin SÇKM içeriğinin yaklaşık % 10'a ulaşması ile tamamlanmış ve toplam 6 dönemde örnekleme yapılmıştır. Her dönemde her tekerrürden 15 adet meyve örneği alınarak, meyvelerin fiziksel ve kimyasal kalite özellikleri Esen (2009) ve Bostan ve Günay (2014)'a göre belirlenmiştir.

Çalışmada, omca başına meyve verimi (kg/omca) Dağlı ve Sıraç mahallelerinde seçilen bahçelerde belirlenen 5 adet omcanın meyveleri SÇKM içeriği % 6-7'ye ulaştığı derim döneminde ayrı ayrı toplanıp ve terazide tartılarak belirlenmiştir. Her iki lokasyonda da 1 Ağustos tarihinden itibaren 15'er gün aralıklarla alınan 15 adet meyve örneklerinde; meyve ağırlığı (g) meyvelerin tek tek 0,01 g duyarlılıktaki dijital terazi ile tartılmasıyla, meyve eni (mm) ve meyve boyu (mm) 0.01 mm hassasiyetteki dijital kompas yardımıyla mm cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Meyve eti sertliği (kg-kuvvet) meyve kabuğu bir bisturi yardımıyla ekvator bölgesinin 2 farklı yerinden kaldırılmış ve "Brookfield marka meyve eti sertliği ölçüm cihazı ile ölçülmüş ve kg-kuvvet olarak ifade

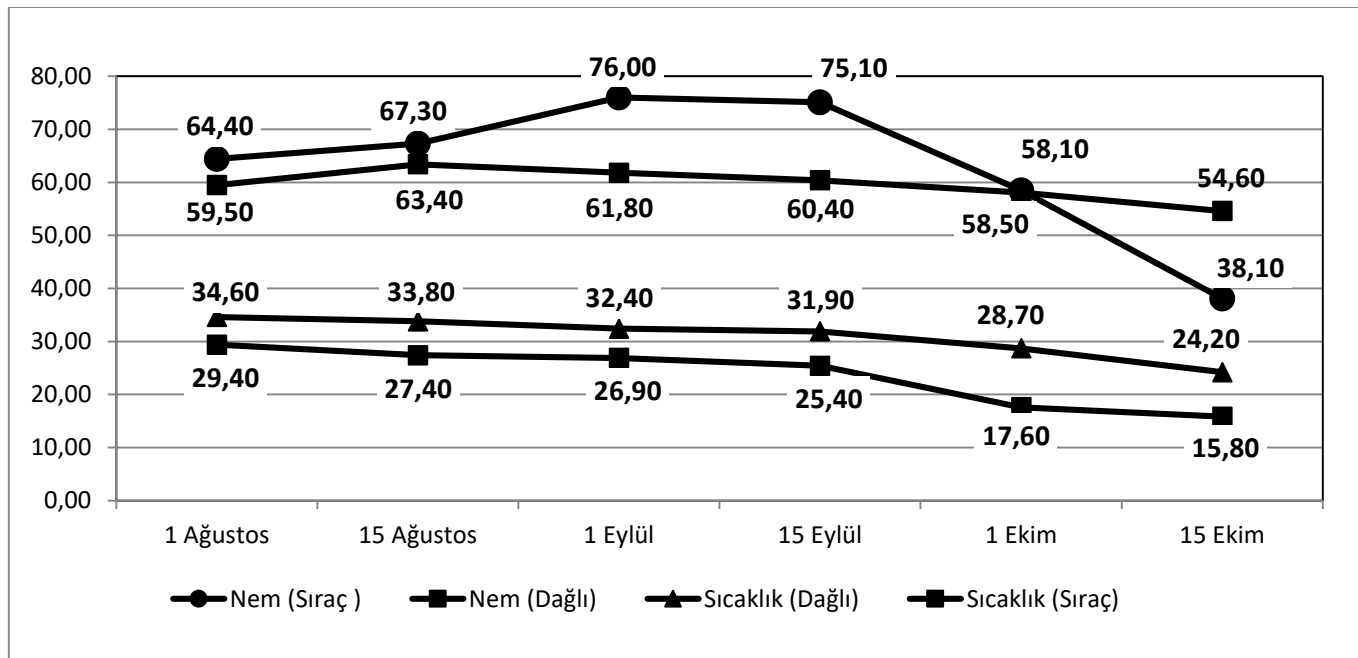
edilmiştir. Meyve kabuk ve meyve eti L\*, a\*, b\* değerleri C.I.E. L\*a\*b\*'ye göre renk ölçüm cihazı (Minolta CR-300, Osaka, Japonya) ile meyvelerin ekvator bölgesinde 2 farklı bölgeden okuma yapılarak ölçülmüştür.

Her tekerrürden alınan 15 meyvenin blender ile sıkılması sonucu elde edilen meyve suyunda el refraktometresiyle (Atago Model ATC-1E) suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM, %) ve 10 ml meyve suyunda 0.1 N NaOH ile titrasyonla titre edilebilir asit (TA, %) miktarı Sadler (1994) tarafından önerilen potansiyometrik yöntemle ölçülmüş ve sonuçlar % olarak "g sitrik asit / 100 ml meyve suyu" cinsinden ifade edilmiştir. Meyve suyunda H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonu pH metre ile belirlenmiştir. Meyvelerdeki C vitamini oranı (mg/100 ml) Cemeroglu (2010)'a göre titrimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Meyvelerin toplam kuru madde miktarı (%) meyve örneklerinin 105 °C sıcaklıkta 17 saat süreyle etüvde bekletilmesi sonucunda belirlenmiştir.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine (Düzgüneş ve ark., 1987) göre 5 yinelemeli kurulmuş olup, elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS software (SAS Institute, Cary, N.C.) kullanılarak yapılmıştır (SAS, 2005). F testi sonunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmış ve çizelgeler ile verilmiş ve yorumlanmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmanın yürütüldüğü Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında bahçelerden alınan sıcaklık ve % nem değerleri Şekil 1'de verilmiştir. 1 Ağustos tarihinde düşük rakımlı Dağlı lokasyonunda sıcaklığın 34.6 °C, yüksek rakımlı Sıraç lokasyonunda ise 29.4 °C olduğu saptanmıştır. Örneklem süresince her 2 lokasyonda da sıcaklık değerlerinde azalmaların olduğu, son örneklemenin yapıldığı 15 Ekim tarihinde Dağlı lokasyonunda 24.2 °C, Sıraç lokasyonunda 15.8 °C sıcaklık değerleri belirlenmiştir. İlk örneklemenin yapıldığı 1 Ağustos tarihinde % nem oranının Sıraç lokasyonunda yüksek (%64.40), Dağlı lokasyonunda ise düşük (%59.50) olduğu belirlenmiştir. Sıraç lokasyonunda % nem içerikleri 15 Ağustos tarihinde %67.30, 1 Eylül tarihinde %76.00 ve 15 Eylül tarihinde %75.10 değerine ulaşmış, bu dönemden sonra % nem oranında hızlı bir azalma görülmüştür.

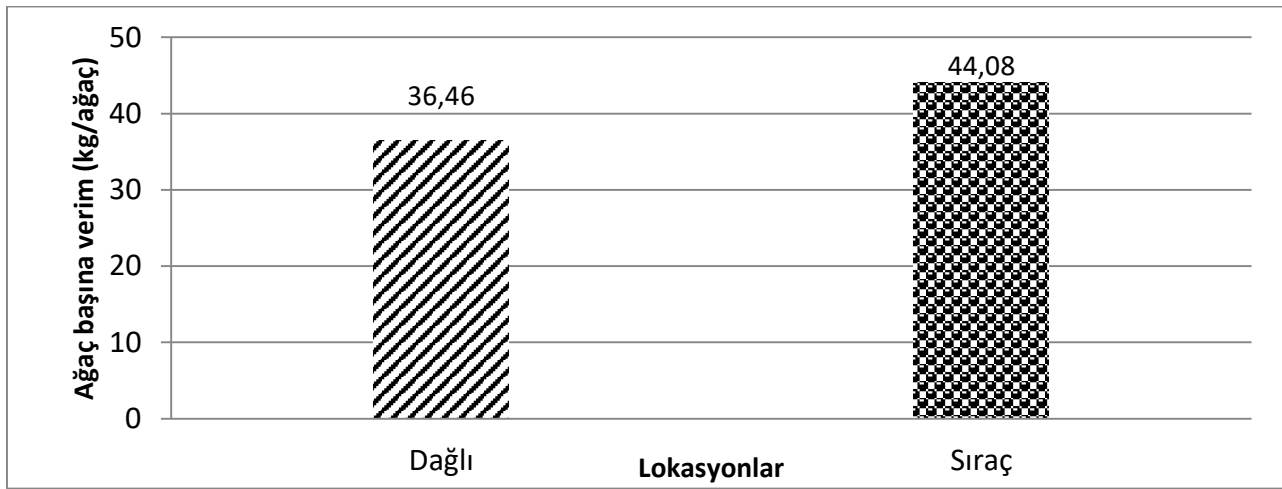


Şekil 1. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonunda örnek alım zamanında ortalama sıcaklık (°C) ve % nem değerleri

Figure 1. Average temperature (°C) and % humidity values at the time of sampling in Dağlı (370 m) and Sıraç (1193 m) locations



Dağlı (370 m) lokasyonunda omca başına ortalama verim 36.46 kg/omca, Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise omca başına ortalama verim 44.08 kg/omca olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Çalışmamıza benzer şekilde, Yılmaz ve Bostan (2018) da Giresun koşullarında 296 m ile 318 m rakımlarda bulunan Hayward kivi çeşidinin ağaç başına verimlerinin 40 kg/omca ile 50 kg/omca arasında olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, rakımı yüksek olan Sıraç lokasyonunda verimin yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmayı yapan Cangı ve Karadeniz (1999) ve Pandey ve ark. (2004) rakım arttıkça meyve veriminin genel olarak azaldığını, Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında 20 m, 210 m, 446 m ve 610 m rakımlar arasında en yüksek verimin 210 m rakımda yer alan bahçeden elde edildiğini ve yüksek rakımda (610 m) verimin düştüğünü belirtmişlerdir. Basım ve Uzun (2003) Antalya koşullarında Hayward çeşidinin 38.72 kg ürün verdiğini, Yıldırım ve ark. (2011) Adana koşullarında 7 kivi çeşidi arasında meyve veriminin Hayward ve Bruno çeşitlerinde diğer çeşitlere göre yüksek olduğunu ve yaklaşık 30 kg/omca elde edildiğini belirtmişlerdir.



Şekil 2. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonunda ağaç başına ortalama meyve verimi (kg/ağaç)  
Figure 2. Average fruit yield per tree (kg/tree) in Dağlı (370 m) and Sıraç (1193 m) locations

Çalışmanın yürütüldüğü Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında bulunan bahçelerden toplanan meyveler TS 11306'ya göre kalite sınıflarına ayrılmış ve Çizelge 1'de sunulmuştur. Dağlı (370 m) lokasyonundan elde edilen meyvelerin % 99.0'u ekstra sınıfta yer almakta olup, 1. sınıf meyve oranı ise % 1 olarak belirlenmiştir. Sıraç (1193 m) lokasyonundan elde edilen meyvelerin %99.5'i ekstra sınıfta yer almaktadır. Esen (2009) Ordu koşullarında elde edilen meyvelerin ağırlıklarının son hasat döneminde rakımlara göre 67.06 g ile 87.29 g arasında değiştiğini ve meyvelerin kalite sınıflarının 1.sınıf olduğunu belirtmiştir. Kubal ve ark. (2017), Ordu ilinin 9 ilçesinde meyve ağırlıklarının 77.54 ile 114.89 g arasında değiştiğini, meyvelerin kalite sınıflarının ekstra ve 1. sınıfta yer aldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda her 2 lokasyondan alınan meyvelerin kalite sınıflarının benzer çalışmayı yapan Esen (2009) ve Kubal ve ark. (2017)'nin elde ettiği meyvelerin kalite sınıflarına göre yüksek olduğu görülmekte olup, bölgenin kalite anlamında ön plana geçtiği söylenebilir.

Çizelge 1. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarındaki meyvelerin kalite sınıfları oranı (%)

Table 1. Ratio of quality classes of fruits in Dağlı (370 m) and Sıraç (1193 m) locations (%)

| Sınıf    | Kütle g, en az | Kalite sınıfları oran (%) |                |
|----------|----------------|---------------------------|----------------|
|          |                | Dağlı (370 m)             | Sıraç (1193 m) |
| Ekstra   | 90             | 99.0                      | 99.5           |
| Sınıf I  | 70             | 1.0                       | 0.5            |
| Sınıf II | 65             | 0                         | 0              |



Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında Hayward kivi çeşidinin dönemsel meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm) ve meyve eti sertliği (kg/kuvvet) değerlerindeki değişimler Çizelge 2'de verilmiştir. Meyve ağırlıklarının düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (110.07 g), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise düşük (99.09 g) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Cangi ve Karadeniz (1999), Ordu koşullarında yaptıkları çalışmada 350 m rakımda ortalama meyve ağırlığının 102.60 g iken, 600 m rakımda ortalama meyve ağırlığının 77.05 g'a düştüğünü saptamışlardır. Esen (2009) Ünye koşullarında yaptığı çalışmada sahil kuşağında meyve ağırlığı 77.70 g iken, yüksek kuşakta 67.06 g'a düştüğünü belirtmişlerdir. Bostan ve Günay (2014) Ordu ilinde yürüttükleri çalışmada meyve ağırlıkları üzerine rakımların etkisinin olduğunu, düşük rakımda (3-100 m) meyve ağırlıklarının yüksek (105.92 g), yüksek rakımda ise (350-450 m) meyve ağırlıklarının düşük (87.93 g) olduğunu saptamışlar. Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında 2 yıl süre ile yaptığı çalışmada meyve ağırlıklarının rakımdan etkilendiğini ve 20 m rakımda meyve ağırlıklarının yüksek (96.62 ve 98.82 g), 610 m rakımda meyve ağırlıklarının düşük (80.47 ve 81.56 g) olduğunu belirtmişler. Çalışmamızda düşük rakımlı lokasyondan daha ağır meyvelerin elde edilmesi benzer çalışmaları yapan Cangi ve Karadeniz (1999), Bostan ve Günay (2014) ve Zenginbal ve Özcan (2018)'in çalışmalarından elde ettikleri bulgular ile yüksek oranda benzerlik taşımaktadır.

Meyve ağırlığı üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımının gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en düşük meyve ağırlığı (79.39 g) elde edilirken, örnek alma tarihleri süresince meyve ağırlığında sürekli artışlar gerçekleşmiştir. Meyve ağırlığındaki artışlar 15 Eylül dönemine kadar hızlı, sonraki dönemlerde ise yavaş olmuş ve en yüksek meyve ağırlığı (119.68 g) 15 Ekim tarihinde alınan meyvelerden elde edilmiştir. Grant ve ark. (1994) iyi bir tozlanmadan sonra meyve gelişim oranında 30-40 günlük sürede hızlı artışlar meydana geldiğini, sonraki 30-40 günlük sürede daha az hızla fakat düzenli artışlar devam ettiğini ve başlangıçtaki hızlı gelişmeyi hasada kadar devam eden daha uzun ve daha yavaş bir 3. devre takip ettiğini belirtmişlerdir. Han ve Kawabata (2002) Hayward çeşidinin meyvesinin çift sigmoid büyüme eğrisi gösterdiğini ve meyve büyümesinin 1. ve 3. periyotlarda hızlı 2. periyotta ise oldukça yavaş olduğunu belirtmişler, 20 Haziran tarihinde 10 g olan meyve ağırlığının örnekleme süresince artış göstererek son örnekleme dönemi olan 21 Aralık tarihinde 120 g değerine ulaştığını belirtmişler. Çalışmamızda, ilk örnekleme dönemlerinde meyve ağırlığında hızlı, daha sonraki dönemlerde yavaş ve sürekli artışların olması ve örnek alma dönemleri süresince meyve ağırlıklarındaki artış, benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulgularıyla uyum içerisindedir.

Meyve ağırlığı üzerine lokasyon x dönem etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük meyve ağırlığı 1 Ağustos tarihinde Sıraç (1193 m) ve Dağlı (370 m) lokasyonlarından alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 78.80 g ve 79.97 g) olmuştur. En yüksek meyve ağırlıkları Dağlı (370 m) lokasyonundan 15 Eylül, 1 Ekim ve 15 Ekim tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 121.29 g, 121.12 g ve 122.04 g) belirlenmiştir. Sıraç (1193 m) lokasyonunda en son örnek alım dönemi olan 15 Ekim tarihinde meyve ağırlıkları 117.32 g olarak belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Hayward çeşidinin meyve ağırlıklarını Beaver ve Hopkirk (1990) 80 -120 g arasında olduğunu, Cangi ve Karadeniz (1999) Ordu koşullarında 75.21 g ile 113.10 g arasında, Şeker ve ark. (2003) Çanakkale koşullarında 78 g, Yıldırım ve ark., (2011) Adana koşullarında 62.67 g, Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında rakıma göre değişmekle birlikte 80.47 g ile 98.82 g ağırlığında, Yılmaz ve Bostan (2018) Giresun koşullarında 15 Kasım tarihinde 93.0 g ağırlığında meyveler elde etmişlerdir. Meyve ağırlığı önemli bir kalite özelliği olup, meyve ağırlığındaki %10'luk artışlar üretici gelirinde %28 oranında artışa neden olmaktadır (Snelgar ve ark., 1992). Çalışmamızda, meyve ağırlıklarının genel olarak araştırmacıların elde ettikleri değerlerden yüksek olduğu görülmekte olup, kivi yetiştiriciliği bölge için önemli bir avantaj olarak gözükmektedir. Çalışmamızda, meyve ağırlıklarının genel olarak fazla olmasının nedeni olarak ekolojilerin farklı olması, kültürel işlemlerin farklılığı ve meyve yükündeki farklılıklar gösterilebilir. Nitekim, araştırmacılar tozlaşmanın (Hopping, 1990; Vasilakakis ve ark., 1997), meyve yükü ve meyve seyreltmesinin (Snelgar ve ark., 1991; Thakur & Chandel, 2004), su stresinin

(McAneney ve ark., 1991), gübrelemenin (Tarakçıoğlu ve ark., 2006), sıcaklık ve nemin (William ve ark., 2005; Snelgar ve ark., 2005), rakımın (Günay, 2009; Zenginbal & Özcan, 2018) meyve ağırlığı üzerine önemli etki yaptığını belirtmişlerdir.

Meyve eni üzerine lokasyonların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, meyve eninin düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (57.97 mm), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise düşük (52.42 mm) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Cangı ve Karadeniz (1999), Ordu Merkez ilçe ve köylerinde 0-900 rakımları arasında yetiştirilen 'Hayward' kivi çeşidinin değişik rakımlarda meyve eninin 47.88 - 54.94 mm arasında olduğunu saptamışlar. Bostan ve Günay (2014) Ordu ilinde 2007 ve 2008 yıllarında 'Hayward' kivi çeşidinde farklı rakım ve yöneylerde meyve kalite özelliklerinin değişimi üzerine yaptıkları çalışmada meyve eninin 45.65- 64.51 mm arasında değiştiğini, farklı rakımların istatistiksel olarak önemli etki yapmadığını belirlemişlerdir.

Meyve eni üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımının gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en düşük meyve eni (43.52 mm) elde edilirken, örnek alma tarihleri süresince meyve eni değerlerinde dalgalanmalar gerçekleşse de genel olarak artmıştır. Cangı ve Karadeniz (2001) Ordu ilinde Hayward çeşidinin meyve gelişiminin 22-23 hafta sürdüğünü ve gelişimin üç safhada çift sigmoid bir şekilde gerçekleştiğini, meyvelerin boyut olarak yaklaşık % 80-85'lik kısmının birinci safhada tamamlandığını ve başlangıçta 25.90 mm olan meyve eninin hasatta 51.98 mm'ye ulaştığını belirlemişlerdir. Kivide çiçeklenmeden sonraki dönemde irilikteki artışın nedeni hücre sayısındaki artışlar, sonraki dönemdeki artışın nedeni ise hücre büyümesi olarak ifade edilmektedir. Meyve iriliğindeki artışlar minimum hasat olgunluğu sürecine kadar devam edebilmektedir. Meyvenin nihai iriliği üzerine çeşit, meyvedeki tohum sayısı, bitkideki ürün yükü ve yetiştirme şartları etki etmektedir (Beever & Hopkirk, 1990; Grant ve ark., 1994). Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince meyve eni değerlerindeki artış benzer çalışmaları yapan Cangı ve Karadeniz (2001), Kaynaş ve ark. (2002) ve Yılmaz ve Bostan (2018)'in bulgularıyla uyum içerisindedir.

Meyve eni üzerine lokasyon x dönem interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük meyve eni 1 Ağustos tarihinde Sıraç (1193 m) lokasyonundan alınan meyve örneklerinde (41.99 mm) olmuş, bunu Dağlı (370 m) lokasyonu (45.04 mm) takip etmiştir. En yüksek meyve eni Dağlı (370 m) lokasyonundan 15 Eylül tarihinde alınan meyve örneğinde 63.61 mm belirlenmiştir. Kaynaş ve ark. (2002), Çanakkale-Umurbey koşullarında Hayward çeşidinin meyve eninin 25 Kasım tarihinde alınan örneklerde 52.4 mm olduğunu saptamışlar. Çalışmamızda, meyve eni değerleri genel olarak araştırmacıların elde ettikleri değerlerle benzerlik göstermekle birlikte; Kaynaş ve ark. (2002)'nin Çanakkale-Umurbey koşullarında, Cangı ve Karadeniz, (2001) Ordu koşullarında elde ettiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu farklılık çalışmaların yürütüldüğü ekoloji, kültürel işlemler, meyve yükü vb. nedenlerden kaynaklanabilmektedir.

Meyve boyunun düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (73.19 mm), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise düşük (69.07 mm) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Günay (2009) Ordu koşullarında yaptığı çalışmada 3-100 m rakımda meyve boyu 66.80 mm iken, 350-450 m rakımda 64.17 mm'ye düştüğünü saptamıştır. Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında 4 farklı rakımda yaptığı çalışmada 20 m rakımdaki meyvelerin boylarının genel olarak yüksek (67.12 mm ve 68.00 mm), 610 m rakımdaki meyvelerin ise düşük (63.08 mm ve 62.12 mm) olduğunu, ancak bunun istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda düşük rakımlı Dağlı lokasyonunda meyve boyunun daha yüksek olması benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulguları ile yüksek oranda paralellik taşımaktadır.

Meyve boyu üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en düşük meyve boyu (61.37 mm) elde edilirken, örnek alma tarihleri süresince meyve boyunda sürekli artışlar gerçekleşmiş en yüksek meyve boyu (75.01 mm) 15 Ekim tarihinde alınan meyvelerden elde edilmiştir. Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince meyve boyundaki artış benzer çalışmaları yapan Yılmaz (2016)'ın Giresun koşullarında, Kaynaş ve ark. (2002)'nin Çanakkale-Umurbey koşullarında elde ettikleri bulgularıyla uyum içerisindedir.

Meyve boyu üzerine lokasyon x dönem interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük meyve boyu Sıraç (1193 m) lokasyonundan 1 Ağustos tarihinde alınan meyve örneklerinde (59.89 mm) olmuş, en yüksek meyve boyu ise Dağlı (370 m) lokasyonundan 1 Eylül tarihinde alınan meyvelerde (77.92 mm) belirlenmiştir. En son örnek alım dönemi olan 15 Ekim tarihinde meyve boyunun Dağlı (370 m) lokasyonunda 75.57 mm, Sıraç (1193 m) lokasyonunda 74.46 mm olduğu belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Hayward çeşidinin meyve boyunu Ferguson (1984) 69.00 mm, Kılıç (1995) Ege Bölgesi koşullarındaki çalışmasında ortalama 65.88 mm, Cangı ve Karadeniz (1999) Ordu koşullarında 58.53 – 68.32 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda meyve boyunun genel olarak araştırmacıların elde ettikleri değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak çalışmaların yürütüldüğü ekolojilerin farklı olması, bahçelerin farklı rakımlarda bulunması, kültürel işlemlerin farklılığı ve meyve yükündeki farklılıklar gösterilebilir.

Meyve eti sertliği üzerine lokasyonların etkisi önemli bulunmuş, meyve eti sertliğinin düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (1.36 kg/kuvvet), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise yüksek (2.28 kg/kuvvet) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Bostan ve Günay (2014) Ordu ekolojisinde rakım artışına bağlı olarak meyve eti sertliğinin arttığını, 3-100 m rakımda 0.52 kg olan meyve eti sertliği değerinin, 200-300 rakımda 0.56 kg'a ve 350-450 m rakımda 0.59 kg'a yükseldiğini belirtmişlerdir. Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında meyve eti sertliğinin 20 m rakımda düşük (4.00 kg/kuvvet ve 4.12 kg/kuvvet) olduğunu, rakım arttıkça meyve eti sertliğinin arttığını ve 610 m rakımda 8.32 kg/kuvvet ve 7.65 kg/kuvvet olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, rakım arttıkça meyve eti sertliği artan meyvelerin elde edilmesi benzer çalışmaları yapan Bostan ve Günay (2014) ve Zenginbal ve Özcan (2018)'in araştırma bulguları ile yüksek oranda benzerlik taşımaktadır.

Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en yüksek meyve eti sertliği (2.66 kg/kuvvet) elde edilirken, örnek alma tarihleri süresince meyve eti sertliğinin genel olarak azaldığı görülmüştür. En düşük meyve eti sertliği (0.88 kg/kuvvet) 15 Ekim tarihinde alınan meyvelerden elde edilmiştir. Beever ve Hopkirk (1990) Hayward kivi çeşidinde yapılan bir çalışmada, gelişmekte olan kivi meyvesinde meyve dokusunun çok sert olduğu fakat gelişmenin ilerleyen safhalarında sertlikte azalmalar meydana geldiği ve hasat olumunda sertliğin 6-9 kg arasında olduğunu belirtmişlerdir. Tawarini ve ark., (2008) İtalya'da Hayward kivi çeşidinin meyve eti sertliğinin 17 Kasım tarihinde alınan meyvelerde 5.89 kg/kuvvet olduğunu, 24 Kasım tarihinde alınan meyvelerde ise bu değer 4.68 kg/kuvvet'e düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince meyve eti sertliğindeki azalış benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulgularıyla uyum içerisindedir.

Meyve eti sertliği üzerine lokasyon x dönem interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük meyve eti sertliği Dağlı (370 m) lokasyonundan 15 Ekim tarihinde alınan meyve örneklerinde (0.15 kg/kuvvet) olmuş, en yüksek meyve eti sertliği Sıraç (1193 m) lokasyonundan 1 Ağustos tarihinde alınan meyve örneklerinde (3.04 kg/kuvvet) belirlenmiştir. Samancı (1990) iyi olgunlaşmış, kaliteli meyvelerde sertlik değerinin 1 kg ve altında olması gerektiğini bildirmiştir. Bostan ve Günay (2014) Hayward çeşidinin meyve eti sertliğinin 0.47 - 0.64 kg/kuvvet değerleri arasında olduğunu belirlemiştir. Çalışmamızda meyve eti sertliği değerleri Bostan ve Günay (2014) ve Kubal ve ark. (2017)'nin elde ettikleri değerlerle benzerlikler göstermekte olup, Yılmaz ve Bostan (2018) ve Zenginbal ve ark. (2005)'nin çalışmalarında elde ettikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Bunun nedeni olarak ekoloji farklılığı ve meyvenin olgunluk döneminin farklı olması gösterilebilir.

Çalışmanın yürütüldüğü Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında dönemsel olarak meyve kabuğu ve meyve et rengi  $L^* a^* b^*$  değerlerindeki değişimler Çizelge 3'de verilmiştir. Meyve kabuk rengi parlaklığı ( $L^*$ ) düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (32.96), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise yüksek (36.62) olduğu, kabuk  $a^*$  değeri düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (6.30), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda düşük (4.14), kabuk  $b^*$  değerinin ise düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (27.02), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda yüksek (28.50) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Esen (2009)  $L^*$  değerinin sahil kuşağında 46.49, orta kuşakta 48.07 ve yüksek kuşakta ise 48.84 olduğunu saptamıştır. Sahil kuşakta 5.47 olan  $a^*$  değerinin yüksek kuşakta 2.47 olduğunu,  $b^*$  değerini ise sahil kuşakta 29.99, yüksek

kuşakta 32.80 olarak saptanmıştır. Kubal ve ark. (2017) kabuk rengi parlaklığının ( $L^*$ ) en fazla Ünye ilçesinde 45.33 olduğunu, 42.43 ile Perşembe ilçesindeki örneklerde parlaklığın azaldığını; kabuk  $b^*$  değerine bakıldığında ise Ünye ilçesinde 28.95 ile en yüksek olan bu değer Gülyalı ilçesinde 25.18 olarak koyu sarı renkten sarı renge doğru bir değişim olduğunu;  $a^*$  değerinin ise Ulubey ilçesindeki meyvelerde 3.66 olan değerinin Gülyalı ilçesindeki meyvelerde azalarak 1.97'e düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızda rakımın artması ile  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerinin artması,  $a^*$  değerinin azalması benzer çalışmaları yapan Esen (2009) ve Kubal ve ark. (2017)'in araştırmalarından elde ettikleri sonuçlarla uyum içerisindedir.

Çizelge 2. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında Hayward kivi çeşidinin dönemsel meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve eti sertliği (kg/kuvvet) değerlerindeki değişimler

Table 2. Changes in seasonal fruit weight (g), fruit width (mm), fruit length (mm), fruit flesh firmness (kg/force) values of Hayward kiwifruit variety in Dağlı (370 m) and Sıraç (1193 m) locations

|                     |                            | Meyve Ağırlığı<br>(g) | Meyve Eni<br>(mm) | Meyve Boyu<br>(mm) | Meyve Eti Sertliği<br>(kg/kuvvet) |         |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|---------|
| <b>Lokasyon (L)</b> |                            |                       |                   |                    |                                   |         |
|                     | Dağlı (370 m)              | 110,07 a              | 57,97 a           | 73,19 a            | 1,36 b                            |         |
|                     | Sıraç (1193 m)             | 99,09 b               | 52,42 b           | 69,07 b            | 2,28 a                            |         |
|                     | <i>LSD</i> <sub>0.05</sub> | 3.39                  | 1.12              | 1.72               | 0.11                              |         |
| <b>Dönem (D)</b>    |                            |                       |                   |                    |                                   |         |
|                     | 1 Ağustos                  | 79,39 d               | 43,52 d           | 61,37 c            | 2,66 a                            |         |
|                     | 15 Ağustos                 | 94,61 c               | 53,41 c           | 70,03 b            | 1,92 b                            |         |
|                     | 1 Eylül                    | 103,33 b              | 57,33 b           | 73,37 a            | 1,99 b                            |         |
|                     | 15 Eylül                   | 114,77 a              | 61,00 a           | 73,04 a            | 1,95 b                            |         |
|                     | 1 Ekim                     | 115,68 a              | 57,27 b           | 73,97 a            | 1,54 c                            |         |
|                     | 15 Ekim                    | 119,68 a              | 58,66 b           | 75,01 a            | 0,88 d                            |         |
|                     | <i>LSD</i> <sub>0.05</sub> | 5.88                  | 1.94              | 2.98               | 0.20                              |         |
| <b>L*D</b>          |                            |                       |                   |                    |                                   |         |
|                     | Dağlı (370 m)              |                       |                   |                    |                                   |         |
|                     |                            | 1 Ağustos             | 79,97 fg          | 45,04 f            | 62,85 e                           | 2,27 c  |
|                     |                            | 15 Ağustos            | 100,98 d          | 53,72 de           | 72,59 bc                          | 1,24 e  |
|                     |                            | 1 Eylül               | 114,98 ac         | 60,14 bc           | 77,92 a                           | 1,58 d  |
|                     |                            | 15 Eylül              | 121,29 a          | 63,61 a            | 74,47 ab                          | 1,70 d  |
|                     |                            | 1 Ekim                | 121,12 a          | 62,63 ab           | 75,75 ab                          | 1,24 e  |
|                     |                            | 15 Ekim               | 122,04 a          | 62,66 ab           | 75,57 ab                          | 0,15 f  |
|                     | Sıraç (1193 m)             |                       |                   |                    |                                   |         |
|                     |                            | 1 Ağustos             | 78,80 g           | 41,99 g            | 59,89 e                           | 3,04 a  |
|                     |                            | 15 Ağustos            | 88,24 ef          | 53,09 de           | 67,47 d                           | 2,61 b  |
|                     |                            | 1 Eylül               | 91,67 e           | 54,52 de           | 68,82 cd                          | 2,40 bc |
|                     |                            | 15 Eylül              | 108,25 cd         | 58,38 c            | 71,60 bd                          | 2,20 c  |
|                     |                            | 1 Ekim                | 110,23 bc         | 51,90 e            | 72,19 bc                          | 1,84 d  |
|                     |                            | 15 Ekim               | 117,32 ab         | 54,66 d            | 74,46 ab                          | 1,60 d  |
|                     | <i>LSD</i> <sub>0.05</sub> | 8.31                  | 2.75              | 4.22               | 0.28                              |         |

Meyve kabuk rengi üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde meyve kabuk rengi parlaklığı ( $L^*$ ) değeri 42.24 olarak belirlenmiş, örnek alma tarihleri süresince meyve kabuk rengi  $L^*$  değeri genel olarak azalmış ve 1

Ekim tarihinde en düşük L\* değeri (19.97) gerçekleşmiştir. Son örnek alım tarihi olan 15 Ekim'de meyve kabuk rengi L\* değeri 28.74 olmuştur. Meyve kabuk rengi a\* değeri ise 1 Ağustos tarihinde 1.05 iken 15 Ekim tarihinde 8.03 olarak ölçülmüştür. Meyve kabuk rengi b\* değeri ise ilk örnek alım tarihi olan 1 Ağustos tarihinde 31.18 iken son örnek alım zamanı olan 15 Ekimde 24.59 olmuştur. Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince meyve kabuk rengi L\* değerinde azalmaların, a\* değerinde artışların ve b\* değerinde azalmaların olması Esen (2009), Cangı ve ark., (2011) ve Yılmaz (2016)'ın çalışmalarında elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Meyve kabuk rengi üzerine lokasyon x dönem etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En düşük meyve kabuk rengi L\* değeri Sıraç (1193 m) lokasyonundan 1 Ekim tarihinde alınan meyve örneklerinde (19.92), en yüksek ise Sıraç (1193 m) lokasyonunda 1 Ağustos tarihinde (43.26) belirlenmiştir. En düşük meyve kabuk rengi a\* değeri Sıraç (1193 m) lokasyonundan 1 Ağustos ve 15 Ağustos tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (0.37 ve 0.41) olmuş, en yüksek ise Dağlı (370 m) lokasyonundan 1 Ekim ve 15 Ekim tarihlerinde (11.14 ve 11.68) belirlenmiştir. En düşük meyve kabuk rengi b\* değeri Dağlı (370 m) lokasyonundan 1 Ekim ve 15 Ekim tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (20.97) olmuş, en yüksek b\* değeri ise Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonundan 1 Eylül tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 32.85 ve 32.79) belirlenmiştir. Çalışmamızda meyve kabuk rengi L\*, a\* ve b\* değerleri genel olarak Çelik ve ark., (2007) Yılmaz (2016) ve Kubal ve ark., (2017)'nin çalışmalarından elde ettikleri bulgularıyla benzerlik göstermekle birlikte, çalışmaların yürütüldüğü ekolojilerin, kültürel işlemlerin farklılığından, meyve yükünden ve meyvenin olgunluk durumundan kaynaklı değerler arasında farklılıklar görülmektedir.

Meyve et rengi L\* değeri üzerine lokasyonların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Meyve et rengi a\* değeri düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (-9.06), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda düşük (-9.93), meyve et rengi b\* değeri düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (29.54), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda yüksek (30.49) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Esen (2009) Ünye ilçesinin farklı rakımlarında Hayward çeşidi ile yapmış olduğu çalışmada meyve et rengi L\* değerinin en fazla yüksek kuşakta yer alan İnkur beldesinde (64.98), en düşük değerinin ise sahil kuşakta yer alan Yüceler köyünde (61.07) olduğunu belirlemiş, meyve et rengi a\* değeri en yüksek (-15.63) yüksek rakımda, en düşük ise (-16.70) orta rakımda yer alan bahçelerden elde edilmiştir. Meyve et rengi b\* değerlerinin ise, yüksek kuşakta 37.18, sahil kuşağında ise 38.52 olduğunu belirlemiştir. Kubal ve ark., (2017) meyve eti L\* değerini Altınordu ilçesinde 56.81 Çaybaşı ilçesinde 51.32 olduğunu, a\* değerinin İkiçce ilçesinde -14.13, Ulubey ilçesinde azalarak -16.93 olduğu, b\* değerinin en fazla 32.58 ile Gülyalı ilçesinde en az ise 28.05 ile İkiçce ilçesinde olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulguları ile yüksek oranda benzerlik taşımaktadır.

Meyve et rengi üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde meyve et rengi parlaklık (L\*) değeri 67.45 olarak belirlenmiş, örnek alma süresince meyve et rengi L\* değerinde genel olarak azalmalar görülmüş, son örnek alım tarihi olan 15 Ekim'de meyve et rengi L\* değeri 50.56 olmuştur. Meyve et rengi a\* değeri ise 1 Ağustos tarihinde -9.48 iken 15 Ekim tarihinde -6.98 olarak ölçülmüştür. Meyve et rengi b\* değeri ise ilk örnek alım tarihi olan 1 Ağustos tarihinde 31.18 iken son örnek alım zamanı olan 15 Ekimde 24.99 olmuştur. Kaynaş ve ark. (1998), kivi meyvelerinde meyve iç renginde L\* değerinde bir azalmanın yani iç renkteki parlaklığın kaybolmaya başladığını ve rengin daha mat bir görünüm kazandığını belirtmişlerdir. Cangı ve ark., (2011) Hayward kivi çeşidinin meyve et renginin L\*, a\* ve b\* değerlerinin fizyolojik olgunluk döneminde sırasıyla 60.24, -20.69 ve 40.22 olduğunu, bu değerlerin yeme olumunda sırasıyla 48.42, -15.08 ve 26.65 olduğunu saptamışlar. Çalışmamızda örnek alma dönemleri süresince meyve et rengi L\*, a\* ve b\* değerlerinin azalması benzer çalışmaları yapan Esen (2009), Yılmaz (2016) ve Cangı ve ark., (2011)'nin bulgularıyla uyum içerisindedir.

Meyve et rengi üzerine lokasyon x dönem etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek L\* değeri Sıraç (1193 m) ve Dağlı (370 m) lokasyonlarından 1 Ağustos tarihinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 68.75 ve 66.15)



belirlenmiştir. En düşük meyve et rengi a\* değeri Sıraç (1193 m) ve Dağlı (370 m) lokasyonundan 1 Eylül tarihinde (sırasıyla -16.07 ve -15.79) olmuş, en yüksek a\* değeri ise Dağlı (370 m) lokasyonundan 15 Eylül tarihinde alınan meyve örneklerinde (-4.18) belirlenmiştir. En yüksek b\* değeri Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarından 1 Eylül tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 37.55 ve 37.48), en düşük b\* değeri ise 1 Ekim tarihinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 22.21 ve 21.50) belirlenmiştir.

Çizelge 3. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında Hayward kivi çeşidinin döneme göre meyve kabuğu ve meyve et rengi L\*, a\*, b\* değerlerindeki değişimler

Table 3. Changes in in seasonal fruit peel and fruit flesh color L\* a\* b\* values of Hayward kiwifruit variety in Dağlı (370 m) and Sıraç (1193 m) locations

|                           | Meyve Kabuğu |          |         | Meyve Et Rengi |          |           |         |
|---------------------------|--------------|----------|---------|----------------|----------|-----------|---------|
|                           | L*           | a*       | b*      | L*             | a*       | b*        |         |
| <b>Lokasyon (L)</b>       |              |          |         |                |          |           |         |
| Dağlı (370 m)             | 32,96 b      | 6,30 a   | 27,02 b | 49,70 a        | -9,06 a  | 29,54 b   |         |
| Sıraç (1193 m)            | 36,62 a      | 4,14 b   | 28,50 a | 51,74 a        | -9,93 b  | 30,49 a   |         |
| <i>LSD<sub>0.05</sub></i> | 1.21         | 0.69     | 0.65    | ÖD             | 0,76     | 0,88      |         |
| <b>Dönem (D)</b>          |              |          |         |                |          |           |         |
| 1 Ağustos                 | 42,24 a      | 1,05 e   | 31,18 b | 67,45 a        | -9,48 b  | 31,18 b   |         |
| 15 Ağustos                | 40,35 a      | 1,93 de  | 29,29 c | 56,73 b        | -10,91 c | 34,62 c   |         |
| 1 Eylül                   | 40,64 a      | 3,00 d   | 32,82 a | 51,23 cd       | -15,93 d | 37,52 a   |         |
| 15 Eylül                  | 36,80 b      | 6,34 c   | 27,55 d | 56,08 bc       | -6,26 a  | 29,92 c   |         |
| 1 Ekim                    | 19,97 d      | 10,96 a  | 21,13 f | 52,27 d        | -7,43 a  | 21,86 e   |         |
| 15 Ekim                   | 28,74 c      | 8,03 b   | 24,59 e | 50,56 d        | -6,98 a  | 24,99 d   |         |
| <i>LSD<sub>0.05</sub></i> | 2.09         | 1.19     | 1.13    | 5.11           | 1,31     | 1,52      |         |
| <b>L*D</b>                |              |          |         |                |          |           |         |
| Dağlı (370 m)             | 1 Ağustos    | 41,22 ac | 1,73 f  | 29,98 b        | 66,15 a  | -9,27 ce  | 31,54 c |
|                           | 15 Ağustos   | 40,54 ac | 3,45 de | 28,56 bc       | 55,40 bc | -10,58 ef | 34,66 b |
|                           | 1 Eylül      | 38,66 cd | 4,10 cd | 32,85 a        | 51,15 cd | -15,79 g  | 37,55 a |
|                           | 15 Eylül     | 36,99 d  | 5,69 bc | 28,76 bc       | 58,80 b  | -4,18 a   | 28,14 d |
|                           | 1 Ekim       | 20,02 e  | 11,14 a | 20,97 e        | 52,74 c  | -7,26 b   | 22,21 e |
|                           | 15 Ekim      | 20,36 e  | 11,68 a | 20,97 e        | 43,97 d  | -7,30 b   | 23,13 e |
| Sıraç (1193 m)            | 1 Ağustos    | 43,26 a  | 0,37 f  | 32,37 a        | 68,75 a  | -9,70 df  | 30,81 c |
|                           | 15 Ağustos   | 40,16 bc | 0,41 f  | 30,02 b        | 58,07 bc | -11,24 f  | 34,57 b |
|                           | 1 Eylül      | 42,62 ab | 1,90 ef | 32,79 a        | 51,32 c  | -16,07 g  | 37,48 a |
|                           | 15 Eylül     | 36,60 d  | 6,99 b  | 26,33 d        | 53,36 bc | -8,34 bd  | 31,70 c |
|                           | 1 Ekim       | 19,92 e  | 10,79 a | 21,29 e        | 51,81 c  | -7,61 bc  | 21,50 e |
|                           | 15 Ekim      | 37,13 d  | 4,39 cd | 28,20 c        | 57,16 bc | -6,65 b   | 26,86 d |
| <i>LSD<sub>0.05</sub></i> | 2.95         | 1.68     | 1.6     | 7.22           | 1.86     | 2,15      |         |

Çalışmanın yürütüldüğü Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında Hayward kivi çeşidinin döneme göre SÇKM (%), C vitamini (mg/100 g), titre edilebilir asit (%), pH ve kuru madde (%) değerlerindeki değişimler çizelge 4'de verilmiştir. Kivi meyvesinin kalite kriterleri arasında SÇKM önemli bir kriterdir. Kivi meyvesi fizyolojik olgunluğa ulaştığı dönemden itibaren hasat işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. SÇKM içeriği olgunluk indeksi olarak kullanılmakta olup, meyvenin yeme kalitesine ulaşması ve ürünün uzun süre muhafazası açısından



SÇKM değerinin önemli olduğu ve minimum % 6.2 olması gerektiği belirtilmektedir (Crisosto ve ark., 1984, Beever & Hopkirk, 1990, Kaynaş ve ark., 2002, Burdon ve ark., 2013).

Meyvelerin SÇKM değeri üzerine lokasyonların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meyvelerin SÇKM değeri düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (% 8.43), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise düşük (% 5.45) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Cangi ve Karadeniz (2001), Ordu Merkez ilçe ve Emen Köyü'nde 5m ve 450 m rakımlarda 'Hayward' kivi çeşidinde yaptıkları çalışmada yeme olumunda 5 m rakımda ortalama olarak SÇKM değerinin % 14.67, 450 m rakımda ise bu değer % 14.09 olduğunu belirtmişlerdir. Günay (2009) Ordu koşullarında yaptığı çalışmada en düşük SÇKM değerinin (% 12.88) 0-100 m rakımda, en yüksek SÇKM değerinin (% 13.39) ise 300-500 m rakımdaki meyvelerde olduğunu belirlemiştir. Zenginbal ve Özcan, (2018) Rize koşullarında 2 yıl 4 farklı rakımda yapmış olduğu çalışmada SÇKM içeriklerine rakımların istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğunu saptamışlar. Araştırmacılar, SÇKM içeriklerinin hasat olumunda 20 m rakımdaki meyvelerde %11.00 ve %11.12 iken, 610 m rakımda %9.32 ve %9.72 değerlerine düştüğünü; yeme olumunda 20 m rakımda %14.97 ve %15.18 iken, 610 m rakımda %13.62 ve %13.85 değerlerine düştüğünü belirtmişler. Çalışmamızda, genel olarak rakım arttıkça SÇKM içeriklerinde azalmaların olması benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bulgularıyla yüksek oranda uyum içerisindedir. Nitekim, Snelgar ve ark., (2005) sıcaklığın kivi meyvesinin olgunlaşması üzerine önemli etkisinin olduğunu, yüksek sıcaklıkta nişastanın şekerlere dönüştüğünü, yaz döneminde sıcaklığın artmasının meyve gelişiminin, kuru madde birikiminin ve meyve eti sertliğinin azalmasına; geç sonbahar döneminde hava sıcaklığının artmasının meyve gelişiminin artmasına, SÇKM miktarının azalmasına sebep olduğunu ifade etmişler.

Meyve SÇKM değeri üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en düşük SÇKM oranı (%4.34) elde edilirken, örnekleme süresince artışlar olduğu belirlenmiş ve en son örnek alım dönemi olan 15 Ekim tarihinde en yüksek değer (%10.52) saptanmıştır. Meyve tutumundan hasada kadar olan dönemde kivi meyvesinin kimyasal yapısında en fazla değişiklikler karbohidratlarda, özellikle de nişasta ve şeker içeriklerinde meydana gelmekte, tozlanmadan sonraki 17.-20. haftalar arasında nişasta konsantrasyonunda hızlı bir azalma, şekerlerde ise artış başlamakta ve hasada kadar suda çözünür kuru madde miktarında linear bir artış görülmektedir (Beever & Hopkirk, 1990; Grant ve ark., 1994). Bonvehi ve ark., (1997) Hayward çeşidiyle 2 farklı lokasyonda yaptıkları çalışmada SÇKM içeriklerinin ilk örnekleme döneminde %4.90 ve %4.60 olduğunu, meyve olgunluk süresince artış gösterdiğini belirtmişler. Tawarini ve ark., (2008) İtalya'da Hayward kivi çeşidinin 17 Kasım tarihinde alınan meyvelerde SÇKM içeriklerinin %8.3 olduğunu ve bu değer 24 Kasım tarihinde artış göstererek %10.4 değerine ulaştığını saptamışlar. Burdon ve ark., (2013) Yeni Zelanda'da Hayward kivi çeşidinin 10 farklı lokasyonda SÇKM miktarının minimum olgunluk kriteri olan %6.2 değerine 14 ve 24 Nisan tarihleri arasında ulaştığını, SÇKM içeriklerinin başlangıçta yavaş, daha sonraki süreçte ise hızlı artış gösterdiğini, son örnekleme dönemi olan 22 Mayıs tarihinde SÇKM içeriklerinin lokasyonlara göre değiştiğini ve %11-13 değerleri arasında olduğunu belirtmişler. Çalışmamızda örnekleme süresince SÇKM içeriklerinde ilk dönemlerde yavaş, sonraki dönemlerde hızlı artışların olması araştırmacıların bulgularıyla uyum içerisinde olup, minimum hasat olgunluğuna her iki lokasyonda da Ordu koşullarına göre (Esen, 2009) daha erken dönemde ulaşıldığı görülmektedir.

SÇKM üzerine lokasyon x dönem interaksiyonu önemli bulunmuştur. En düşük SÇKM oranı Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında 1 Ağustos tarihinde hasat olumunda (sırasıyla %4,44 ve %4.24) olurken, en yüksek SÇKM içerikleri 15 Ekim tarihinde Dağlı (370 m) lokasyonunda yeme olumunda (% 14.52) belirlenmiştir. Kivide hasat için SÇKM içeriğinin minimum %6.2 olması gerektiği belirtilmektedir. Bu değere Dağlı (370 m) lokasyonunda 15 Eylül (%6.64), Sıraç (1193 m) lokasyonunda 15 Ekim (%6.52) tarihinde ulaşılmıştır. Mitchell (1988) kivide hasat döneminde yüksek olan nişasta oranının hidrolize olarak şekere dönüştüğünü, bu sebeple hasat döneminde % 6.5-8 olan SÇKM oranının yeme olumunda %14-17'ye kadar arttığını belirtmiştir. Benzer çalışmaları yapan Kaynaş ve ark., (2002) Çanakkale koşullarında Hayward çeşidinin SÇKM miktarının 25 Ekim tarihinde %6.63, 25 Kasım

tarihinde ise %12.62 değerine ulaştığını; Şeker ve ark. (2003) Çanakkale şartlarında "Hayward" kivi çeşidinde yürüttükleri çalışmalarında meyvelerin SÇKM miktarının % 11.91 ile % 12.74 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda, SÇKM içerikleri genel olarak araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermekle birlikte, ekoloji farklılıkları, kültürel işlemler, olgunluk durumu vb. nedenlerden kaynaklı farklılıklar söz konusudur.

Meyvlerin C vitamininin düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (82.67 mg/100 g), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise yüksek (92.09 mg/100 g) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Günay (2009) Ordu koşullarında yaptığı çalışmada 0-100 m rakımda meyvelerin C vitamini değerini 105.80 mg/100ml, 300-500 m rakımda 108.25 mg/100ml olduğunu belirtmiştir. Bostan ve Günay (2014) Ordu koşullarında C vitamini değerlerine rakımın ve yöneyin etki yaptığını, meyve C vitamini ortalama değerlerinin 3-100 m rakımda 105.80 mg/100 ml, 200-300 m rakımda 87.92 mg/100 ml ve 350-450 m rakımda 108.25 mg/100 ml olduğunu belirtmişler. Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında 4 farklı rakımda yaptıkları çalışmada C vitamini içeriklerinin rakımdan etkilenmediğini, C vitamini içeriklerinin 102.40 ile 110.40 mg/100 ml değerleri arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda C vitamini içeriğinin rakımın artışı ile artması benzer çalışmayı yapan Bostan ve Günay (2014)'ın elde ettikleri sonuçlar ile yüksek oranda benzerlik taşımaktadır.

Meyve C vitamini miktarı üzerine örnek alma dönemlerinin de istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. İlk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos ve 15 Ağustos tarihlerinde en yüksek C vitamini değerleri (sırasıyla 106.82 mg/100 g ve 107.68 mg/100 g) elde edilirken, örnek alma dönemleri süresince C vitamini içeriğinde sürekli azalış gerçekleşmiş ve en düşük C vitamini miktarı (64.87 mg/100 g) 15 Ekim tarihinde elde edilmiştir. Kılıç, (1995), Ege Bölgesi'nde yapmış olduğu çalışmada 20.11.1994 tarihindeki C vitamini miktarının 72.1 mg/100 g iken, olgunlaşma süresince azalarak 08.12.1994 tarihinde 69.3 mg/100 g değerine düştüğünü belirtmiştir. Kaynaş ve ark., (1998) Yalova'da Hayward çeşidinde farklı zamanlarda hasat edilen meyvelerin askorbik asit miktarlarının ilk hasatta 77.7 mg/100 g, son hasatta 46.4 mg/100g olduğunu belirtmişlerdir. Tavarini ve ark., (2008) İtalya'da Hayward çeşidinin C vitamini içeriğinin 17 Kasım tarihinde yüksek (50 mg/100 g) olduğunu, olgunluk süresince azaldığını ve 24 Kasım tarihinde 30 mg/100 g değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince meyve C vitamini değerindeki azalış benzer çalışmaları yapan Kılıç, (1995), Kaynaş ve ark., (1998), Basım ve Uzun, (2003), Tavarini ve ark., (2008) ve Yılmaz (2016)'ın çalışmalarından elde ettikleri bulgularıyla uyum içerisindedir. Nitekim, Kalt (2005) meyvelerde olgunlaşma sürecinde meyve dokusundaki değişimden kaynaklı C vitamini içeriğinde azalmaların olduğunu belirtmişlerdir.

Meyve C vitamini üzerine lokasyon x dönem interaksyonu önemli bulunmuştur. En yüksek C vitamini Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarından 1 Ağustos ve 15 Ağustos tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 107.98 mg/100g, 109.32 mg/100g, 105.66 mg/100g ve 106.04 mg/100g) belirlenmiştir. En düşük C vitamini içeriği Dağlı (370 m) lokasyonundan 1 Ekim ve 15 Ekim tarihlerinde alınan meyve örneklerinde (sırasıyla 56.47 mg/100 g ve 54.45 mg/100 g) olmuş, bunu Sıraç (1193 m) lokasyonundan 15 Ekim tarihinde alınan meyve örnekleri (75.30 mg/100 g) takip etmiştir. Lombardi-Baccia ve ark., (1986), Hayward çeşidinde yapmış oldukları çalışmada hasat sırasında C vitamini oranının 85 mg/100 g olduğunu belirtmiştir. Lintas ve ark., (1991) 9 kivi çeşidinin C vitamini içeriğini incelemişler, Hayward çeşidinin C vitamini içeriğinin yıllara göre 62-91 mg/100g değerlerinde olduğunu saptamışlar. Yıldırım ve ark., (2011) Adana koşullarında 7 farklı kivi çeşidinin C vitamini içeriğinin 52.38 ile 78.00 mg /100 g arasında olduğunu saptamışlar. Bostan ve Günay, (2014) Ordu koşullarında Hayward kivi çeşidinin C vitamini içeriklerinin 76.19 mg/100 ml ile 111.97 mg/100 ml arasında olduğunu, Yılmaz (2016) Giresun koşullarında 43.056 mg/100g ile 117.167 mg/100g arasında olduğunu belirlemişler. Çalışmamızda meyve C vitamini değeri genel olarak araştırmacıların elde ettikleri değerlerle uyum içinde olmasına rağmen bazılarıyla farklılıklar olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak çalışmaların yürütüldüğü ekolojilerin farklı olması, kültürel işlemlerin farklılığı ve meyve olgunluk dönemlerinin farklılıkları gösterilebilir.

Meyve titre edilebilir asitlik (TEA) değeri düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (%1.36), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise yüksek (%1.46) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Cangı ve

Karadeniz, (2001) Ordu ilinde 5 m ve 450 m yükseklikte yetiştirilen Hayward çeşidinde TEA değerinin 15. haftadan itibaren düştüğü ve düşük rakımda % 1.39-1.80, yüksek rakımda % 1.11-1.72 olduğunu belirtmişler. Günay (2009) Ordu koşullarında yaptığı çalışmada en düşük ortalama TEA değerinin (%1.18) 3-100 m rakımda, en yüksek TEA değerinin (%1.22) 200-300 rakımda olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda yüksek rakımlı lokasyondan daha yüksek TEA değeri elde edilmesi benzer çalışmaları yapan araştırmacıların bazıları ile yüksek oranda benzerlik gösterirken bazı araştırmacıların çalışmalarıyla farklılıklar göstermektedir.

Meyve TEA değeri üzerine örnek alma dönemlerinin önemli etkisi olmuştur. 1 Eylül tarihinde en düşük TEA değeri (%1.22) elde edilirken, örnek alma dönemleri süresince meyve TEA değerinde dalgalanmalar gerçekleşmiş ve en yüksek TEA değeri 15 Ağustos tarihinde (%1.67) tespit edilmiştir. Beever ve Hopkirk (1990) meyve tutumundan hasada kadar olan dönemde kivi meyvesinin gelişim süresinde TEA miktarının 19 haftada % 0.4'ten % 1.9'a kadar sürekli arttığını, bundan sonra hasada kadar nispeten sabit kaldığını belirlemişlerdir. Kılıç (1995) Ege Bölgesinde ilk hasat döneminde TEA miktarının 1.49 g/100 ml olduğunu, son hasat döneminde ise bu değer 1.44 g/100 ml olduğunu belirtmiştir.

Meyve TEA değeri üzerine lokasyon x dönem etkisi önemli bulunmuştur. En düşük TEA değeri Dağlı (370 m) lokasyonunda 15 Ekim tarihinde (%0.93), en yüksek TEA değeri ise Dağlı (370 m) lokasyonunda 15 Ağustos tarihinde (%1.84) belirlenmiştir. Sıraç (1193 m) lokasyonunda en son örnek alım dönemi olan 15 Ekim tarihinde meyve TEA değeri %1.67 olmuştur. Çalışmamıza benzer şekilde Crisosto ve ark (1999) Hayward kivi çeşidinde TEA miktarının % 1.90; Cangi ve Karadeniz, (1999) Ordu merkez ilçe ve köylerinde 0-900 m rakımlar arasında Hayward kivi çeşidinde yürütülen bir çalışmada TEA değerinin hasat olum döneminde % 1.47-2.00, yeme olum döneminde ise % 0.60- 0.81 arasında olduğunu belirlemişler. Çalışmamızda TEA değerlerinin genel olarak araştırmacıların elde ettikleri değerlerle benzerlik taşımakta olup, ekoloji farklılığı, kültürel işlemler ve meyve olgunluk değerinin farklı olmasından kaynaklı küçük farklılıklar sözkonusudur.

Meyve pH değeri üzerine lokasyonların etkisi önemli bulunmuş, meyve pH değeri düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda düşük (3.21), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise yüksek (3.39) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Bostan ve Günay (2014) Ordu koşullarında en düşük meyve pH değerinin 3-100 m rakımdan (4.00), en yüksek meyve pH değerinin ise 350-450 m rakımdan (4.03) elde edildiğini, rakım artışına paralel olarak meyve pH değerlerinin de arttığını ancak bu artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirlemişler. Zenginbal ve Özcan (2018) Rize koşullarında Hayward çeşidinin pH değerlerinin 3.98-4.04 arasında olduğunu, rakım farklılığının önemli etki yapmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda yüksek rakımlı lokasyondan genel olarak yüksek pH değerinin elde edilmesi benzer çalışmaları yapan Bostan ve Günay (2014)'ın bulguları ile yüksek oranda benzerlik taşımaktadır.

Meyve pH değeri üzerine örnek alma dönemlerinin de önemli etkisi olmuştur. Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en düşük meyve pH değeri (2.67) elde edilirken, örnek alma tarihleri süresince önce yükseliş olmuş daha sonra ise bir miktar azalarak sabit kalmıştır. En yüksek pH değeri (3.50) 1 Eylül tarihinde alınan meyvelerden elde edilirken daha sonraki dönemlerde azalma eğilimi göstermiş ve en son örnek alım dönemi olan 15 Ekim tarihinde 3.37 olmuştur. Kaynaş ve ark., (2002) Çanakkale koşullarında Hayward çeşidinde örnek alma dönemlerinin pH değerlerine etkisinin önemli olmadığını, 15 Ekim tarihinde pH değerinin 3.45, 25 Kasım tarihinde 3.48 olduğunu belirtmişlerdir. Hosseinzadeh ve ark., (2013) İran ekolojisinde yaptıkları çalışmada 20 gün aralıklarla 4 farklı zamanda hasat edilen Hayward meyvesinde ilk hasatta 2.64 olan pH değerinin son hasatta 3.35 değerine yükseldiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince meyve pH değerinde dalgalanmalar olsa da genel olarak artma eğiliminin görülmesi Kaynaş ve ark., (2002), Hosseinzadeh ve ark., (2013) ve Yılmaz (2016)'ın çalışmalarından elde ettikleri bulgularla uyum içerisindedir.

Meyve pH değeri üzerine lokasyon x dönem etkisi önemli bulunmuştur. En düşük meyve pH değeri Dağlı (370 m) lokasyonunda 1 Ağustos tarihinde (2.51) olmuş, en yüksek pH değeri ise Sıraç (1193 m) lokasyonunda 1 Eylül tarihinde (3.60) belirlenmiştir. Samancı (1990), meyve suyu pH değerinin 3.3 ile 3.8 arasında değiştiğini, Çelik

ve ark., (2007) Hayward çeşidinin pH değerinin 3.41 olduğunu belirtmişlerdir. Altuntaş ve ark., (2009) meyve olumu döneminde pH değerinin 3.27, hasat olumu döneminde ise 3.17 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda pH değerleri genel olarak araştırmacıların elde ettikleri değerlerle benzerlik göstermekte olup, küçük farklılıkların nedeni olarak ekoloji ve meyve olgunluk durumları gösterilebilir.

Çizelge 4. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında Hayward kivi çeşidinin döneme göre SÇKM (%), C vitamini (mg/100 g), titre edilebilir asit (%), pH ve kuru madde (%) değerlerindeki değişimler

Table 4. Changes in seasonal SSC (%), vitamin C (mg/100 g), titratable acid (%), pH and dry matter (%) values of Hayward kiwifruit variety in Dağlı (370 m) and Sıraç (1193 m) locations

|                     |                           | SÇKM %  | C Vitamini<br>(mg/100 g) | Titre Edilebilir<br>Asit % | pH      | Kuru Madde % |
|---------------------|---------------------------|---------|--------------------------|----------------------------|---------|--------------|
| <b>Lokasyon (L)</b> |                           |         |                          |                            |         |              |
|                     | Dağlı (370 m)             | 8,43 a  | 82,67 b                  | 1,36 b                     | 3,21 b  | 13,01 a      |
|                     | Sıraç (1193 m)            | 5,45 b  | 92,09 a                  | 1,46 a                     | 3,39 a  | 12,20 b      |
|                     | <i>LSD<sub>0.05</sub></i> | 0.13    | 2,23                     | 0.05                       | 0.06    | 0,35         |
| <b>Dönem (D)</b>    |                           |         |                          |                            |         |              |
|                     | 1 Ağustos                 | 4,34 f  | 106,82 a                 | 1,35 c                     | 2,67 c  | 9,69 e       |
|                     | 15 Ağustos                | 5,26 e  | 107,68 a                 | 1,67 a                     | 3,46 ab | 11,68 d      |
|                     | 1 Eylül                   | 5,85 d  | 92,44 b                  | 1,22 d                     | 3,50 a  | 12,30 c      |
|                     | 15 Eylül                  | 6,09 c  | 83,00 c                  | 1,48b                      | 3,39 b  | 13,16 b      |
|                     | 1 Ekim                    | 9,58 b  | 69,46 d                  | 1,46b                      | 3,42 ab | 14,26 a      |
|                     | 15 Ekim                   | 10,52 a | 64,87 e                  | 1,30cd                     | 3,37 b  | 14,55 a      |
|                     | <i>LSD<sub>0.05</sub></i> | 0.23    | 3,86                     | 0.09                       | 0.10    | 0,60         |
| <b>L*D</b>          |                           |         |                          |                            |         |              |
| Dağlı (370 m)       | 1 Ağustos                 | 4,44 g  | 107,98 a                 | 1,40 ce                    | 2,51 g  | 9,94 f       |
|                     | 15 Ağustos                | 5,54 e  | 109,32 a                 | 1,84 a                     | 3,35 ce | 11,70 e      |
|                     | 1 Eylül                   | 6,08 d  | 90,02 bc                 | 1,24 f                     | 3,40 ce | 12,58 cd     |
|                     | 15 Eylül                  | 6,64 c  | 77,78 de                 | 1,28 ef                    | 3,35 de | 13,34 bc     |
|                     | 1 Ekim                    | 13,38 b | 56,47 f                  | 1,49 c                     | 3,36 ce | 15,08 a      |
|                     | 15 Ekim                   | 14,52 a | 54,45 f                  | 0,93 g                     | 3,29 e  | 15,44 a      |
| Sıraç (1193 m)      | 1 Ağustos                 | 4,24 g  | 105,66 a                 | 1,30 df                    | 2,83 f  | 9,44 f       |
|                     | 15 Ağustos                | 4,98 f  | 106,04 a                 | 1,50 c                     | 3,57 ab | 11,66 e      |
|                     | 1 Eylül                   | 5,62 e  | 94,86 b                  | 1,20 f                     | 3,60 a  | 12,02 de     |
|                     | 15 Eylül                  | 5,54 e  | 88,22 c                  | 1,68 b                     | 3,42 ce | 12,98 bc     |
|                     | 1 Ekim                    | 5,78 de | 82,46 d                  | 1,42 cd                    | 3,49 ac | 13,44 b      |
|                     | 15 Ekim                   | 6,52 c  | 75,30 e                  | 1,67 b                     | 3,44 bd | 13,66 b      |
|                     | <i>LSD<sub>0.05</sub></i> | 0.33    | 5.46                     | 0.13                       | 0.14    | 3,85         |

Meyve kuru madde miktarının düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (%13.01), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise düşük (%12.20) olduğu belirlenmiştir. Benzer çalışmaları yapan Bostan ve Günay, (2014), Ordu'da yapmış oldukları çalışmada en düşük TKM miktarının % 15.38 ile 200-300 m rakımın kuzey yönünde, en yüksek TKM miktarının ise % 16.41 ile 3-100 m rakımın kuzey yönünde olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda düşük rakımlı lokasyondan daha yüksek kuru madde elde edilmesi benzer çalışmaları yapan Bostan ve Günay, (2014) ve Kubal ve ark., (2017)'in bulguları ile yüksek oranda benzerlik taşımaktadır.

Dönemsel olarak incelendiğinde ilk örnek alımın gerçekleştiği 1 Ağustos tarihinde en düşük kuru madde miktarı (%9.69) elde edilirken, örnek alma tarihleri süresince sürekli artışlar gerçekleşmiş ve en yüksek kuru madde miktarı 1 Ekim ve 15 Ekim tarihinde alınan meyvelerden (sırasıyla %14.26 ve %14.55) elde edilmiştir. Çalışmamızda örnek alma tarihleri süresince kuru madde miktarında artışların olması benzer çalışmaları yapan Grant ve ark., (1994) ve Yılmaz (2016)'ın bulgularıyla tam bir uyum içerisinde.

Sonuç olarak, Mersin koşullarında, Hayward kivi çeşidinde fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerinin farklı rakımlarda değişimi ve optimum hasat döneminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Lokasyonların ve örnek alma dönemlerinin meyve et rengi parlaklık değeri ( $L^*$ ) hariç incelenen diğer bütün fiziksel ve kimyasal özelliklere önemli ( $p<0.01$ ) düzeyde etki yaptığı belirlenmiştir.

Dağlı (370 m) lokasyonunda omca başına ortalama verim 36.46 kg/omca, Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise omca başına ortalama verim 44.08 kg/omca olarak belirlenmiş olup, verim açısından çok büyük farklılıklar olmamakla birlikte yüksek rakımda yer alan Sıraç lokasyonu ön plana çıkmaktadır. Dağlı (370 m) ve Sıraç (1193 m) lokasyonlarında elde edilen meyvelerin kalite oranlarının yüksek oranda (sırasıyla %99 ve %99.5) ekstra sınıfta yer aldığı görülmekte olup, her iki bölge kalite açısından avantajlı görülmektedir. Meyvelerin SÇKM içerikleri % 6-7' değerine Dağlı (370 m) lokasyonunda 15 Eylül tarihinde ulaşırken, Sıraç (1193 m) lokasyonunda 15 Ekim tarihinde ulaşılmış olup, erkencilik açısından Dağlı lokasyonunun avantajlı olduğu söylenebilir. Meyve ağırlıklarının düşük rakımlı Dağlı (370 m) lokasyonunda yüksek (110.07 gr), yüksek rakımlı Sıraç (1193 m) lokasyonunda ise düşük (99.09 gr) olduğu belirlenmiştir. Meyve ağırlığındaki artışlar 15 Eylül dönemine kadar hızlı, sonraki dönemlerde ise yavaş olmuş ve en yüksek meyve ağırlığı (119.68 gr) 15 Ekim tarihinde alınan meyvelerden elde edilmiştir.

Olgunluk indeksi olarak kullanılmakta olan SÇKM, meyvenin yeme kalitesine ulaşması ve ürünün uzun süre muhafazası açısından minimum %6.2 olması gerektiği belirtilmektedir. Bu değerlere Dağlı (370 m) lokasyonunda 15 Eylül tarihinde (%6.64) ulaşırken, Sıraç (1193 m) lokasyonunda 15 Ekim (%6.52) tarihinde ulaşmaktadır.

C vitamini değerinin yüksek rakımda daha fazla olduğu, meyve gelişim dönemi boyunca C vitamini miktarının azaldığı, ilk örnek alım tarihi olan 1 Ağustos tarihinde 106.82 mg/100 g olan C vitamininin, 15 Ekim tarihinde 64.87 mg/100g olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Mersin ilinde yetiştiriciliği son yıllara hızla artan "Hayward" kivi çeşidinin meyve kalite özelliklerinin, diğer kivi yetiştiriciliği yapılan bölgelerdeki meyvelerin kalite özelliklerinden üstün olması, hasat zamanının kivi yetiştiriciliği yapılan diğer bölgelerden daha erken olması nedeniyle üreticilerin ürünlerini pazarlamakta sorun yaşamadan ve daha yüksek fiyattan değerlendirebilmesine imkan sağlaması nedeniyle bölgede kivi yetiştiriciliği önerilebilmektedir. Ayrıca, bölge için yeni bir ürün olan kivi yetiştiriciliğinde yapılan kültürel uygulamaların ve yetiştirme koşullarının iyileştirilmesiyle daha kaliteli meyvelerin elde edilebileceği, bölgenin üretim deseninin zenginleştirilmesinin mümkün olabileceği ve bölge üreticilerinin gelir düzeylerinin arttırılabileceği söylenebilir.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI**

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

#### **ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### **ETİK ONAY BEYANI**

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



**KAYNAKLAR**

- Altuntaş, E., Cangı, R., Kaya, C., Dilmaç, M., & Saraçoğlu, O., (2009). Hayward kivi çeşidinin hasat ve yeme olumu dönemlerindeki bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 10-12 Haziran 2009, Kahramanmaraş, 293-301.
- Andiç, C. (1993). *Tarımsal ekoloji*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 106, 300 s.
- Anonymous (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/faostat/en/home>
- Basım, H., & Uzun, H.D. (2003). Kivinin antalya koşullarındaki meyve özellikleri. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23-25 Ekim 2003 Ordu, 40-45 s.
- Beever, D.J., & Hopkirk, G., (1990). Fruit development and fruit physiology. "in: Kiwifruit: Science and Management", Eds: I.J. Warrington and G.C. Weston Ray Richards Pub. New Zealand Society for Horticultural Science, 429-453.
- Bonvehi, J.S., Jorda, R.E., & Adillon, J. (1997). The ripening process of kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) grown in Catalonia, Spain. *Journal of Food Quality*, 20, 371-380. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1997.tb00480.x>
- Bostan, S.Z., & Günay, K. (2014). Hayward (*Actinidia deliciosa* Planch) kivi çeşidinin meyve kalitesi üzerine rakım ve yöneyin etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3 (1), 13-22. <http://azd.odu.edu.tr/>
- Burdon, J., Lallu, N., Pidakala, P., & Barnett, A. (2013). Soluble solids accumulation and postharvest performance of 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 80, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.01.009>
- Cangi, R., & Karadeniz, T. (1999). Ordu'da değişik rakımlarda yetiştirilen Hayward kivi çeşidinde verim ve meyve özellikleri üzerine araştırmalar. *Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu*, 4-5 Ocak 1999, Samsun, 425-432 s.
- Cangi, R., & Karadeniz, T. (2001). The researches on changes some physicals and chemicals characteristics in Hayward kiwifruit variety (*A. deliciosa*) in Ordu. *Journal of Qafqaz University*, 7, 169-176.
- Cangi, R., & İslam, A. (2003). Kivi yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23-25 Ekim 2003, Ordu, 73-79 s.
- Cangi, R., Altuntaş, E., Kaya, C., & Saraçoğlu, O. (2011). Some chemical and physical properties at physiological maturity and ripening period of kiwifruit (Hayward). *African Journal of Biotechnology*, 10 (27), 5304-5310. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda analizleri*. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, No: 34.
- Crisosto, G.U., Mitchell, F.G., Arpaia, M.L., & Mayer, G. (1984). The effect of growing location and harvest maturity on the storage performance and quality of "Hayward" kiwifruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109, 584-587.
- Crisosto, H.C., Garner, D., & Saez, K. (1999). Kiwifruit size influences softening rate during storage. *California Agriculture*, July-August, 53 (4), 29-31. <https://doi.org/10.3733/ca.v053n04p29>
- Çelik, A., Ercişli, S., & Turgut, N. (2007). Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv. Hayward. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58 (6), 411-418. <https://doi.org/10.1080/09637480701252518>
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F., (1987). *Araştırma ve deneme metotları (İstatistik metotları-II)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, 381 s, Ankara.
- Esen, Y. (2009). Ünye yöresi kivi yetiştiriciliğinde meyve gelişiminin ve en uygun hasat zamanının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 123 s.
- Ferguson, A.R. (1991). Kiwifruit (*Actinidia*). *Acta Horticulture*, 209, 603-653.
- Ferguson, A.R. (1984). Kiwifruit: A botanical review. *In: Horticultural reviews*, Vol:6 (Ed. J. Janick). Avi. Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 1-64.



- Grant, A.J., Polito, V.S., & Ryugo, K. (1994). Flower and fruit development, *Chap. 6. Kiwifruit growing and handling* (Editors: Hasey, J.K., Jhonson, R.S., Grant, J.A., Reil W.O.). University of California, Division of Agriculture and Natural Sciences, 3344, USA.
- Güldas, M. (2003). Dondurulmuş kivi üretiminde kalitenin optimizasyonu. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Ordu, 126-130 s.
- Günay, K. (2009). Ordu ekolojisinde yetiştirilen 'Hayward' (*A. deliciosa* Planch) kivi çeşidinde önemli meyve kalite özelliklerinin rakım ve yöneye göre değişimi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65 s.
- Han, S.H., & Kawabata, S. (2002). Changes carbohydrate and water contents of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during growth. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71 (3), 322-327. <https://doi.org/10.2503/jjshs.71.322>
- Hopkirk, G., Snelgar, W.P., Horne, S.F., & Manson, P.J. (1989). Effect of increased preharvest temperature on fruit quality of kiwifruit (*Actinidia chinensis*). *Journal of Horticultural Sciences*, 64, 227-238.
- Hopping, M.E. (1990). Floral biology, pollination and fruit set. Pp. 71-76 in: *Kiwifruit science and management*. Warrington, I. J.; Weston, G. C. ed. Auckland, Ray Richards.
- Hosseinzadeh, J., Feyzollahzadeh, M., & Afkari, A.H. (2013). The physical and chemical properties of kiwifruit Harvested at Four Stages. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (1), 174-180.
- Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70, 11-19. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09053.x>
- Karaçalı, İ. (1990). *Bahçe ürünlerinin muhafazası ve pazarlanması*. Ege Üniversitesi Ziraat Fak.Yayınları No: 494.
- Kaynaş, K., Özelkök, S.G., Samancı, H., & Yalçın, T. (1998). Yalova koşullarında yetiştirilen kivi (*Actinidia chinensis* cv. Hayward) meyvesinde en uygun hasat olumunun saptanması üzerine bir araştırma. *IV. Bağcılık Sempozyumu*, 20-23 Ekim, Yalova, 293-297 s.
- Kaynaş, K., Dardeniz, A., & Kaya, S. (2002). A research on determining the most suitable harvest maturity of the kiwifruits (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) harvested at different time intervals. *Pakistan Journal of Applied Science*, 2 (12), 1074-1077. <https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2002.1074.1077>
- Kılıç, A. (1995). Kivinin Ege Bölgesi koşullarına adaptasyonu ve meyve özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 45 s.
- Kubal, C., Mazi, B.G., & Bostan, S.Z. (2017). Ordu'da (Türkiye) yetiştirilen 'Hayward' kivi çeşidinin önemli kimyasal bileşenleri ve fiziksel özellikleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 280-296. <https://doi.org/10.17100/nevbittek.359408>
- Lee, S.K., & Kader, A.A. (2000). Pre-harvest and post-harvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Post-harvest Biology and Technology*, 20, 207-220. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- Lintas, C., Adorisio, S., Cappelloni, M., & Monastra, E. (1991). Composition and nutritional evaluation of kiwifruit grown in Italy. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 19, 341-344. <https://www.tandfonline.com/loi/tnzc20>
- Lombardi-Baccia, G., Cappelloni, M., & Lintas, C. (1986). Vitamin C content of kiwifruit as affected by maturity stage and length of storage. *Rivista Della Societa Italiana Di Scienze Dell Alimentazione*, 15 (1/2), 45-48.
- McAneney, K.J., Prendergast, P.T., & Astill, M.S. (1991). Irrigation management for optimum kiwifruit size. *Acta Horticulturae*, 297, 269-275.
- Mitchell, F.G. (1988). Kiwifruit maturity. *Perishables Handling Postharvest Technology of Fresh Horticultural Crops*. Coop. Ext. Univ. Cal. Issue No.63:4.
- Pandey, G., Chauhan, J.S., & Verma, H.S. (2004). Effect of altitude on yield and quality attributes of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Planch). *Indian Journal of Horticulture*, 61 (1), 10-12.

- Pailley, O., Habib, R., & Dclecolle, R. (1995). Effect of soil and climate conditions on soluble solids evolution during maturation of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 23, 145-153. <https://doi.org/10.1080/01140671.1995.9513881>
- Pérez-Burillo, S., Oliveras, M.J., Quesada, J., Rufián-Henares, J.A., & Pastoriza, S. (2018). Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit. *Food Research International*, 105, 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.022>
- Poincelot, P.R. (1979). *Horticulture Principles and Practical Application*, 652 p, PrenticeHall, Inc, Englewood Cliffs, 07632, New jersey, USA.
- Sadler, G.O. (1994). Titratable Acidity, Chapter 6 (Ed: Nielsen SS. Introduction to the Chemical Analysis of Foods). Jones and Bartlett Publishers, Borton, USA, 81-91.
- SAS (2005). SAS Online Doc, Version 8. SAS Inst., Cary, NC.
- Samancı, H. (1990). *Kivi (Actinidia) yetiştiriciliği*. TAV Yayınları, No:22, s: 96,112 Yalova.
- Seager, N.G., Warrington, I.J., & Hewett, E.W. (1996). Maturation of kiwifruit grown at different temperatures in controlled environments. *Journal of Horticultural Sciences*, 71, 639-652.
- Snelgar, W.P., Manson, P.J. & Hopkirk, G. (1991). Effect of overhead shading on fruit size and yield potential of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of Horticultural Science*, 66, 261-273. <https://doi.org/10.1080/00221589.1991.11516153>
- Snelgar, W.P., Manson, P.J., & Martin, P.J. (1992). Influence of time of shading on flowering and yield of kiwifruit vines. *Journal of Horticultural Science*, 57, 481-487. <https://doi.org/10.1080/00221589.1992.11516273>
- Snelgar, W.P., Hall, A.J., Ferguson, A.R., & Blattmann, P. (2005). Temperature influences growth and maturation of fruit on 'Hayward' kiwifruit vines. *Functional Plant Biology*, 32, 631-642.
- Şeker, M., Dardeniz, A., Kaynas, K., & Ulas, Z. (2003). Çanakkale yöresinde yetistirilen Hayward ve Tomori kivi çeşitlerinin önemli bitkisel özelliklerinin incelenmesi. *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23-25 Ekim 2003 Ordu, 46-51.
- Tarakçıoğlu, C., Askin, T., & Cangı, R. (2006). Organomineral gübrenin kivi bitkisinin verim ile yapraklarının besin maddesi içerikleri üzerine etkisi. *II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 14-16 Eylül 2006, 267-272 s.
- Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282-288. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.015>
- Thakur, A., & Chandel, J.S. (2004). Effect of thinning on fruit yield, size and quality of kiwifruit cv. Allison. *Acta Horticulturae*, 662, 359-364. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.662.53>
- Vasilakakis, M., Papadopoulou, K., & Papageorgiou, E. (1997). Factors affecting the fruit size of "Hayward" kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 444, 419-424. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.444.65>
- Walton, E.F., & De Jong, T.M. (1990). Growth and compositional changes in kiwifruit berries from three Californian locations. *Annals of Botany*, 66 (3), 285-298. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088027>
- William, P.S., Alistair, J.H., Ferguson, A.R., & Blattmann, P. (2005). Temperature influences growth and maturation of fruit on 'Hayward' kiwifruit vines. *Functional Plant Biology*, 32 (7), 631-642.
- Yıldırım, B., Yeşiloğlu, T., Uysal-Kamiloğlu, M., İncesu, M., Tuzcu, Ö., & Çimen, B. (2011). Pomological characterisation of different kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) cultivars in Adana (Turkey). *African Journal of Agricultural Research*, 6 (6), 1378-1382. <http://www.academicjournals.org/AJAR>
- Yılmaz, B. (2016). Giresun koşullarında yetiştirilen Hayward kivi çeşidinde meyve gelişim sürecinde önemli kalite özelliklerinin değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 53 s.
- Yılmaz, B., & Bostan, S.Z. (2018). Giresun koşullarında yetiştirilen 'Hayward' kivi çeşidinde meyve gelişim sürecinde fiziksel özelliklerin değişimi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 (2), 174-186.

- Zenginbal, H., Özcan, M., & Haznedar, A. (2005). Rize ekolojik şartlarında yetiştirilen kivi çeşitlerinde fenolojik gözlem ve pomolojik analizler üzerine bir araştırma. *Derim*, 22 (1), 1-9.
- Zenginbal, H., & Özcan, M. (2018). Effect of altitude on growth-development and fruit quality attributes of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Planch) cultivation. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 55 (4), 843-851.

## Şanlıurfa peyzaj alanlarında çam ağaçlarında sürgün kurumalarına ve geriye doğru ölümlere neden olan *Alternaria alternata* etmeninin Türkiye'deki ilk kaydı

The first record of *Alternaria alternata* causing shoot drying and dieback in pine trees in Sanliurfa landscape areas in Türkiye

Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR<sup>1</sup>, Murat DİKİLİTAŞ<sup>1</sup>, Berfin KILINÇ<sup>1</sup>, Eray ŞİMŞEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET  |
|--|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 14.11.2023<br/>Accepted / Kabul: 09.01.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Çam<br/><i>Alternaria alternata</i><br/>Yanıklık<br/>Patojenisite<br/>ITS<br/>LSU</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Pine<br/><i>Alternaria alternata</i><br/>Blight<br/>Pathogenicity<br/>ITS<br/>LSU</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR<br/>mguldur@harran.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>Şanlıurfa ili peyzaj alanlarındaki çam ağaçlarında son zamanlarda sürgün yanıklığı ve geriye doğru ölümler şeklinde hastalık belirtileri görülmüştür. Bölgede bu tür hastalık belirtisi gösteren ağaçların sayısı gittikçe artmaktadır. Tipik hastalık belirtisi gösteren ağaçlardan yapılan izolasyonlar sonucunda, PDA (Patates Dekstroz Agar) besi yerinde gelişen fungal izolatların koloni ve sporlarının morfolojik gözlemlere dayalı olarak hastalık etmeninin <i>Alternaria</i> spp.'a ait olduğu belirlenmiştir. Bölge izolatları arasından seçilen temsili izolatlarla yapılan yapay inokulasyon sonucu çam fidanları üzerinde doğal enfekteli çam ağaçlarında görülen belirtilere benzer belirtiler gözlenmiş olup, fungal etmen bu dokulardan yeniden izole edilmiştir. İzole edilen fungal etmenin morfolojik tanısı Internal Transcribed Spacer (ITS) gen bölgesi (<i>ITS1-5.8S rDNA-ITS4</i>) ve large subunit (LSU) gen bölgesi (<i>NL1-NL4</i>) çoğaltılıp dizilenmesi ile moleküler olarak da teyit edilmiştir. Gen bankasına kaydedilen temsili izolatın (ITS için erişim no: OR145842; LSU için erişim no; OR616592) sekans sonucu <i>Alternaria alternata</i> izolatı ile %99.9 oranında benzerlik göstermiştir. Elde edilen morfolojik ve moleküler çalışma sonuçları <i>A. alternata</i>'nın Türkiye'de yetişen çam ağaçlarında sürgün yanıklığı ve geriye doğru ölüm hastalığı etmeni olduğu ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Shoot blight and dieback disease symptoms have been observed in the landscape areas of Sanliurfa province of Türkiye recently. The number of trees showing symptoms of this type of disease is gradually spreading in the region. As a result of the isolations made from the symptomatic trees exhibiting typical disease symptoms, it was determined that the causative agent was <i>Alternaria</i> spp. based on the morphological observations of the fungal colonies and fungal structures developing on PDA (Potato Dextrose Agar) nutrient medium. Following pathogenicity test with using regional representative isolates, symptoms similar to those observed in naturally infected pine trees were observed on artificially inoculated pine saplings and the fungal agent was re-isolated from these tissues. The morphological identification of the fungal agent was confirmed molecularly by amplifying and sequencing the Internal Transcribed Spacer (ITS) gene region (<i>ITS1-5.8S rDNA-ITS4</i>) and large subunit (LSU) gene region (<i>NL1-NL4</i>). The sequence result of the representative isolate (Accession number for ITS: OR145842; accession number for LSU; OR616592) registered in the GenBank showed 99.9% similarity with <i>Alternaria alternata</i> isolate. According to results of the morphological and molecular studies, this is the first report of <i>A. alternata</i> as a causal agent of shoot blight and dieback death disease on pine trees growing in Türkiye.</p> |
| <b>Cite/Atf</b>  | Güldür, M.E., Dikilitaş, M., Kılınç, B., & Şimşek, E. (2024). Şanlıurfa peyzaj alanlarında çam ağaçlarında sürgün kurumalarına ve geriye doğru ölümlere neden olan <i>Alternaria alternata</i> etmeninin Türkiye'deki ilk kaydı. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 212-223. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1390538">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1390538</a>   |

## GİRİŞ

Yaklaşık 80 milyon hektarlık alanı ile Türkiye, ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir (Aktan ve ark., 2017). Bu biyoçeşitlilik içinde ormanlar tür ve kompozisyon bakımından önem taşımaktadır. Ormanlık alanlar, 2015 yılı itibarı ile yapılan araştırmalara göre ülke alanının %28.6'sını oluşturmaktadır (Kahriman ve ark., 2016). Ormanlık alanın %33'lük oranını yapraklı ağaçlar (meşe, kestane, kızılğaç, gürgen, kayın gibi ağaç türleri), %48'ini iğne yapraklı ağaçlar (sedir, ladin, köknar, karaçam, kızılçam, sarıçam gibi ağaç türleri), %19'luk kısmını ise karışık ormanlar oluşturmaktadır (OGM, 2015). Ülkemiz, çam türleri açısından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Ülkemizde 400-2100 m yükseltilerde yer alan ve coğrafi olarak en geniş yayılışa sahip olan çam türü karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'dır. Karaçam yetiştiriciliği özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde oldukça yaygın olup dağlık ve kullanılmayan boş arazilere Orman Genel Müdürlüğü tarafından karaçam tohumu ve fidanı ekilip dikilmektedir. Karaçam, toprak ve bitki örtüsü bakımından seçici olmayıp bulunduğu bölgeye hemen uyum sağlayan bir özelliğe sahiptir. Gövdesinde derin çatlaklar ve boz renginde gövde kabukları vardır. Boyu 40 m'ye ulaşabilen ve 1 m'den fazla en oluşturabilen silindirik şeklinde düzgün bir gövdeye sahiptir. Tepe yapısı, ölçsüz bir biçimde büyümeye eğilimli olsa da yüksek mıntikalarda ve sık bitki örtüsüne sahip ormanlarda dar ve küçüktür. Genç fidanlar çabuk büyür ve her dem yeşil iğne yapraklara sahiptir. Karaçam yumuşak topraklarda kazık kök, sert ve sığ yapıya sahip olan topraklarda ise kalp kök sistemine sahiptir. Nemli, derin, ağır killi, killi-kumlu ve kumlu-killi toprak koşullarında iyi yetişir (Anonymous, 2018a).

Ormancılıkta sürdürülebilirliğin sağlanması yeterli bakım ve koruma ile mümkündür. Oksijen kaynağı bakımından önem teşkil eden ormanlarımızı mevcut hastalık ve zararlılara karşı en iyi biçimde koruyabilmek için ilk etapta onları tehdit eden tehlikeleri çok iyi bilmek ve bu tehlikelere karşı zamanında tedbirler almak gerekmektedir. Ülkemizde karaçam alanlarını tehdit eden birçok hastalık ve zararlı mevcuttur. Zararlılar olarak; çam kese böceği (*Thaumetopoea pityocampa*), sünger örücüsü (*Lymantria dispar*), çam çalı antenli yaprak arısı (*Diprion pini*), çam sürgün bükücüsü (*Rhyacionia buoliana*) ve çam solgunluk nematodu (*Bursaphelenchus xylophilus*) yaygın olarak bulunmaktadır. Zararlılardan sonra orman ağaçlarında en önemli hastalık etmeni funguslardır. Fungus, virüs ve viroid benzeri hastalık kökenine sahip etmenler; orman ağaçlarını zayıflatmak, odun dokularında, ibre, yaprak, tomurcuk, sürgün, meyve ve köklerde zarar yapmak ve öldürmek suretiyle önemli kayıplara yol açarlar. *Armillaria mellea* (bal şapkalı mantarı), çamgillerin en tehlikeli hastalıklarından biridir. *Melampsora pinitorqua* (çam sürgün bükücü pası), bilhassa sarıçamlarda oldukça geniş alanlarda etkilidir. *Lophodermium pinastri* (çam yaprak dökümü mantarı), *Peridermium pini* (çam ibre kabarcık pası) ve *Coleosporium* türleri çam ağacı ölümlerine sebep olmaktadır (Anonymous, 2018b).

Yirmiden daha fazla çam türünü enfekte eden fungal etmen *Diplodia pinea*, ilk olarak Avusturya (*Pinus nigra*) çamlarında ve İskoç (*Pinus sylvestris*) çamlarında görülmüştür (Peterson, 1981). Daha sonra 1900'lü yılların başlarından beri Amerika ve civarındaki alanlarda (rüzgar kesici ağaçlandırmalar ve park alanları) yaygınlık göstermiştir. Güney yarımkürede (Yeni Zelanda, Avustralya ve Güney Afrika) ve Kaliforniya'da *P. radiata* ile geniş ölçüde yapılan ağaçlandırma çalışmalarında bu mantar çok ciddi hastalıklar ve dolayısı ile kayıplar meydana getirmiştir (Peterson, 1981). Ülkemizde ise Kahramanmaraş bölgesinde *P. nigra*, *P. brutia* ve *P. elderica* türlerinde zarar yaptığı Orman Bakanlığı tarafından rapor edilmiştir (Sümer, 2000).

Gürel ve ark. (1993) kavaklarda *Crytodioportha populea*, *Cytospora chrysosperma*; göknarlarda *Cytospora abieti*; çamlarda *Cytospora pinastri*, *Lophodermium pinastri*; okaliptüslerde *Cytospora eucalypti*, *Endothia gyrosa*, *Endothia hawaniensis* türlerini tespit etmişlerdir. *Diplodia sapinea*, ölü sürgünler ve kozalaklar üzerinde kısa sürede piknidyum formuna dönüşerek fungal etmenin hayatta kalmasında önemli rol oynayan inokulum kaynağını oluşturmaktadır (Palmer ve ark., 1988).

Soylu ve ark. (2001) Kahramanmaraş bölgesi ormanlarındaki çam ağaçları üzerinde kurumalara sebep olan hastalık etmenlerinin belirlenmesi yönelik yaptıkları çalışmada, çamlarda sürgün ucu yanıklığı hastalık etmeni *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & Sutton (*Diplodia pinea* (Desm.) Kickx), ve Scleroderris kanseri etmeni *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Marelet (*Scleroderris lagerbergii* Gremmen) ve kahverengi lekeli iğne yanıklığı hastalığı etmeni *Mycosphaerella pini*'yi belirlemişlerdir. Yapılan izolasyonlar sonucunda, fungal etmenlerin kızılçam (*Pinus brutia*) ve İran çamı (*P. elderica*) üzerinde genellikle ayrı ayrı veya birlikte bulunduğu bildirilmiştir.

Türkiye'de *Cedrus libani* üzerinde kök ve sürgünlerde lezyonlara yol açan *Diplodia sapinea* adındaki fungal etmen ilk defa rapor edilmiştir (Oskay ve ark., 2018). Yine Şanlıurfa'da yürütülen bir çalışmada, çamlarda (*Pinus* spp.) sürgün ve iğne yanıklığına neden olan *Neoscytalidium dimidiatum* etmeni Türkiye'de ilk defa rapor edilmiştir (Türkölmez ve ark., 2019). Çin'de bir çam türü olan *Pinus bungeana*'nın iğne yapraklarında yanıklığa neden olan *Alternaria alternata* etmeni ilk defa rapor edilmiştir (Zhang ve ark., 2023). Soylu ve Kurt (2011) Orman fidanlarında solgunluk, kök ve kökboğazı çürüklüklerine neden olan toprak kökenli etmenlerin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarda *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolicola*, *Fusarium* spp.'a ait bir çok fungal hastalık etmeninin varlığını bildirmişlerdir.

Son yıllarda (özellikle son 7 yıl) çam ağaçlarında sıcaklık artışı ve kuraklık ile birlikte artan kurumaların etiyolojisinin sadece abiyotik stres etmenleri olmadığı, patojen faktörünün de önemli rol oynadığı görülmüştür (Türkölmez ve ark., 2019). Kurumalardan büyük pay sahibi olduğu düşünülen patojenin morfolojik ve filogenetik yollarla tanısının yapılması amaçlanmış, daha sonra ilgili patojenin abiyotik stres koşullarına adapte olup olmadığı incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Şanlıurfa'da çam ağaçlarının yetiştirildiği peyzaj alanlarında bulunan bitkilerden alınan örnekler çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Ayrıca çalışmada çeşitli kimyasallar, alet ve cihazlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan örnekler hastalık belirtisi gösteren, kurumakta olan çam ağaçlarının yaprak ve sürgünlerinden alınmıştır.

### Yöntem

#### Fungal izolasyon

Şanlıurfa ili genelinde, park ve peyzaj alanlarında hastalık belirtisi gösteren çam ağaçlarından ibrelili yaprak sürgün ve dal örnekleri toplanmıştır (Bora & Karaca, 1970). Bu örneklerden izolasyon yapmak için öncelikle PDA (Patates Dekstroz Agar) besi ortamı hazırlanmıştır. Bunun için 39 g PDA hassas terazide tartılıp cam şişede 1 L saf suyun içerisine ilave edilip homojen hale gelene kadar ısıtılarak karıştırılmış ve 121°C'de 15 dakika otoklav edilmiştir. Otoklavdan çıkarılan besi ortamına 50 mg L<sup>-1</sup> antibiyotik (streptomisin) eklenip karıştırıldıktan sonra Petri kaplarına eşit miktarlarda dökülmüştür. Yüze sterilizasyonu için çam ağaçlarından alınan bitki örnekleri çeşme suyu ile durulandıktan sonra 2-4 mm'lik küçük parçalara ayrılıp %1'lik NaOCl çözeltisi içerisinde 1 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Daha sonra 3 kez saf suda durulandıktan sonra %70'lik alkole birkaç kez daldırılıp tekrar 3 kez saf suda durulandırılmıştır (Kurt ve ark., 2020). Daha sonra steril kurutma kağıdına alınan bitki parçacıkları kuruduktan sonra her petriye 5 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir (Michaillides ve ark., 1992; Kılınc ve ark., 2022). Petri kaplarının etrafı parafilm ile sarılarak 25°C'deki inkübatörde bekletilmiştir. 7-10 günlük inkübasyon süresi sonunda petri kaplarında gelişen kolonilerin rengi, şekli ve yapısı gibi makroskobik ve pigment varlığı, konidi şekli, rengi, misel varlığı, septa oluşumu gibi mikroskobik özellikleri OLYMPUS BX5 araştırma mikroskobu aracılığıyla gözlemlenip konidi çap ve uzunlukları için 50 adet konidi sayımı yapılmıştır. Çam ağaçlarından yapılan izolasyonlar sonucunda makroskobik ve mikroskobik olarak çok sayıda birbirine benzer izolat elde edilmiş, aralarından bir tane temsili izolat



seçilmiş ve tüm çalışmalar bu izolat üzerinden devam edilmiştir.

### **Fungusların tek spor izolasyonu**

Hastalık etmenine ait tek spordan gelişen koloniler elde etmek için PDA (Patates Dekstroz Agar) ortamında saf olarak gelişen etmeden bir iğne yardımı ile miselleri ve makrokonidileri alınıp steril saf suda karıştırılmış ve seri seyreltmeler sonucu ( $10^4$ ) konidi ve misel barındıran seyreltme suyu petri kaplarına ilave edilip, besi ortamının tüm yüzeyine yayılmıştır (Soylu ve ark., 2023). Kontaminasyonu önlemek için PDA ortamına antibiyotik (streptomisin) ilave edilmiştir. Petri 5-7 gün süre ile  $25^{\circ}\text{C}$ 'de inkübasyon sürecine bırakılmıştır. Seyreltme sonrası tek spordan gelişen miselden steril bistüri ile küçük bir hif parçası alınarak gelişmek üzere PDA içeren başka bir Petri kabına aktarılmıştır. Gelişen saf kültürler patojenisite çalışmaları ve moleküler çalışmalarda kullanılmıştır.

### **Fungus izolatlarının saklanması**

Saf olarak elde edilen *Alternaria* spp. kültürleri, PDA ortamı içeren Petri kaplarındaki Whatman kağıtlarında geliştirilmiştir. Bunun için gelişen fungal etmeden steril bistüri ile küçük bir parça alınarak steril Whatman kağıtlarının üzerine eklenmiş ve gelişmek üzere 7-10 gün boyunca  $25^{\circ}\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda üzeri misellerle kaplanan Whatman kağıdı steril bir pens yardımı ile ortamdan alınıp steril kabindeki Petri kaplarında kurutulmuştur. Kurutulan izolatlar steril kağıt zarflara konularak  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir (Uysal ve ark., 2022).

### **Patojenisite testleri**

Patojenisite testlerinde, kurumakta olan çam ağaçlarının sürgünlerinden alınan örneklerden elde edilen izolatlar kullanılmıştır. Sürgünlerden elde edilen her izolat için ikişer adet sağlıklı çam fidanı kullanılmıştır. Çam fidanlarının yaprakları %70'lik etanol ile dezenfekte edilerek sürgünler bir iğne ile yaralanarak, saf kültürden bu yaralara etmen inokule edilmiştir. Kontrol bitkileri ise suni olarak açılan yaralara steril iğne inokulasyonu ile oluşturulmuştur. Fidanlar,  $24^{\circ}\text{C}$  ve % 80 nem içeren iklim odasında 1 ay inkübe edildikten sonra, doğal koşullara alınmış; bu aşamada, iki ayrı fidanın üç farklı dalındaki sürgünlerine saf olarak izole edilen patojenin  $10^6$  spor  $\text{mL}^{-1}$  konsantrasyonu püskürtülmüştür. Kontrol bitkilerine ise saf su püskürtülmüştür (Kılınç ve ark., 2022). Daha sonra fidanlar, belirtiler açısından değerlendirmenin yapılacağı tarihe kadar doğal koşullarda sulama ve bakım işlemleri yapılarak muhafaza edilmiştir.

### **DNA izolasyonu**

Çalışmada Ahrens ve Seemüller (1992) tarafından geliştirilen DNA izolasyon metodları küçük modifikasyonlar yapılarak hastalıklı çam ağaçlarının sürgün ve ibrelili yapraklarından izole edilen saf fungusların miselleri üzerinden CTAB (Cetyltrimethyl ammonium bromide) Buffer protokolüne göre TNA (Total Nükleik Asit) izolasyonu gerçekleştirilmiştir (Berbee ve ark., 2003; Andrew ve ark., 2009). Bunun için saf olarak geliştirilen miseller Petri kaplarından bir Cork borer ile alınıp bu misel diskleri 2 ml'lik Eppendorf tüplere konulmuştur. Eppendorf tüplerin içine konulan fungus miselleri; üzerine 150  $\mu\text{L}$  DNA ekstraksiyon buffer ilave edilerek steril bir plastik çubuk yardımıyla ezilmiştir. İyice ezilen misellerin üzerine 850  $\mu\text{L}$  daha DNA ekstraksiyon bufferi ilave edilmiştir. Daha sonra misel ekstraktını içeren tüpler 500 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkartılan tüplerin süpernatant kısımlarından (üst faz) 600  $\mu\text{L}$  alınarak steril Eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra bu tüpler sıcak su banyosunda  $65^{\circ}\text{C}$ 'de 30-45 dk inkübe edilmiştir. Sıcak su banyosundan çıkartılan ve fungusa ait DNA solüsyonunu içeren tüplere 600  $\mu\text{L}$  kloroform izoamil alkol (24:1) solüsyonu ilave edilerek 1 dk vortex ile homojenize edilmiş ve daha sonra tüpler 12.000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkartılan Eppendorf tüplerinin süpernatant kısımlarından 500  $\mu\text{L}$  alınarak yeni Eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Eppendorf tüplerine tekrar 500  $\mu\text{L}$  kloroform izoamil alkol eklenerek 1 dk vortex ile karıştırılmış ve tüpler santrifüje yerleştirilerek 12.000 rpm'de 10 dk santrifüj

edilmiştir. Santrifüjden çıkan tüplerden tekrardan süpernatant kısmından 300 µl alınmış ve yeni tüplere ilave edilmiştir. Eppendorf tüplerinin üzerine 300 µl isopropanol alkol ilave edilerek karıştırılmış daha sonra -20 °C'de 1 saat bekletilmiştir. -20 °C'den çıkartılan Eppendorf tüpleri 12.000 rpm'de 15 dk santrifüj edilmiş ve santrifüj işleminden sonra pelet kısımları alınmıştır. Eppendorflara 1000 µl etanol (-20 °C'de %70) eklenerek 15 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Eppendorf tüplerindeki peletler daha sonra kurutma kağıdının üzerinde ters çevirilerek kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrasında 50 µl steril saf su veya TE tamponu tüplere ilave edilmiştir. Elde edilen DNA örnekleri +4°C'de 24 saat bekletilmeye bırakılmıştır (daha sonraki kullanım için -20°C'de muhafaza edilmiştir).

### **Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)**

Fungal izolatlar *ITS* (internal transcribed spacer) primerleri (*ITS1*: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3' ve *ITS4*: 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White ve ark., 1990) ve *LSU* (large subunit) primerleri (*NL1*: 5'-ACCGCTGAACTTAAGC-3' ve *NL4*: 5'-TCCTGAGGGAACTTCG-3') (Vilgalys & Hester, 1990; Rehner & Samuels, 1994) kullanılarak PCR yöntemi ile tanılanmıştır. PCR işlemi Çizelge 1'de belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir. Her iki gen bölgesi de aynı PCR koşullarına tabi tutulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan *ITS1-ITS4* ve *NL1-NL4* primerlerinin PCR koşulları

Table 1. PCR conditions of the *ITS1-ITS4* and *NL1-NL4* primers used in the study

| PCR Aşamaları     | Sıcaklık | Süre (dakika) | Döngü Sayısı |
|-------------------|----------|---------------|--------------|
| İlk denatürasyon  | 95°C     | 3             | 1            |
| Denatürasyon      | 95°C     | 1             | 35           |
| Primer bağlanması | 55°C     | 2             | 35           |
| Uzama             | 72°C     | 3             | 35           |
| Son uzama         | 72°C     | 10            | 1            |

PCR sonucunda çoğalan DNA'lar %1' lik agaroz jel aracılığı ile UV ışık altında kontrol edilmiştir.

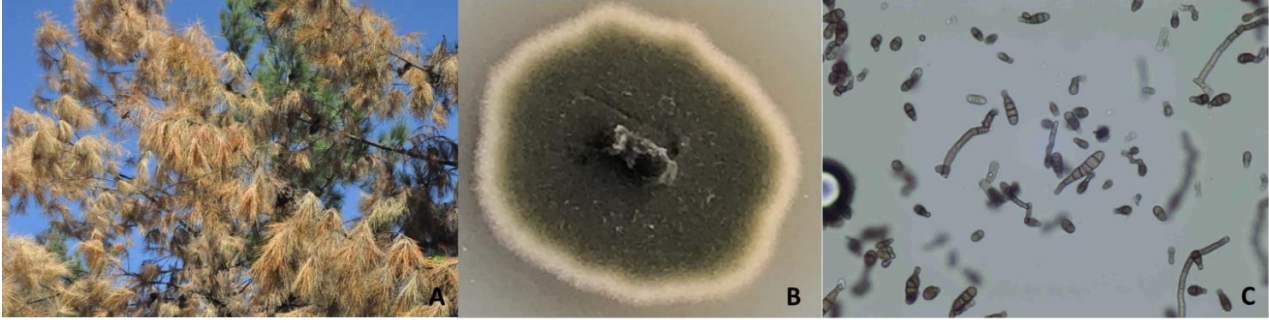
### **Agaroz jel elektroforezi**

Agaroz jel elektroforezi için %1'lik agaroz, 1X TAE (40 mM Tris, 20 mM glacial asetik asit, 1 mM EDTA) solüsyonunda, mikrodalgada ısıtılarak çözdürülmüştür. Agaroz jel içine DNA'nın UV ışık altında görülebilmesi için 60 µl (1 mM stok) etidium bromide eklenmiştir. Jel soğuduktan sonra, solüsyon jel tankına dökülmüş, taraklar yerleştirilmiştir. Jel polimerize olduktan sonra taraklar çıkarılıp 1xTAE buffer içeren elektroforez tankına alınmış, DNA marker'leri ve örnekler yüklendikten sonra 80 voltta 80 dakika boyunca elektroforez işlemi yapılmıştır. Elektroforez süreci bittikten sonra elde edilen jel, UV Transilluminator (Daihan) cihazı ile görüntülenmiş ve çoğaltılan bant boyutları tespit edilmiştir (Galitelli & Minafra, 1994).

## **BULGULAR ve TARTIŞMA**

### **Fungus izolatlarının morfolojik karakterizasyonu**

Bu çalışmanın amacı, Şanlıurfa'daki çam ağaçlarında kurumalara neden olan fungal patojenlerin belirlenmesidir. Yapılan arazi gözlemleri sonucu çam ağaçlarında yaprak ve sürgünlerde kuruma, dal kurumaları, dallarda yanıklık ve geriye doğru ölüm şeklindeki belirtiler gözlenmiştir (Şekil 1 ve Şekil 3A).



Şekil 1. Arazide çam ağaçlarında gözlemlenen genel kurumalar (A), izole edilen *Alternaria alternata* etmeninin Petri kabındaki misel kolonisi (B) ve etmenin mikroskoptaki görüntüsü (C)

Figure 1. General drying observed on pine trees in the field (A), mycelial colony of isolated *Alternaria alternata* in Petri dish (B) and microscope image of the isolated agent (C)

Çam ağaçlarının hastalık belirtisinin görüldüğü sürgün ve dallarından hastalığa neden olan *Alternaria alternata* türü izole edilmiştir. Geniş konukçu dizisine sahip olan *Alternaria* spp. fungusu çok sayıda saprofitik ve patojenik türden oluşmaktadır. Yapılan izolasyon sonucunda Petri ortamında fungal etmenin misel görüntüsü siyahımsı koyu yeşile çalan bir görüntü sergilemiştir (Şekil 1B). Uzun konidiosporlara sahip zincirli bölmeli ve ters armut görünümünde konidial yapılar oluşturmuştur (Şekil 1C). Miselyal yapıların görüntü ve gelişimleri, Zhang ve ark. (2023)'ün Bungeana çamı (*Pinus bungeana*)'nda rapor ettikleri *Alternaria alternata* etmeni ile uyum halinde olup etmen morfolojik olarak benzer gelişimler göstermiştir. *A. alternata*'nın hifleri kalın ve pamuksu bir yapıda olup miseller ilk başta renksizken daha sonra soluk kahverengi ve siyaha dönmüştür. Konidioforlar tek tek ayrılıp soluk kahverengi olarak gözlemlenmiştir. 50 adet konidi ölçümü sonucunda, konidilerin ortalama boy uzunluğu 88.65 µm, çap uzunluğu ise 27.10 µm olarak ölçülmüştür. Fungus, konidial ve miselyal anamorflarının teşhis kriterlerine göre *Alternaria alternata* olarak tanılanmıştır. Survey çalışmaları, izole edilen ve birbirlerine benzer izolatların morfolojik yapısının *A. alternata* ile uyumlu olduğunu göstermiştir. Koch postulatları, doğal şartlarda hastalık belirtileri gösteren çam ağaçlarından elde edilen *Alternaria* sp.'nin sağlıklı çam fidanlarında da benzer belirtilere yol açıp açmadığını saptamak amacıyla çalışmada etkili bir şekilde kullanılmıştır.

### Moleküler karakterizasyon

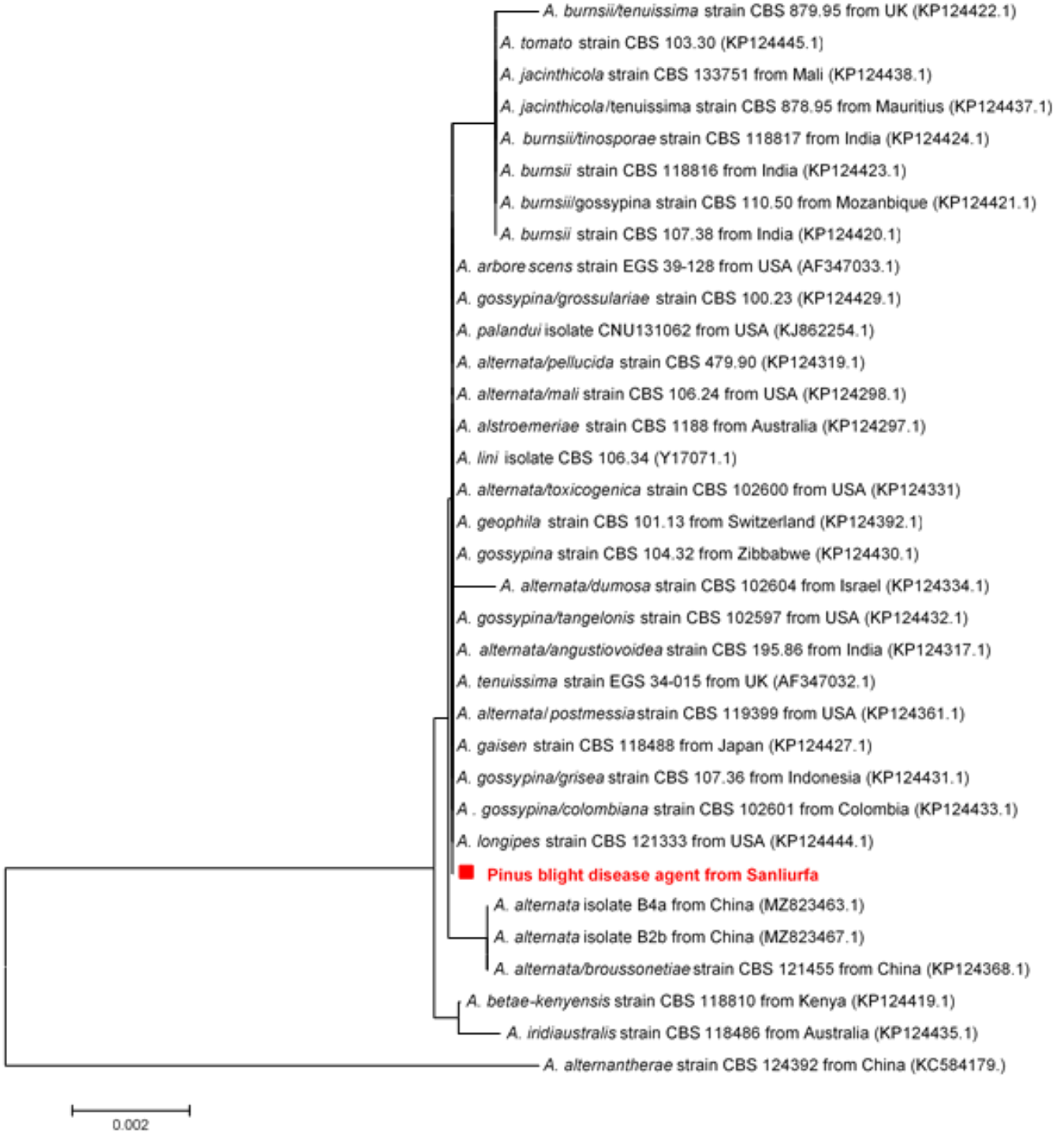
PCR çalışmalarında, *ITS* gen bölgesi için 600 bp, *LSU* gen bölgesi için 700 bp civarında bantlar gözlemlenmiştir. Moleküler analizler sonucu izolatların *Alternaria alternata* olduğu belirlenmiştir. Çam peyzaj alanlarından izole edilen *A. alternata* etmenlerinin izolatları, çift yönlü DNA sekansı için MEDSANTEK firmasına gönderilmiş ve bu izolatların hepsi BLAST analiziyle *A. alternata* etmenine %99.9 benzer bulunmuştur. Bu nedenle bu izolatlardan temsili olarak OR145842 (*ITS*) ve OR616592 (*LSU*) erişim numaralı bir izolat seçilmiş ve geri kalan çalışmalar bu izolat ile yürütülmüştür. *ITS* ve *LSU* gen bölgesi primerleri ile amplifiye edilen PCR ürünleri sekans analizi sonrası, forward ve reverse dizileri Bioedit programı (Hall, 1999) vasıtası ile birleştirilerek tek dizi haline getirilmiştir. Gerekli bazı düzenlemeler sonucunda dizilerin BLAST analizi yapılmış, daha sonra NCBI (National Center for Biotechnology Information) gen bankasındaki diğer izolatlar ile karşılaştırılması yapılmış ve izolat bilgileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. NCBI’da kayıtlı olan 35 *Alternaria* türünün ITS gen bölgesine ait bilgileriTable 2. ITS gene region information of 35 *Alternaria* species registered in NCBI

| İzolat kodu               | Tür ismi                          | Konukçu                                | Ülke           | Erişim numarası |
|---------------------------|-----------------------------------|--|----------------|-----------------|
| <b>CBS 879.95</b>         | <i>Alternaria burnsii</i>         | <i>Sorghum</i> sp.                     | United Kingdom | KP124422        |
| <b>CBS 103.30</b>         | <i>A. tomato</i>                  | <i>Solanum lycopersicum</i>            | Netherlands    | KP124445        |
| <b>CBS 133751</b>         | <i>A. jacinthicola</i>            | <i>Eichhornia crassipes</i>            | Mali           | KP124438        |
| <b>CBS 878.95</b>         | <i>A. jacinthicola/tenuissima</i> | <i>Arachis hypogaea</i>                | Netherlands    | KP124437        |
| <b>CBS 118817</b>         | <i>A. burnsii/tinosporae</i>      | <i>Tinospora cordifolia</i>            | India          | KP124424        |
| <b>CBS 118816</b>         | <i>A. burnsii</i>                 | <i>Rhizophora mucronata</i>            | India          | KP124423        |
| <b>CBS 110.50</b>         | <i>A. burnsii/gossypina</i>       | <i>Gossypium</i> sp.                   | Mozambique     | KP124421        |
| <b>CBS 107.38</b>         | <i>A. burnsii</i>                 | <i>Cuminum cyminum</i>                 | India          | KP124420        |
| <b>EGS 39-128</b>         | <i>A. arborescens</i>             | <i>Pistachio</i>                       | USA            | AF347033        |
| <b>CBS 100.23</b>         | <i>A. gossypina</i>               | <i>Malus domestica</i>                 | Netherlands    | KP124429        |
| <b>CNU131062</b>          | <i>A. palandui</i>                | <i>Cucurbita maxima</i>                | Korea          | KJ862254        |
| <b>CBS 479.90</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Citrus unshiu</i>                   | Japan          | KP124319        |
| <b>CBS 106.24</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Malus sylvestris</i>                | USA            | KP124298        |
| <b>CBS 118809</b>         | <i>A. alstroemeriae</i>           | <i>Alstroemeria</i> sp.                | Australia      | KP124297        |
| <b>CBS 106.34</b>         | <i>A. lini</i>                    | <i>linseed</i>                         | Ireland        | Y17071          |
| <b>CBS 102600</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Citrus reticulata</i>               | USA            | KP124331        |
| <b>CBS 101.13</b>         | <i>A. geophila</i>                | ...                                    | Switzerland    | KP124392        |
| <b>CBS 104.32</b>         | <i>A. gossypina</i>               | <i>Gossypium</i> sp.                   | Zimbabwe       | KP124430        |
| <b>CBS 102604</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Citrus x tangelo</i> 'Minneola'     | Israel         | KP124334.       |
| <b>CBS 102597</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Citrus x tangelo</i> 'Minneola'     | USA            | KP124432        |
| <b>CBS 195.86</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Euphorbia esula</i>                 | Canada         | KP124317        |
| <b>EGS 34-015</b>         | <i>A. tenuissima</i>              | <i>pistachio</i>                       | USA            | AF347032        |
| <b>CBS 119399</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Citrus x tangelo</i> 'Minneola'     | USA            | KP124361        |
| <b>CBS 118488</b>         | <i>A. gaisen</i>                  | <i>Pyrus pyrifolia</i>                 | Japan          | KP124427        |
| <b>CBS 107.36</b>         | <i>A. gossypina</i>               | ...                                    | Indonesia      | KP124431        |
| <b>CBS 102601</b>         | <i>A. gossypina</i>               | <i>Citrus x tangelo</i> 'Minneola'     | Colombia       | KP124433        |
| <b>CBS 121333</b>         | <i>Alternaria longipes</i>        | <i>Nicotiana tabacum</i>               | USA            | KP124444        |
| <b>Pinus-Blight63ITS*</b> | <i>A. alternata*</i>              | <i>Pinus</i> sp.*                      | Turkey*        | OR145842*       |
| <b>B4a</b>                | <i>A. alternata</i>               | ...                                    | China          | MZ823463        |
| <b>B2b</b>                | <i>A. alternata</i>               | ...                                    | China          | MZ823467        |
| <b>CBS 121455</b>         | <i>A. alternata</i>               | <i>Broussonetia papyrifera</i>         | China          | KP124368        |
| <b>CBS 118810</b>         | <i>Alternaria betae-kenyensis</i> | <i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i> | Kenya          | KP124419        |
| <b>CBS 118486</b>         | <i>A. iridiaustralis</i>          | <i>Iris</i> sp.                        | Australia      | KP124435        |
| <b>CBS 124392</b>         | <i>Alternaria alternantherae</i>  | <i>Solanum melongena</i>               | China          | KC584179        |

\*Mevcut çalışmada tespit edilen türün ITS gen bölgesine ait izolat bilgileri.

Çizelge 2’de bulunan ve ITS gen bölgesi erişim numaraları aracılığıyla elde edilen diziler ile MEGA XI (MEGA\_11.0.13) yazılım paketi kullanılarak filogenik ağaç oluşturulmuş ve dünyadaki *Alternaria alternata* türleri ile olan benzerlikler ve farklılıklar analiz edilmiştir (Kumar & ark., 2016). Filogenetik analizler için kullanılan izolatlar ile bu çalışmada tanısı yapılan OR145842 izolatının bir araya gelmesinden elde edilen dendogram Şekil 2’de verilmiştir. Dış grup olarak *Alternaria alternantherae* türü seçilmiştir.



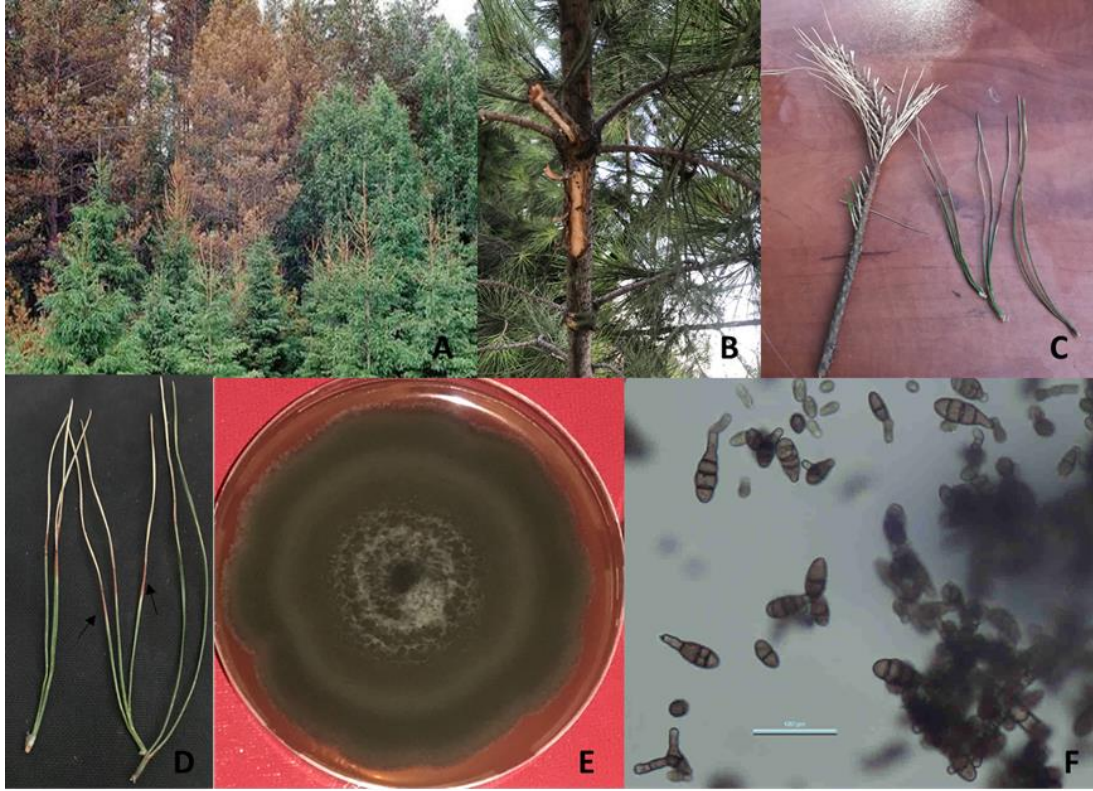
Şekil 2. Neighbour-joining methodu kullanılarak çam ağaçlarından elde edilen *Alternaria alternata* etmeninin (kırmızı işaretli izolat= OR145842) ITS gen bölgesine ait filogenetik analizi (MEGA XI programı kullanılarak yapılmıştır)

Figure 2. Phylogenetic analysis of the ITS gene region of the *Alternaria alternata* agent (red marked isolate= OR145842) obtained from pine trees using the neighbour-joining method (performed using the MEGA XI program)



### Patojenisite testi ve reizolasyon

Patojenisite testi yapıldıktan 20 gün sonra inokulasyon yerlerinde kahverengi lezyonlar ve sürgün kurumaları meydana gelmiştir. Gözlemlenen belirtiler, arazide görülen belirtilere benzer yapılarda olup, kontrol bitkisinde herhangi bir belirti oluşmamıştır. Patojenisite sonucu gövdelerde görülen ilk belirtiler ve bu noktalardan elde edilen hastalık etmeni Şekil 3'te gösterilmiştir. Sera koşullarında 2 yaşındaki çam ağacı sürgünlerine sprey edilen  $10^6$  spor  $\text{mL}^{-1}$  yoğunluğundaki spor solüsyonu ile yapılan patojenisite çalışması sonucunda sürgün ve ibre yapraklarda kurumalar meydana gelmiştir.



Şekil 3. Arazideki çam ağaçlarında görülen geriye doğru ölüm (A); kabuk altı gövde nekrozu (B); patojenisite sonucu sürgünde görülen kuruma (C) ve ibreli yapraklarda geriye doğru kurumalar (C-D); reizolasyon sonucu *Alternaria alternata* etmenine ait Petri kabı görüntüsü (E) ve mikroskop görüntüsü (resim üzerinde  $100\mu\text{m}$ 'lik bar çubuğu verilmiştir) (F)

Figure 3. Dieback observed in pine trees in the field (A); stem necrosis under the bark (B); drying of shoots as a result of pathogenicity (C); and retrograde drying of coniferous leaves (C-D); Petri (E) and microscope image of *Alternaria alternata* as a result of re-isolation ( $100\mu\text{m}$  bar on the photo) (F)

İspanya'da *Pinus halepensis* üzerinde izole edilen ve geriye doğru ölüme neden olan fungal patojenler arasında en yaygın bulunan tür *Alternaria alternata* etmeni olup bunu *Leptostroma pinastri*, *Aspergillus niger*, *Diplodia pinea* ve *Phomopsis* sp. izlemiştir (Botella ve ark., 2010). Bir diğer çalışmada Meksika'da *Pinus patula* ağaçlarını hastalandıran etmenlerin tanımı yapılmış ve patojen olan etmenlerden bir tanesinin *A. alternata* oduğu tespit edilmiştir (Gutierrez-Flores ve ark., 2020). Çin'de *Pinus bungeana*'da iğne yanıklığına yol açan *A. alternata* türü rapor edilmiştir (Zhang ve ark., 2023). Yine mevcut çalışmada çam ağaçlarında yaprak ve sürgün kurumalarına yol açan *A. alternata* türü tespit edilmiştir.



Mevcut çalışmada yapılan gözlemlerde, *A. alternata* hastalık etmeninin hangi şekilde bitkiye temas ederse etsin sürgün ve nihayetinde ağaç kurumalarına yol açtığı gözlemlenmiştir. Fungal etmenin yara yerlerinde kolonize olduğu ve hastalığın seyrinde bu yaraların önemli rol oynadığı da görülmüştür. Bu nedenle ağaç budanmaları sırasında oluşan mekanik zararların hastalığın yayılmasında etkili olacağı öngörülmüştür. Yaralanmalara abiyotik stres faktörleri (dolu, don, kuraklık, sıcaklıktan dolayı gövde çatlama ve yıldırım düşmesi, vb.) yanında vektörel böceklerin penetrasyon kabiliyetine sahip olduğu da düşünülürse bu tip fungal etmenlerin daha hızlı ve etkili enfeksiyon yapabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu etmenler ve faktörler ile mücadele edilmesi hastalığın kontrolünde etkin rol oynayacaktır.

*Alternaria alternata*'nın veya Botryosphaeriaceae familyasına ait olan patojenlerin de benzer etkiler oluşturduğu göz önüne alınırsa fakültatif ve saprofit patojenlerin ciddi ekonomik kayıplara yol açabileceği ve ormanlar gibi doğal varlıklarımızı tehlike altında bırakacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Şanlıurfa il genelinde parklarda ve peyzaj alanlarında son zamanlarda kurumalara yol açan hastalık etmeni izole edilmiştir. Morfolojik ve moleküler karakterizasyonlar sonucu kurumalara neden olan etmenin *Alternaria alternata* olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür araştırmasında, bu hastalık etmeninin Türkiye' de çam ağaçlarında daha önce herhangi bir kaydı bulunmamakla birlikte, etmenin bölgede ve Türkiye'de çam ağaçlarında hastalık etmeni olduğu ilk defa bu çalışma ile tespit edilmiştir. Çam ağaçlarının kurumasıyla ilgili olarak bölgede yürütülmüş herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu hastalık etmeninin daha önce Çin'de yetişen çamlarda görüldüğü bildirilmiştir (Wang & Guo, 2007; Zhang ve ark., 2023). Mevcut çalışma ile ağaçların kurumasına neden olan biyotik etmenin araştırılması, belirlenmesi ve hastalıkla mücadele olanaklarının geliştirilmesinde önemli bir adım atılmıştır. Çam ağaçlarında sorun teşkil eden bu hastalık etmeninin hastalık şiddeti ve hastalık indekslerinin belirlenmesi hakkında nasıl bir mücadele metoduna başvurulması gerektiği hakkında ilk aşama tamamlanmıştır. Bitkinin savunma mekanizmasının özellikle biyokimyasal tepkilerinin belirlenmesi hem çevre sağlığı hem de dayanıklı türlerin geliştirilmesi için önemli bir kriter olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar çalışmadaki katkılarından dolayı Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP)'ne (Proje no: 18428) teşekkür ederler.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Çalışma, birinci ve üçüncü yazar tarafından yürütülmüş, üçüncü yazar makaleyi yazmış, dördüncü yazar moleküler çalışmalarda yardımcı olmuş, ikinci yazar makaleyi okumuş ve gerekli düzeltmelerde bulunmuştur.

## ETİK ONAY BEYANI

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

## KAYNAKLAR

- Ahrens, U., & Seemüller, E. (1992). Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma-like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16 S rRNA gene. *Phytopathology*, 82 (8), 828-832.
- Aktan, M., Çimen, N., & Özçelik, Y. (2017). Madencilik amaçlı orman izinlerinin Türkiye ve dünyadaki mevzuat uygulamalarının karşılaştırılması. 25. *Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi*, 11-14, Antalya, Türkiye.

- Anonymous (2018a). <https://www.camagaci.gen.tr/karacam.html>
- Anonymous (2018b). <https://ormuh.org.tr/uploads/docs/Orman%20zararilari%20ve%20mucadelesi.pdf>
- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). *Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi*. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, 167, 8.
- Botella, L., Santamaría, O., & Diez, J.J. (2010). Fungi associated with the decline of *Pinus halepensis* in Spain. *Fungal Diversity*, 40, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s13225-010-0025-5>
- Gallitelli, D., & Minafra, A., (1994). Electroforesis. Course on Plant Virus Diagnosis, 89-99 p., Adana-Türkiye.
- Gutierrez-Flores, L.M., Mauricio-Gutierrez, A., Carcano-Montiel, M.G., Portillo-Manzano, E., Gomez-Velazquez, L., Sanchez-Alonso, P., & Lopez-Reyes, L. (2020). Fungi associated with sick trees of *Pinus patula* in Tetela de Ocampo, Puebla, Mexico. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 53 (13-14), 591-611. <https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1778241>
- Gürel, M., Kocatürk, S., & Maden, S. (1993). Önemli Orman Ağaçlarında Görülen Gövde ve Dal Kanseri. I. Ormancılık Şurası, 1-5 Kasım 1993, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Ankara, 3 (13), 73-179.
- Hall, T.A. (1999). BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95-8.
- Kahriman, A., Kumaş, G., Yılmaz, S., Sönmez, T., Yavuz, M., Şahin, A., & Uzun, M. (2016). Antalya ve Mersin Yöresi saf Kızılcım meşcerelerinde hasılat araştırmaları. 1120808 Nolu Proje Raporu.
- Kılınç, B., Güldür, M.E., & Dikilitaş, M. (2022). Şanlıurfa ilinde Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında *Neoscytalidium novaehollandiae*'nin bulaşıklık oranının belirlenmesi, morfolojik ve genetik karakterizasyonu. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 25-39. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1028027>
- Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K. (2016). MEGAX: Molecular evolutionary genetics analysis version 10.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33 (7), 1870-1874.
- Kurt, Ş., & Soylu S. (2011). Orman fidanlarında solgunluk, kök ve kökboğazı çürüklüklerine neden olan toprak kökenli etmenlerin belirlenmesi. *Türkiye 1. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, 23-25 Aralık 2010, Antalya, 287-288.
- Kurt, Ş., Soylu, S., Uysal, A., Soylu, E.M., & Kara, M. (2020). Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 46-56. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.686111>
- Michailides, T.J., & Morgan, D.P. (1992). Control of Alternaria Late Blight of Pistachio by Skipping One "Critical" Irrigation and by Applying Organic Fungicides. California Pistachio Industry Annual Report, Crop Year 1992-1993, 80-92.
- Orman Genel Müdürlüğü. (2015). Türkiye Orman Varlığı. [www.ogm.gov.tr](http://www.ogm.gov.tr)
- Oskay, F., Lehtijarvi, A., Dogmus-Lehtijarvi, H.T., & Woodward, S. (2018). First report of *Diplodia sapinea* on *Cedrus libani* in Turkey. *New Disease Reports*, 38 (1), 13. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2018.038.013>
- Palmer, M.A., Mc Roberts, R.E., & Nicholls, T.H. (1988). Sources of inoculum of *Sphaeropsis sapinea* in forest tree nurseries. *Phytopathology*, 78, 831-835.
- Peterson, G.W. (1981). *Diplodia* Blight of Pines, Forest Insect and Disease Leaf let 161, U.S. Agriculture Forest Service. [www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/fidls/diplodia/diplodiafidl.htm](http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/fidls/diplodia/diplodiafidl.htm)
- Rehner, S.A., & Samuels, G.J. (1994). Taxonomy and phylogeny of *Gliocladium* analysed from nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Mycological Research*, 98 (6), 625-634.
- Soylu, S., Kurt, Ş., & Soylu, E.M. (2001). Kahramanmaraş bölgesi ormanlarındaki çam ağaçları üzerinde sorun olan önemli fungal hastalıkların belirlenmesi. *Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi*, 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ, 385-391.

- Soylu, S., Atay, M., Kara, M., Uysal, A., Soyly, E.M., & Kurt, Ş. (2023). Morphological and molecular characterization of *Fusarium incarnatum* as a causal disease agent of pepper (*Capsicum annuum*) fruit rot. *Journal of Phytopathology*, 171, 688-699. <https://doi.org/10.1111/jph.13228>.
- Sümer, S. (2000). Orman Bakanlığı Makamına Kahramanmaraş Yöresi İçin Hazırlanan Rapor. İstanbul.
- Türkölmez, Ş., Derviş, S., Çiftçi, O., & Dikilitas, M. (2019). First report of *Neoscytalidium dimidiatum* causing shoot and needle blight of pines (*Pinus* spp.) in Turkey. *Plant Disease*, 103 (11), 2960-2961. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-0964-PDN>
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soyly, S., Kara, M., & Soyly, E.M. (2022) Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 340-351. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1095692>
- Vente, J., Verduyn, R., Verstraeten, G., Vanmaercke, M., & Poesen, J. (2011). Factors controlling sediment yield at the catchment scale in NW Mediterranean geoecosystems. *Journal of Soils and Sediments*, 11, 690-707. <https://10.1007/s11368-011-0346-3 launch>
- Vilgalys, R., & Hester, M. (1990). Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology*, 172, 4238-4246. <https://doi.org/10.1128/jb.172.8.4238-4246.1990>
- Wang, Y., & Guo, L.D. (2007). A comparative study of endophytic fungi in needles, bark, and xylem of *Pinus tabulaeformis*. *Canadian Journal of Botany*, 85, 911-917. <https://doi.org/10.1139/B07-084>
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, pp. 315-322. Academic Press: San Diego, U.S.A.
- Zhang, M-J., Zheng, X-R., Li, H., & Chen, F-M. (2023) *Alternaria alternata*, the causal agent of a new needle blight disease on *pinus bungeana*. *Journal of Fungi*, 9 (1), 71. <https://doi.org/10.3390/jof9010071>

## 'Sultan' alıç çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyve kalite özelliklerine etkileri

The effects of altitude and growing season on fruit quality properties in 'Sultan' hawthorn cultivar

Derya KILIÇ<sup>1</sup>, Oğuzhan ÇALIŞKAN<sup>1</sup>, Safder BAYAZIT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 31.10.2023<br/>Accepted / Kabul: 10.01.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/><i>Crataegus</i><br/>Rakım<br/>Meyve özellikleri<br/>Hasat tarihi</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Crataegus</i><br/>Altitude<br/>Fruit properties<br/>Harvest date</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Oğuzhan ÇALIŞKAN<br/>ocaliskan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>   | <p>Bu çalışma, 'Sultan' alıç çeşidinde iki farklı yükselti (117 m/Antakya ve 812 m/Belen) ve üç yetiştirme sezonunun (2020, 2021 ve 2022 yılları) bazı fenolojik dönemlere ve meyve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada fenolojik özelliklerden ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu ve hasat tarihi belirlenmiştir. Meyve kalite özelliklerinden meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), çekirdek sayısı (adet meyve<sup>-1</sup>), çekirdek ağırlığı (g adet<sup>-1</sup>), yenilebilir meyve oranı (%), suda çözünebilir kuru madde içeriği (SÇKM %), pH ve titre edilebilir asit içeriği (TEA %) değerlendirilmiştir. Ayrıca, meyve kabuk ve et rengi ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 'Sultan' çeşidinin çiçeklenme dönemleri, hasat tarihi ve meyvenin fiziksel özelliklerinin yükselti ve yetiştirme sezonu tarafından etkilendiği belirlenmiştir. 'Sultan' alıç çeşidinin 117 m yükseltideki ortalama tam çiçeklenmesi ve hasat tarihi 812 m'ye göre sırasıyla ortalama 15 gün ve 22 gün daha erken gerçekleşmiştir. Ancak, 'Sultan' çeşidinin 812 m rakımdaki ortalama meyve ağırlığının 117 m rakıma göre %28.74 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, 'Sultan' alıç çeşidinde özellikle meyve iriliği bakımından 812 m ve erkencilik bakımından 117 m yükseltide yetiştiriciliğinin ön plana çıktığı söylenebilir.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>This study was carried out to determine the effects of two different altitudes (117 m/Antakya and 812 m/Belen) and three growing seasons (2020, 2021, and 2022 years) on some phenological periods and fruit quality characteristics of the 'Sultan' hawthorn cultivar. In the study, phenological stages such as first flowering, full flowering, end of flowering, and harvest date were observed. Fruit weight (g), fruit width (mm), fruit length (mm), number of seeds per fruit (pcs fruit<sup>-1</sup>), seed weight (g pcs<sup>-1</sup>), edible fruit ratio (%), total soluble solids (TSS %), pH and titratable acidity (%) were investigated. In addition, fruit skin and flesh colors were measured. According to the results, the flowering periods, harvest date and physical properties of the fruit were affected by the altitude and growing season in the 'Sultan' cultivar. The full flowering and harvest date of the 'Sultan' hawthorn cultivar grown at 117 m were 15 days and 22 days earlier, respectively, compared to 812 m. However, the average fruit weight of the cultivar was 28.74% higher at 812 m compared to 117 m. As a result, favorable results were obtained from the cultivation of the 'Sultan' hawthorn cultivar, especially at an altitude of 812 m for fruit size and 117 m for earliness.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>   | Kılıç, D., Çalışkan, O., & Bayazıt, S. (2024). 'Sultan' alıç çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyve kalite özelliklerine etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 224-233. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1383824">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1383824</a>  |

## GİRİŞ

Gülgiller (*Rosaceae*) familyasından *Crataegus* cinsini oluşturan bitkiler alıç olarak adlandırılmaktadır. Alıç, iri meyveli ve mayhoş tada sahip olmasıyla 'ekşi erik' olarak da isimlendirilmektedir (Çalışkan ve ark., 2022). Dünya'da ve ülkemizde en fazla yayılış gösteren alıç türü *C. monogyna* olup, bu tür Türkiye'nin her bölgesinde yayılış göstermektedir. Şimdiye kadar, Anadolu'da 30'dan fazla alıç türünün varlığı tespit edilmiştir (Dönmez ve Özderin, 2019).

Alıcın meyve, yaprak ve çiçekleri flavonoidler, vitaminler, saponin, organik asitler, fenolik bileşikler ve eterik yağlar gibi antioksidan özellikteki bileşiklerce oldukça zengindir ve bu bileşiklerin insan sağlığına faydalı olduğu belirtilmektedir (Çalışkan ve ark., 2012; Dursun ve ark., 2021; Türkmen ve ark., 2023). Alıç meyveleri yaygın olarak taze tüketilmekle birlikte, marmelat, reçel ve sirke yapımında da kullanılmaktadır. Çiçek ve yaprakları tıbbi bitki olarak (Çalışkan ve ark., 2016), gösterişli çiçeklere sahip *C. laevigata* türü ise süs bitkisi olarak kullanılmaktadır (Çalışkan ve ark., 2022).

Alıç ülkemizde yaygın olarak doğadan toplanarak değerlendirilmekle birlikte, son yıllarda iri meyveli (>15 g) ve mayhoş meyve tadına sahip 'Sultan' alıç çeşidinin (Çalışkan ve ark., 2018) tüketiciler tarafından talep görmesiyle bu çeşidin orijini olan Hatay'ın Belen ilçesi dışında Adana, Mersin, Kahramanmaraş ve Osmaniye gibi illerde kapama meyve bahçesi sayısının arttığı bilinmektedir (Bayazıt ve ark., 2018).

Çalışkan ve ark. (2016), ılıman iklim meyvesi olan alıcın Akdeniz Bölgesinde de yetiştiriciliğinin yapılabildiğini, ancak bu türün farklı yükseltilerdeki meyve kalite özelliklerinin değişebileceğini belirtmişlerdir. Nitekim ceviz (Bayazıt ve ark., 2020), çilek (Gündüz & Özbay, 2018), kayısı (Naryal ve ark., 2020) ve nar (Yaman ve ark., 2015) gibi meyve türlerinde yükseltinin meyvenin olgunlaşma zamanı, meyve rengi ve meyve iriliğinde farklılıklar oluşturduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Aslantaş ve Karakurt (2007), meyve türlerinde yükseltiye bağlı olarak meyvenin hasat tarihi, meyve iriliği, meyve şekli, meyve rengi ve aromasında farklılıklar oluşmasında yetiştiricilik yapılan bölgenin sıcaklık, ışıklandırma ve yağış gibi ekolojik koşulların etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle, çeşidin hasat sezonunun düzenlenmesi yanında başarılı bir yetiştiricilik için farklı yükseltilerdeki meyve kalitesindeki değişimlerin belirlenmesi önemli görülmektedir. Luo ve ark. (2014), Fuji elma çeşidinde yükseltinin artmasıyla birlikte yapraktaki fotosentez oranı ve yaprak su kullanım etkinliği yanında meyve eti sertliğinin, şeker-asit oranının ve meyve renk özelliklerinin daha yüksek değerlere sahip olduğunu ve daha iyi meyve tadı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Cantin ve Gracia (2021) elma yetiştiriciliğinde yükseltinin çeşide bağlı olarak meyvenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyerek tüketici tercihlerini değiştirebildiğini ve bu nedenle yetiştirme yeri faktörünün yetiştiricilikte göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, 'Sultan' alıç çeşidinde iki farklı yükselti ve üç yetiştirme sezonunun bazı fenolojik dönemlere ve meyve kalite özelliklerine etkisini belirlemektir.

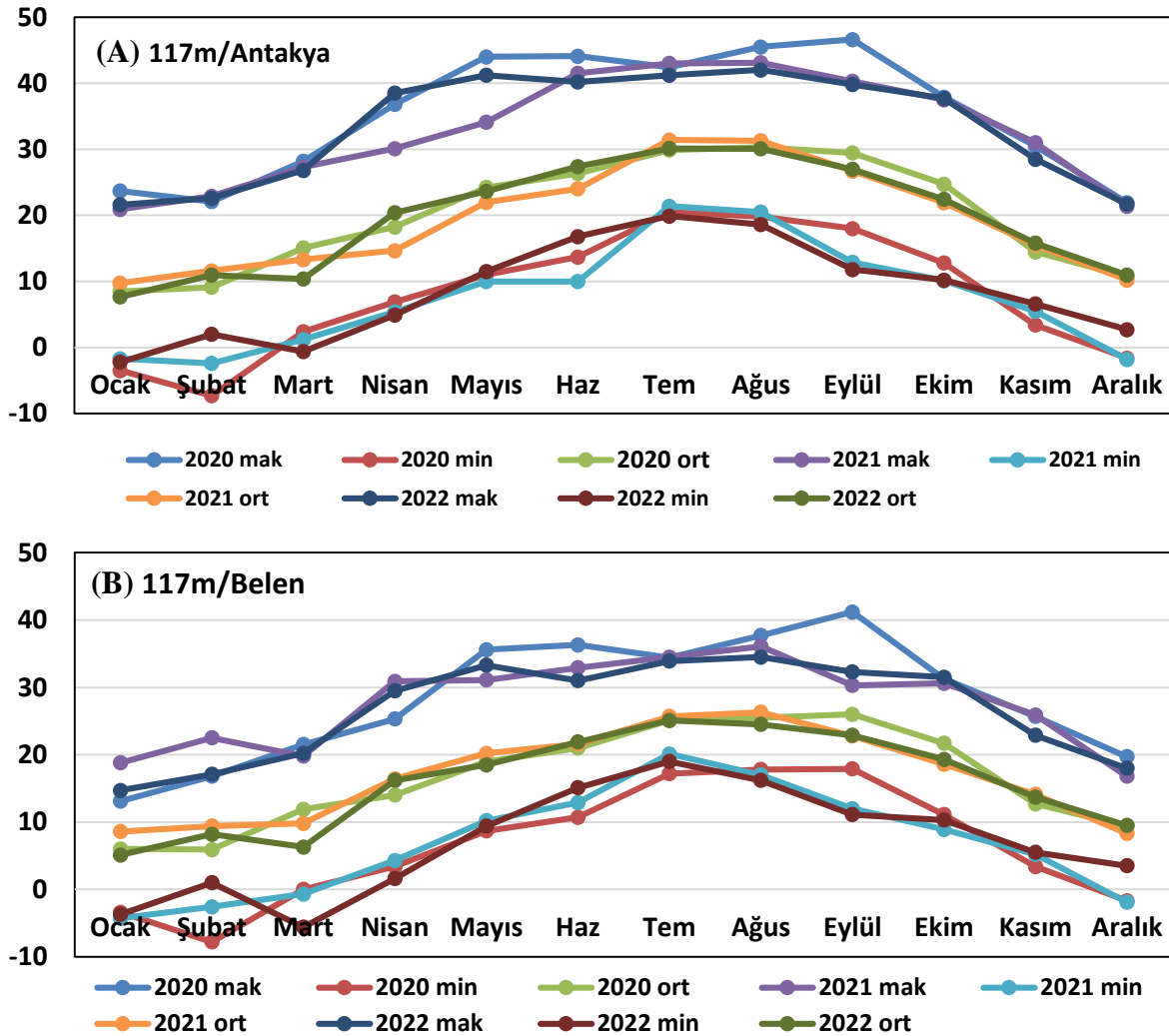
## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Hatay'ın Belen ilçesine bağlı Kömürçukuru Mahallesinde bulunan bir üretici bahçesi (yükseklik; 812 m) ile Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi kampüs alanında bulunan 'Sultan' alıç (yükseklik; 117 m) bahçelerinde 2020, 2021 ve 2022 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma alanındaki bitkilerin yıllık teknik ve kültürel işlemleri standart olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki yükseltide goble budama sistemi ile budanan ve verime yatmış olan ağaçlardan meyve kabuk renginin yeşil-sarı olduğu ve suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) %17 olduğunda hasat gerçekleştirilmiştir (Dursun ve ark., 2021).

Çalışmada, her iki yükseltiden 'Sultan' alıç çeşidine ait 20'şer ağaç içerisinden benzer büyüme ve gelişme gösteren beş ağaç seçilmiş ve bu ağaçlarda fenolojik özelliklerden ilk çiçeklenme (%5 çiçeklenme), tam çiçeklenme (%70 çiçeklenme), çiçeklenme sonu (%95 taç yaprak dökümü) ve hasat tarihi gözlenmiştir. Her iki yükseltide hasat edilen

meyvelerde meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve eti sertliği (kg-kuvvet), çekirdek sayısı (adet meyve<sup>-1</sup>), çekirdek ağırlığı (g adet<sup>-1</sup>), yenilebilir meyve oranı (%), suda çözünebilir toplam kuru madde içeriği (SÇKM %), pH, titre edilebilir asit içeriği (TEA %) ve SÇKM/Asit oranı belirlenmiştir. Yenilebilir meyve oranı, toplam meyve ağırlığından toplam çekirdek ağırlığının çıkarılması ve bu değer toplam meyve ağırlığına bölünüp, 100 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Titre edilebilir asit içeriğinin belirlenmesi için 5 ml meyve suyu 100 ml'ye saf su ile tamamlanmış ve bu karışım pH'sı 8.10 olana kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Meyve suyu asit içeriği hakim asit olan malik asit cinsinden hesaplanmıştır. Meyve kabuk ve et rengi ölçümleri renk ölçer (Minolta CR-300) ile L, a\*, b\*, C ve h° değerleri olarak incelenmiştir. Meyve kalite analizleri, üç tekerrürlü ve her tekerrürde 20 meyve olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, her bir ağacın dört farklı yönünden yaklaşık 2 kg meyve örneği analizler için toplanmış ve bu örneklerin içerisinden tesadüfen seçilen 60 meyvede fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir (Çalışkan ve ark., 2018).

Çalışmanın yürütüldüğü, 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait, iki farklı rakımda gerçekleşen minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıklar Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü 117 m/Antakya (A) ve 812m/Belen (B)'deki 2020, 2021 ve 2022 yıllarını içeren minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri

Figure 1. Minimum, maximum and average temperature values for 2020, 2021 and 2022 at 117 m/Antakya (A) and 812 m/Belen (B) in the study area



Bu çalışmadan elde edilen veriler Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre analiz edilmiş (SAS, 2005) ve önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı rakımlarda yetiştirilen Sultan alıç çeşidine ait fenolojik dönemlere ait sonuçlar Çizelge 1’de sunulmuştur. ‘Sultan’ alıç çeşidinin çiçeklenme özellikleri ve hasat tarihleri yükseltiye ve yıllara bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Buna göre, Sultan alıç çeşidi 117 m yükseltide yetiştirildiğinde, çiçeklenme tarihleri 2020 yılında 04 Nisan-19 Nisan; 2021 yılında 14 Nisan-28 Nisan ve 2022 yılında 10 Nisan-24 Nisan tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Bu çeşidin 812 m’deki çiçeklenme tarihi 2020 yılında 28 Nisan-11 Mayıs arasında; 2021 yılında 21 Nisan-05 Mayıs arasında ve 2022 yılında 24 Nisan-09 Mayıs arasında meydana gelmiştir.

Çizelge 1. ‘Sultan’ çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun fenolojik özelliklere etkileri

Table 1. Effects of altitude and growing season on phenological characteristics of 'Sultan' cultivar

| Yükselti (m) | Lokasyon | Yetiştirme Sezonu | İlk çiçeklenme | Tam çiçeklenme | Çiçeklenme sonu | Hasat tarihi |
|--------------|----------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|
| 117          | Antakya  | 2020              | 04 Nisan       | 11 Nisan       | 19 Nisan        | 21 Ağustos   |
|              |          | 2021              | 14 Nisan       | 21 Nisan       | 28 Nisan        | 01 Eylül     |
|              |          | 2022              | 10 Nisan       | 18 Nisan       | 24 Nisan        | 25 Ağustos   |
|              |          | Ortalama          | 08 Nisan       | 15 Nisan       | 23 Nisan        | 25 Ağustos   |
| 812          | Belen    | 2020              | 28 Nisan       | 05 Mayıs       | 11 Mayıs        | 21 Eylül     |
|              |          | 2021              | 21 Nisan       | 28 Nisan       | 05 Mayıs        | 13 Eylül     |
|              |          | 2022              | 24 Nisan       | 01 Mayıs       | 09 Mayıs        | 16 Eylül     |
|              |          | Ortalama          | 24 Nisan       | 30 Nisan       | 09 Mayıs        | 16 Eylül     |

Üç yıllık ortalama verilere göre, ‘Sultan’ çeşidinde 117 m’de ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonu tarihleri sırasıyla 08 Nisan, 15 Nisan ve 23 Nisan olarak belirlenirken, bu çeşidin 812 m’de ilk çiçeklenme tarihi 24 Nisan, tam çiçeklenme tarihi 30 Nisan ve çiçeklenme sonu 09 Mayıs olarak belirlenmiştir. Bu gözlemlere göre, 117 m rakımda yetiştiriciliğin ‘Sultan’ çeşidinde, 812 m’ye göre, ilk çiçeklenmede 16 gün, tam çiçeklenmede 15 gün ve çiçeklenme sonunda 16 gün erkencilik sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Yükseltinin ‘Sultan’ çeşidinin hasat tarihlerine etkileri incelendiğinde, 117 m’de hasat tarihi 2020 yılında 21 Ağustos, 2021 yılında 01 Eylül ve 2022 yılında 25 Ağustosta gerçekleşmiştir. Bu çeşidin 812 m’deki hasat tarihleri 2020, 2021 ve 2022 yıllarında sırasıyla, 21 Eylül, 13 Eylül ve 16 Eylül olarak belirlenmiştir. Bu çeşidin 117m/Antakya ekolojisinde özellikle 2020 yılındaki erken olgunlaşmanın (21 Ağustos) bu yılın haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki maksimum (42.40 C° ile 44.10 C° arasında) ve ortalama sıcaklıklarının (26.35 C° ile 30.29 C° arasında) diğer yıllara göre daha yüksek olması (Şekil 1) ve bu nedenle çeşidin büyüme derece sıcaklıklarını daha erken karşılamasından kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, 812 m/Belen’de 2021 yılındaki erkenciliğin gerek çiçeklenme döneminde gerekse çiçeklenme sonrasındaki minimum ve ortalama sıcaklıkların daha yüksek gerçekleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, çeşidin 117 m’deki meyve olgunlaşma tarihinin 812 m’ye göre, yıllara bağlı olarak, 12 gün ile 31 gün arasında değişen sürelerde erken gerçekleştiği belirlenmiştir. Üç yıllık ortalamalara göre, ‘Sultan’ çeşidi 117 m’de 25 Ağustosta hasat edilirken, 812 m’de 16 Eylülde hasat edilmiştir. Görüldüğü üzere, düşük rakımda yetiştirilen ‘Sultan’ alıç çeşidinde 22 günlük bir erkencilik tespit edilmiştir. Özbek (1977), meyve ağaçlarında aynı ekolojide her 100 m’lik yükselti artışının sıcaklığın 0.6 °C düşmesine neden olarak her 33 m’de çiçeklenme ve olgunlaşmanın 1 gün geciktiğini bildirmiştir. Buna göre, bu çalışmadan elde edilen yaklaşık 700 m’lik yükselti farkından hasadın 22 gün gecikmesi Özbek (1977)’nin verileriyle uyumlu bulunmuştur. Bununla birlikte, Erol (2014), yükseltiye bağlı olarak sıcaklık azalmasının soğuma oranının zamana, yer, hava nemi ve topoğrafya koşullarına göre değişkenlik gösterebileceğini de ifade

etmiştir. Üç yıllık sıcaklık verileri karşılaştırıldığında, 812 m'deki mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki (çiçeklenme ve meyve gelişim periyodu) ortalama sıcaklıkların 117 m'de aylara göre değişmekle birlikte 3°C ile 7°C arasında daha düşük gerçekleşmesi de bu sonuçları desteklemiştir. Naryal ve ark. (2020), kayısıda yapmış oldukları çalışmada her 100 m'lik yükselti artışının çiçeklenme ve meyve olgunlaşmasını 3 ile 7 günlük geciktirdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Yaman ve ark. (2015), 'Hicaznar' çeşidinde her 100 m'lik yükseltinin meyve olgunlaşmasını 3 ile 5 gün geciktirdiğini bildirmişlerdir.

'Sultan' alıç çeşidinde meyve kalite özelliklerinin yükselti ve yetiştirme sezonu tarafından istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) etkilendiği belirlenmiştir. Bu çeşidin 812 m'deki meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu değerleri (sırasıyla, 16.17 g, 32.62 mm ve 28.63 mm) 117 m'ye göre daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla, 12.56 g, 29.45 mm ve 24.28 mm) belirlenmiştir. Ayrıca, en yüksek meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu değerleri 2022 yılında (sırasıyla, 15.64 g, 32.31 mm ve 29.57 mm) elde edilmiştir. Çalışmada, yükselti ve yetiştirme sezonu interaksyonunun meyve ağırlığı ve meyve boyutlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir.

Meyve eti sertliği bakımından, 'Sultan' çeşidinde en sert meyveler 117 m yükseltide (4.87 kg-kuvvet) belirlenmiştir. Bu çeşitte en yüksek meyve eti sertliği 2020 ve 2021 yıllarında (sırasıyla, 4.75 kg-kuvvet ve 5.04 kg-kuvvet) elde edilirken, en düşük meyve eti sertliği 2022 yılında (2.73 kg-kuvvet) belirlenmiştir.

'Sultan' çeşidinin meyvedeki çekirdek sayısı yükseltiye bağlı olarak değişmezken, yetiştirme sezonuna bağlı olarak meyvedeki çekirdek sayısı istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Bu çeşitte meyvedeki çekirdek sayısı en yüksek 2020 sezonunda (2.94 adet meyve<sup>-1</sup>) saptanmıştır. 'Sultan' çeşidinde en yüksek çekirdek ağırlığı 812 m'de (1.61 g) elde edilmiştir. Üç yıllık verilere göre, bu çeşitte en düşük çekirdek ağırlığı 0.58 g ile 2021 yılında tespit edilmiştir. Ayrıca, çekirdek ağırlığının yükselti ve yetiştirme sezonu interaksyonu tarafından etkilendiği saptanmıştır. 'Sultan' çeşidinde 812 m'deki yenilebilir meyve oranı (%86.60) 117 m'ye (%83.39) göre daha yüksek bulunmuştur. Yetiştirme sezonuna göre, en yüksek yenilebilir meyve oranı 2021 ve 2022 yıllarında (sırasıyla, %89.12 ve %87.15), en düşük yenilebilir meyve oranı 2020 yılında (%79.47) saptanmıştır. Yükselti x yetiştirme sezonu interaksyonunun, yenilebilir meyve oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. 'Sultan' çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyvenin fiziksel özelliklerine etkileri

Table 2. Effects of altitude and growing season on the physical properties of the fruit in the 'Sultan' cultivar

| Değişkenler                   | Meyve ağırlığı (g) | Meyve eni (mm) | Meyve boyu (mm) | Sertlik. (kg-kuvvet) | Çekirdek sayısı (adet meyve <sup>-1</sup> ) | Çekirdek ağır. (g adet <sup>-1</sup> ) | Yenilebilir meyve oranı (%) |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|----------------------|---|--|-----------------------------|
| <b>Yükselti (Y)</b>           |                    |                |                 |                      |   |  |                             |
| <b>117 m</b>                  | 12.56 b            | 29.45 b        | 24.28 b         | 4.87 a               | 2.72  | 1.18 b                                 | 83.89 b                     |
| <b>812 m</b>                  | 16.17 a            | 32.62 a        | 28.63 a         | 3.48 b               | 2.65  | 1.61 a                                 | 86.60 a                     |
| <b>LSD (%5)</b>               | 0.76               | 1.07           | 0.68            | 0.65                 | Ö.D.  | 0.30                                   | 2.69                        |
| <b>Yetiştirme Sezonu (YS)</b> |                    |                |                 |                      |   |  |                             |
| <b>2020</b>                   | 14.35 b            | 31.43 a        | 25.82 b         | 4.75 a               | 2.94 a                                      | 1.94 a                                 | 79.47 b                     |
| <b>2021</b>                   | 13.10 c            | 29.37 b        | 23.98 c         | 5.04 a               | 2.55 b                                      | 0.58 b                                 | 89.12 a                     |
| <b>2022</b>                   | 15.64 a            | 32.31 a        | 29.57 a         | 2.73 b               | 2.56 b                                      | 1.66 a                                 | 87.15 a                     |
| <b>LSD (%5)</b>               | 0.94               | 1.31           | 0.83            | 0.80                 | 0.38  | 0.37                                   | 3.29                        |
| <b>YxYS</b>                   | **                 | **             | *               | Ö.D.                 | Ö.D.  | *                                      | **                          |

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Ö.D. Önemli değil.

Bu çalışma, alıçta meyve iriliğinin yükseltiye bağlı olarak arttığını açıkça göstermiştir. Buna karşın, çilek (Gündüz ve Özbay, 2018), nar (Yaman ve ark.,2015), kayısı (Naryal ve ark., 2020) ve kivi (Zenginbal ve Özcan, 2018) gibi meyve türlerinde yapılan çalışmalarda, meyve iriliğinin yükseltiye bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir. Bu durumun yükselti arttıkça meydana gelen iklim koşullarının meyve iriliğini oluşturan hücre bölünmesini olumsuz etkilenmesinden

kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Aslantaş & Karakurt, 2007). Çalışmamızda alıçta yükseltiye bağlı olarak meyve iriliğinin artmasının, ılıman iklim meyve türü olan alıçta çeşidin soğuklama gereksiniminin 812 m’de yeterince karşılarken, 117 m’de bunun yetersiz kalmasından kaynaklanmış olabileceği ifade edilebilir. Nitekim Fischer (2000), meyve türlerinin soğuklama sürelerinin yetersiz düzeyde kalması durumunda meyve iriliğinde azalmalar meydana gelebildiğini ifade etmişlerdir.

‘Sultan’ çeşidinde meyvenin bazı kimyasal özelliklerinin yükselti ve yetiştirme sezonu tarafından istatistiksel olarak etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Çeşidin 117 m’deki SÇKM içeriğinin (%17.88) 812 m’ye göre (%16.97) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yetiştirme sezonları incelendiğinde, bu çeşitte en yüksek SÇKM içeriği 2021 yılında (%17.75) saptanırken, en düşük SÇKM içeriği 2020 yılında (%16.97) saptanmıştır. Bununla birlikte, ‘Sultan’ çeşidinde yükseltinin meyvenin pH, TEA ve SÇKM/TEA değerlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediği bulunmuştur.

Bu çeşitte en yüksek pH ve TEA oranı 2022 yılında (sırasıyla, 3.41 ve %1.87) belirlenirken, en düşük pH ve TEA oranı 2020 yılında (sırasıyla, 3.09 ve %1.33) belirlenmiştir. Çeşidin SÇKM/TEA oranı %9.51 (2022) ile %12.81 (2020) arasında değişim göstermiştir. ‘Sultan’ alıç çeşidinde yükselti x yetiştirme sezonu interaksiyonu asit ve SÇKM/TEA oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Bu sonuçlara benzer olarak, kivide (Zenginbal ve Özcan, 2018) ve narda (Yaman ve ark., 2015) yapılan çalışmalarda yükseltinin meyvenin SÇKM içeriğini azalttığı belirtilmiştir. Bunun yükseltiye bağlı olarak sıcaklığın azalmasıyla meyvedeki kuru madde birikiminin azalmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Snelgar ve ark., 2005). Benzer şekilde, Fischer ve ark. (2022), yükseltiye bağlı olarak meyvenin SÇKM içeriğindeki azalmanın meyve türünün büyüme derece sıcaklıklarının yeterince karşılanmaması yanında optimumun altındaki düşük gece sıcaklıklarının şekerlerin meyveye taşınmasına engel olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca, yetiştirme sezonlarındaki meyvenin kimyasal içeriğindeki farklılıkların hasat dönemindeki iklim koşulları (sıcaklık, ışıklandırma, bulutluluk) ve meyvenin olgunluk aşamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 3. ‘Sultan’ çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyvenin kimyasal özelliklerine etkileri

Table 3. Effects of altitude and growing season on the chemical properties of the fruit in the 'Sultan' cultivar

| Değişkenler                   | SÇKM (%) | pH     | TEA (%) | SÇKM/TEA oranı |
|-------------------------------|----------|--------|---------|----------------|
| <b>Yükselti (Y)</b>           |          |        |         |                |
| 117 m                         | 17.88 a  | 3.24   | 1.68    | 10.92          |
| 812 m                         | 16.97 b  | 3.22   | 1.58    | 10.05          |
| LSD (%5)                      | 0.49     | Ö.D.   | Ö.D.    | Ö.D.           |
| <b>Yetiştirme Sezonu (YS)</b> |          |        |         |                |
| 2020                          | 16.97 b  | 3.09 c | 1.33 c  | 12.81 a        |
| 2021                          | 17.75 a  | 3.20 b | 1.69 b  | 10.72 b        |
| 2022                          | 17.55 ab | 3.41 a | 1.87 a  | 9.51 c         |
| LSD (%5)                      | 0.61     | 0.05   | 0.13    | 0.74           |
| YxYS                          | **       | Ö.D.   | **      | **             |

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Ö.D. Önemli değil.

‘Sultan’ alıç çeşidi yetiştiriciliğinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyve kabuk ve et rengi özelliklerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4 ve Çizelge 5). Buna göre, meyve kabuk rengi parlaklığının 812 m’de (78.68) en yüksek olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme sezonu bakımından, en parlak meyveler (L) 2020 ve 2022 yıllarından (sırasıyla, 77.94 ve 79.83) elde edilmiştir. Meyve kabuk renginde yeşil rengi gösteren negatif a\* değeri 117 m’de daha düşük (-6.82) bulunmuştur. En yüksek kabuk rengi yeşil değeri -7.85 ile 2022 yılında ölçülmüştür. Meyve kabuk rengindeki sarı renk değerini gösteren pozitif b\* değeri 812 m’de en yüksek olarak (47.25) belirlenmiştir. Bununla birlikte, 117 m’de yetiştirilen ‘Sultan’ çeşidinin düşük L, a\* ve C değerleri ile daha koyu sarı

renge sahip olduğu saptanmıştır. Meyvede sarı kabuk renginin 2022 yılında (48.75), diğer yıllara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Meyve kabuk rengindeki yoğunluğun (düşük C değeri) 117 m rakımda (43.48) daha yüksek olduğu ölçülmüştür. Ayrıca, 2020 ve 2021 yıllarındaki meyvelerin daha koyu sarı renkli oldukları (sırasıyla, 43.53 ve 44.18) saptanmıştır. Meyve kabuğundaki hue açısı değerinin yükselti ve yetiştirme sezonundan istatistiksel olarak etkilenmediği belirlenmiştir.

Çizelge 4. 'Sultan' çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyvenin kabuk rengi özelliklerine etkileri

Table 4. Effects of altitude and growing season on fruit skin color characteristics of 'Sultan' cultivar

| Değişkenler                   | L       | a*       | b*      | C       | h°     |
|-------------------------------|---------|----------|---------|---------|--------|
| <b>Yükselti (Y)</b>           |         |          |         |         |        |
| 117 m                         | 77.02 b | -6.82 a  | 42.69 b | 43.48 b | 101.49 |
| 812 m                         | 78.68 a | -7.56 b  | 47.25 a | 47.86 a | 98.69  |
| LSD (%5)                      | 1.64    | 0.59     | 1.41    | 1.39    | Ö.D.   |
| <b>Yetiştirme Sezonu (YS)</b> |         |          |         |         |        |
| 2020                          | 77.94 a | -7.14 a  | 42.75 b | 43.53 b | 102.33 |
| 2021                          | 75.78 b | -6.59 ab | 43.41 b | 44.18 b | 98.87  |
| 2022                          | 79.83 a | -7.85 b  | 48.75 a | 49.30 a | 99.07  |
| LSD (%5)                      | 2.01    | 0.72     | 1.73    | 1.70    | Ö.D.   |
| YxYS                          | *       | *        | **      | **      | Ö.D.   |

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Ö.D. Önemli değil.

Meyve kabuk rengine benzer şekilde düşük L, a\* ve C değerleri (sırasıyla, 71.24, -9.36 ve 38.71) ile 117 m'de yetiştirilen çeşidin 812 m'dekilere göre daha sarı meyve et rengine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Bununla birlikte, en yüksek b\* değeri 39.37 ile 812 m'de yetiştiricilikten elde edilmiştir. Meyve et renk özelliklerinin yetiştirme sezonlarına göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 'Sultan' çeşidinde en parlak meyveler 2022 yılında elde edilirken, en düşük yeşil renk -8.48 ile 2021 yılında elde edilmiştir. Sarı rengi gösteren b\* değeri 2022 yılında en yüksek (39.92) olarak ölçülürken, sarı rengin koyuluğu en düşük 2022 yılından (41.11) elde edilmiştir. Meyve eti rengi h° değeri en yüksek 105.95 ile 2020 yılında saptanmıştır. Ayrıca, yükselti x yetiştirme sezonu etkileşiminin tüm renk özelliklerini (a\* değeri hariç) istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir.

Çizelge 5. 'Sultan' çeşidinde yükselti ve yetiştirme sezonunun meyvenin et rengi özelliklerine etkileri

Table 5. Effects of altitude and growing season on fruit flesh color characteristics of 'Sultan' cultivar

| Değişkenler                   | L        | a*       | b*      | C       | h°        |
|-------------------------------|----------|----------|---------|---------|-----------|
| <b>Yükselti (Y)</b>           |          |          |         |         |           |
| 117 m                         | 71.24 b  | -9.36    | 37.51 b | 38.71 b | 103.90    |
| 812 m                         | 74.34 a  | -10.05   | 39.37 a | 40.72 a | 104.49    |
| LSD (%5)                      | 1.46     | Ö.D.     | 1.03    | 0.89    | Ö.D.      |
| <b>Yetiştirme Sezonu (YS)</b> |          |          |         |         |           |
| 2020                          | 72.64 ab | -10.45 b | 36.95 c | 38.52 b | 105.95 a  |
| 2021                          | 71.73 b  | -8.48 a  | 38.46 b | 39.52 b | 102.56 b  |
| 2022                          | 73.99 a  | -10.18 b | 39.92 a | 41.11 a | 104.06 ab |
| LSD (%5)                      | 1.79     | 1.65     | 1.26    | 1.09    | 2.72      |
| YxYS                          | *        | Ö.D.     | **      | **      | *         |

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Ö.D. Önemli değil.

'Sultan' çeşidinin temel renk özelliği hasat döneminde yeşil-sarı veya sarı renge sahip olmasıdır (Çalışkan ve ark., 2018). Bu çeşidin meyvelerinin düşük rakımda çoğunlukla sarı renkli olduğu görülürken, yükseltinin artmasıyla meyve kabuğunda yeşil-sarı renk oluşumunun arttığı tespit edilmiştir. Fischer ve ark. (2022), meyve türlerinde yükseltiyle meyve kabuk renginde yoğunluğun arttığını bildirmişlerdir. Bunun, yükselti artışı ile ışıklandırma ve radyasyonun artması sonucunda antosiyanin sentezinin olumlu yönde etkilemesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Ayrıca, elma (Lakatos ve ark., 2008), incir (Trad ve ark., 2013) ve kiraz (Faniadis ve ark., 2010) gibi meyve türlerinde yapılan çalışmalarda olgunlaşma dönemindeki gece/gündüz sıcaklık farkının ve sezon içerisindeki sıcaklık değişimlerinin de meyve renklenmesini arttırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, bizim bulgulara benzer olarak, Golden Delicious gibi sarı renkli elmalarda hasat öncesi yüksek sıcaklık ve ışık yoğunluğunun meyvede karotenoid ve ksantofil sentezini arttırarak daha sarı renkli meyvelerin elde edildiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Delgado-Pelayo ve ark., 2014; Ordoñez ve ark., 2016).

Sonuç olarak; bu çalışmada, 'Sultan' alıç çeşidinin farklı yükseltilerde ve yetiştirme sezonlarındaki fenolojik ve meyve kalite özellikleri ilk kez incelenmiştir. Çalışma sonucunda, 'Sultan' çeşidinin 117 m'deki hasat tarihinin 812 m'ye göre yıllara bağlı olarak 12 gün ile 31 gün arasında daha erken gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu çeşidin, 817 m yükseltideki meyve ağırlığı, meyve iriliği ve yenilebilir meyve oranı değerlerinin 117 m rakımda yetişenlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çeşidin SÇKM değerleri 117 m'de daha yüksek bulunmuştur. İliman iklim meyve türlerinden biri olan alıçta, Akdeniz Bölgesindeki 817 m yükseltinin ticari yetiştiricilik için oldukça uygun olduğu ve düşük yükseltilerde ise özellikle erkenci yetiştiriciliğin ön plana çıktığı söylenebilir. Ancak, kesin bir yargının oluşturulması için çeşidin soğuklama süresinin tespit edilmesi ve buna göre yetiştiricilik alanlarının belirlenmesi gelecekte çeşidin yaygınlaşması için oldukça önemli görülmektedir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### ETİK ONAY BEYANI

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

#### KAYNAKLAR

- Aslantaş, R., &Karakurt, H. (2007). Rakımın meyve yetiştiriciliğinde önemi ve etkileri. *Alinteri*, 12, 31-37.
- Bayazıt, S., Gündüz, K., Sezgin, E.Ö., & Çalışkan, O. (2018). Hatay ili alıç yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve geleceği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35, 258-263. <https://doi.org/10.13002/jafag4508>
- Bayazıt, S., Çalışkan, O., & Kılıç, D. (2020). Yükseltinin Chandler ceviz çeşidinde meyve kalite özelliklerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 9, 124-132.
- Cantin, C.M., & Gracia, A. (2021). Intrinsic and extrinsic attributes related to the influence of growing altitude on consumer acceptability and sensory perception of fresh apple. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102, 1292-1299. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11656>
- Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloğlu, Ö., Şengül, M., & Ercişli, S. (2012). Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine*, 8, 16-21. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.93305>




- Çalışkan, O., Bayazıt, S., & Gündüz, K. (2016). Hawthorn species from Turkey and potential usage for horticulture. VII. *International Scientific Agriculture Symposium*, Bosnia and Herzegovina, 330-336. <https://doi.org/10.7251/AGRENG1607045>
- Çalışkan, O., Gündüz, K., & Bayazıt, S. (2018). Sarı alıç (*Crataegus azarolus* L.) genotipinin morfolojik, biyolojik ve meyve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35, 69-74. <https://doi.org/10.13002/jafag4504>
- Çalışkan, O., Bayazıt, S., & Kılıç, D. (2022). Alıç (*Crataegus* spp.) yetiştiriciliği. Sülüoğlu, M. ve M. Polat (Eds.). *Minör Meyveler I* (s.1-32) , Iksad Publications.
- Delgado-Pelayo, R., Gallardo-Guerrero, L., & Henero-Méndez, D. (2014). Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. *Food Research International*, 65, 272-281. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.025>
- Dönmez, A.A., & Özderin, S. (2019). Additional contributions to taxonomy, nomenclature and biogeography of the Turkish *Crataegus* (Rosaceae) taxa. *PhytoKeys*, 122, 1-13. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.122.33002>
- Dursun, A., Çalışkan, O., Güler, Z., Bayazıt, S., Türkmen, D., & Gündüz, K. (2021). Effect of harvest maturity on volatile compounds profiling and eating quality of hawthorn (*Crataegus azarolus* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 288, 110398. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110398>
- Erol, O. (2014). *Genel klimatoloji*. Çantak Kitapevi (10. Baskı).
- Faniadis, D., Drogoudi, P.D., & Vasilakakis, M. (2010). Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 125, 301-304. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.013>
- Fischer, G. (2000). Ecophysiological aspects of fruit growing in tropical highlands. *Acta Horticulturae*, 531, 91-98. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.531.13>
- Fischer, G., Parra-Corobado, A., & Balaguera-Lopez, H.E. (2022). Altitude as a determinant of fruit quality with emphasis on the Andean tropics of Colombia. A review. *Agronomía Colombiana*, 40, 212-227. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n2.101854>
- Gündüz, K., & Özbay, H. (2018). The effects of genotype and altitude of the growing location on physical, chemical, and phytochemical properties of strawberry. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 42, 145-153. <https://doi.org/10.3906/tar-1706-65>
- Lakatos, L., Szabó, T., Szabó, Z., Racskó, J., Soltész, M., Zhongfu, S., Wang, Y., & Nyéki, J. (2008). The effect of day and night temperatures on apple skin colour formation. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 21-25. <https://doi.org/10.31421/IJHS/14/1-2./776>
- Luo, W.W., Gao, C.X., Zhang, D., Han, M.Y., Zhao, C.P., & Liu, H.K. (2014). Effects of environmental factors at different altitudes on leaves and fruit quality of Fuji apple. *The Journal of Applied Ecology*, 25, 2243-50.
- Naryal, A., Dolkar, D., Bhardwaj, A.K., Kant, A., Chaurasia, O.P., & Stobdan, T. (2020). Effect of altitude on the phenology and fruit quality attributes of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits. *Defence Life Science Journal*, 5, 18-24. <https://doi.org/10.14429/dlsj.5.14656>
- Ordoñez, V., Molina-Corral, F.J., Olivas-Dorantes, C.L., Jacobo-Cuéllar, J.L., González-Aguilar, G., Espino, M., Sepúlveda, D., & Olivas, G.I. (2016). Comparative study of the effects of black or white hail nets on the fruit quality of 'Golden Delicious' apples. *Fruits*, 71, 229-238. <https://doi.org/10.1051/fruits/2016015>
- Özbek, S. (1977). *Genel meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 111, Adana.
- SAS Institute (2005). SAS Online Doc, Version 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- Snelgar, W.P., Hall, A.J., Ferguson, A.R., & Blattmann, P. (2005). Temperature influences growth and maturation of fruit on 'Hayward' kiwifruit vines. *Functional Plant Biology*, 32, 631-642. <https://doi.org/10.1071/FP05062>



- Trad, M., Gaaliche, B., Renardb, C.M.G.C., & Mars, M. (2013). Inter- and intra-tree variability in quality of figs. Influence of altitude, leaf area and fruit position in the canopy. *Scientia Horticulturae*, 162, 49-54. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.07.032>
- Türkmen, D., Dursun, A., Caliskan, O., Koksal Kavrak, M., & Güler, Z. (2023). Volatile compounds, phenolic content, and antioxidant capacity in Sultan hawthorn (*Crataegus azarolus* L.) leaves. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 25, 1089-1099. <https://doi.org/10.22034/jast.25.5.1089>
- Yaman, S., Öcal, Ö., Toprak, Z., Avcı, F., Bayazıt, S., & Çalışkan, O. (2015). Farklı yükseltilerde yetiştirilen 'Hicaznar' çeşidinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Meyve Bilimi*, 2, 9-15.
- Zenginbal, H., & Özcan, M. (2018). Effect of altitude on growth-development and fruit quality attributes of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* Planch) cultivation. *Pakistan Journal Agricultural Sciences*, 55, 843-851. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/18.5417>

## Fungisidal etkinlik çalışmalarında besi ortamlarına antibiyotik eklenmesinin misel gelişimi üzerine etkinliğinin belirlenmesi

Determination of the effectiveness of antibiotic addition to nutrient media on mycelial growth during fungicidal activity studies

Berfin KILINÇ<sup>1</sup>, Murat DİKİLİTAŞ<sup>1</sup>, Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa 63300, Türkiye.

| ARTICLE INFO   | ÖZET   |
|--|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 23.09.2023<br/>Accepted / Kabul: 21.01.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/><i>Alternaria alternata</i><br/>Antibiyotik<br/>Tetracycline<br/>Fungisit<br/>PDA<br/>Misel gelişimi</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Alternaria alternata</i><br/>Antibiotic<br/>Tetracycline<br/>Fungicide<br/>PDA<br/>Mycelial growth</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Berfin KILINÇ<br/>berfinkilinc13@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>Mikroorganizmaların gelişimini sağlamak için hazırlanan besiyerlerinde bulaşıklığı önlemek amacı ile kullanılan antibiyotiklerin mikroorganizmaların gelişimini etkilediği konusunda bazı öngörüler mevcuttur. Bu çalışmada kullanılan antibiyotiğin misel gelişimi üzerindeki inhibitör etkisi <i>Alternaria alternata</i> için karşılaştırılmıştır. Fungal etmen fungusit [P* (pyraclastrobin+fluxapyroxad), D* (phosphorous acid), Ar* (azoxystrobin+cyproconazole), B* (prochloraz+trifloxystrobin+cyproconazole), ve Y* (thiophanate methyl+tetraconazole)] ile birlikte tetracycline ve streptomycine içeren/içermeyen Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında gelişime bırakılmıştır. Antibiyotik içeren fungusitli ortamlarda fungal etmenin engellenme oranları sırasıyla, P* ve B* fungusitleri için %100, Ar* için %46.08, Y* için 35.29, D* için %8.63 olurken, antibiyotik içermeyen ortamlarda bu durum P* ve B* fungusitleri için %100, Ar* için %46.47, Y* için %30 ve D* için %18.82 olmuştur. Fungal etmen fungusit testine tabi tutulduğunda, her iki ortamda fungusit uygulamalarının birbirleri arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir (P≤0.05). Ortamda bulunan antibiyotik varlığının deneysel sonucu etkilemediği tespit edilmiş, bu durum istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P≥0.05). Yapılan çalışma sonuçları <i>in vitro</i> koşullarda fungal etmenlerin strese maruz kaldığı durumlarda (pestisit, NaCl, hormon, vitamin, ağır metaller vb.) besi ortamına antibiyotik eklenmesinin deneme sonuçlarını etkilemeyeceği kanaatine varılmıştır.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>There have been some predictions that the antibiotics which are used to prevent contamination in nutrient media prepared for the growth of microorganisms affect the growth of the microorganisms. In this study, the inhibitory effect of antibiotics on mycelial growth was compared for <i>Alternaria alternata</i>. The fungal agent was grown on Potato Dextrose Agar (PDA) with or without tetracycline and streptomycin antibiotics in combination with fungicides [P* (pyraclastrobin+fluxapyroxad), D* (phosphorous acid), Ar* (azoxystrobin+cyproconazole), B* (prochloraz+trifloxystrobin+cyproconazole), and Y* (thiophanate methyl+tetraconazole)]. Inhibition rates of fungal growth on PDA containing antibiotics were 100% for P* and B* fungicides, 46.08% for Ar*, 35.29% for Y*, and 8.63% for D*, while in PDA without antibiotics it was 100% for P* and B* fungicides, 46.47% for Ar*, 30% for Y*, and 18.82% for D*. When the fungal agent was subjected to the fungicide test, there was a statistically significant difference between the fungicide treatments in both media (P≤0.05). The presence of antibiotics in the medium did not affect the experimental result, which was found to be statistically insignificant (P≥0.05). The results of the study showed that the addition of antibiotics to the growth medium under stress conditions (pesticides, NaCl, hormones, vitamins, heavy metals, etc.) <i>in vitro</i> conditions did not affect the experimental results.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>  | <p>Kilinc, B., Dikilitaş, M., &amp; Güldür, M.E. (2024). Fungisidal etkinlik çalışmalarında besi ortamlarına antibiyotik eklenmesinin misel gelişimi üzerine etkinliğinin belirlenmesi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 234-241. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1365273">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1365273</a></p>  |

## GİRİŞ

*Alternaria* spp., Ascomycetes sınıfı, Pleosporales takımı ve Pleosporaceae familyasına ait bir fungus olup, birçok konukçuda ekonomik kayıplara yol açan mitosporik bir cinstir (Thomma, 2003). *Alternaria* türleri, saprofitlerden endofitlere kadar değişen özellikler göstermekte ayrıca bitki ve hayvanlarda hastalık oluşturabilmektedir. Bu cinse ait fungus türleri, üretim ve depolama aşamalarında sebzeler, tahıllar ve meyve ağaçları gibi farklı bitki gruplarını enfekte edebilir (Freire ve ark., 2017). *Alternaria* cinsine ait türler, sporlarının uzun mesafelere hava yoluyla yayılması ve iklim değişikliğinin etkileri nedeniyle dünya çapında bitkiler için ciddi bir enfeksiyon riski oluşturmaktadır (De Saeger & Logrieco, 2017; Matic ve ark., 2020).

Funguslar ökaryotik organizmalar olduğundan, hücreleri gerçek bir çekirdek ve zarla çevrili diğer organelleri içerir. Öte yandan bakteriler prokaryotik organizmalar olup zarla çevrili organelleri bulunmaz. Dolayısı ile antibiyotiklerin bakteri hücrelerine penetrasyonu ve bakterilerin protein sentezinde görev alan ribozomları etkilediği için bakterilerin çoğalması ve yayılması inhibe edilmiş olur ancak fungal hücrelerde bulunan kitin ve glukandan oluşan kalın hücre duvarı yapısı antibiyotiklerin daha ilk aşamada penetrasyonuna imkan vermez. Bu nedenle antibiyotiklerin fungal etmenler üzerinde etkili olamayacağı görüşü hakimdir (Dikilitaş ve ark., 2010; Kapoor ve ark., 2017). Turunçgilden elde edilen *Alternaria citri* etmenine karşı; 3-(3,5-Diklorofenil)-2,4-diokso- N- (propan-2-il) imidazolidin-1-karboksamid, maneb, captan, metiram, mancozeb, chloratholonil, bakıroksiklorür, Bordo bulamacı gibi kimyasallar ile laboratuvar koşullarında biyoetkinlik çalışmaları yapılmıştır. 3-(3,5-Diklorofenil)-2,4-diokso- N- (propan-2-il) imidazolidin-1-karboksamid etken maddesinin inhibisyon yüzdesinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda maneb aktif maddeli kimyasallar da bu fungusu karşı etkili bulunmuştur (Üstüner, 1996). *Pistachia* türlerinde görülen *Alternaria* yanıklığına karşı farklı fungusitler denenmiş ve deneme sonucunda en etkili bulunan aktif madde boscalid+pyraclostrobin iken izolatlar üzerindeki etkisi en düşük olan fungusit azoxystrobin olmuştur. Boscalid'e karşı ise izolatların direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Özkılınç & Kurt, 2017). Ancak bu ve bunun gibi çalışmalarda, *in vitro* fungusit denemelerinde ortama ilave edilen antibiyotiklerin bakteri gelişimini engellemesinin ve hedef fungusun daha fazla rekabetsiz koşullarda gelişimini sağlamak için kullanıldığı bilinmektedir. Genellikle yapılan çalışmalarda, antibiyotik ilavesinin fungal gelişimi etkileyip etkilemediği konusu göz ardı edilmiştir. Ortama ilave edilen antibiyotiklerin bakteri gelişimini baskılayarak fungal gelişime etki edip etmediği yönünde net bir bilgi mevcut olmayıp, stres çalışmalarında antibiyotiklerin çalışma sonuçlarını nasıl etkilediği tartışmalı bir konudur. Bu çalışmada, Tetracycline ve streptomycine içeren ve içermeyen PDA besi yerinde fungusit çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda antibiyotikli ve antibiyotiksiz ortamlarda fungusit varlığında misel gelişim oranları karşılaştırılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarlarında yürütülmüştür. Laboratuvardaki kültür stoğunda bulunan ve 2019 yılında çam ağaçlarından izole edilen *A. alternata* fungal etmeni, fungusitler (Çizelge 1) ve PDA ortamına ilave etmek için 12 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanan antibiyotikler (tetracycline ve streptomycine) çalışmanın ana materyallerini oluşturmuştur

### **Fungusun tek spor izolasyonu ve muhafazası**

Kültür stoğunda bulunan, hastalıklı çam ağaçlarının sürgün ve ibrelili yapraklarından izole edilen ve çamlarda patojenisite sonucu Koch postulatları gerçekleştirilen *Alternaria alternata* fungal etmeni (Erişim no= ITS: OR145842; LSU: OR616592) çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. *A. alternata* hastalık etmenini saf olarak elde etmek için etmene ait koloniden bir parça alınıp steril ve antibiyotik (streptomycine) içeren PDA (Patates Dekstroz Agar) besi yerinde transfer edilmiştir. Tek hif hücresinden tek spor miselleri cam tüpler içerisinde eğik agarda elde edilmiş tek

spordan gelişmiş hiflerden küçük bir parça alınıp PDA ortamına ekimleri gerçekleştirilmiştir. Petri kapları 25°C'de ve karanlıkta 7-10 gün süre ile inkübe edilmiştir. Saf olarak gelişen kültürler *in vitro* fungusit çalışması için hazır hale getirilmiştir. Uzun süreli kültürleri saklamak için gliserolde saklama yöntemi kullanılmıştır (Uysal ve ark., 2022). Bunun için fungus misellerinden bir parça alınmış 2 mL'lik Eppendorf tüplere aktarılmıştır. Eppendorf tüplere %15'lik gliseroldan 1000 µL ilave edilmiştir. Tüpler etiketlenerek -20°C'de muhafaza edilmiştir (Kılınc ve ark., 2022).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fungusitlerin etken maddeleri, formülasyonları, dozları ve etkili madde oranları

Table 1. The active ingredients, formulations, doses and effective ingredient ratios of the fungicides used in the study

| Etken madde ve oranları  | Formülasyon | Dozu     | Ticari isimleri |
|--|-------------|----------|-----------------|
| 400 g/L Fosforoz Asit  | SL          | 4 ml/L   | D*              |
| 150 g/L Pyraclostrobin + 75 g/L Fluaxapyroxad                  | EC          | 0.8 ml/L | P*              |
| 233 g/L Thiophanate-methyl + 70 g/L Tetraconazole              | SE          | 1.6 ml/L | Y*              |
| 250 g/L Prochloraz+75 g/L Trifloxystrobin+50 g/L Cyproconazole | SE          | 1 ml/L   | B*              |
| 200 g/L Azoxystrobin + 80 g/L Cyproconazole                    | SC          | 1 ml/L   | Ar*             |

\*Fungisitlerin tam ticari adları markaların ticari özlük hakları gerekçesi ile verilmemiştir.

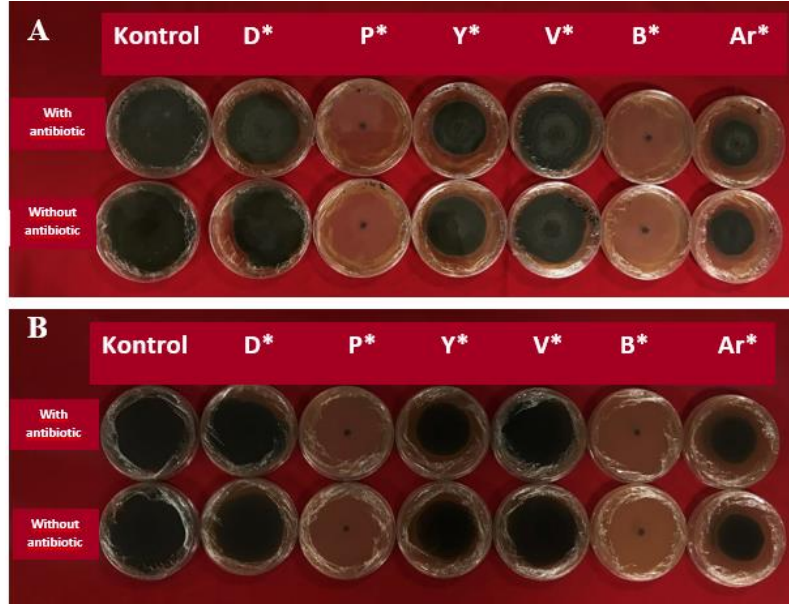
### **Besi yerlerine antibiyotik eklenmesinin *Alternaria alternata*'nın misel gelişimi üzerine etkinliği**

Çalışmada fungusitlerin sırası ile 400 g L<sup>-1</sup> Fosforoz Asit (D\*), 150 g L<sup>-1</sup> Pyraclostrobin + 75 g L<sup>-1</sup> Fluaxapyroxad (P\*), 233 g L<sup>-1</sup> Thiophanate-methyl + 70 g L<sup>-1</sup> Tetraconazole (Y\*), 250 g L<sup>-1</sup> Prochloraz+75 g L<sup>-1</sup> Trifloxystrobin+50 g L<sup>-1</sup> Cyproconazole (B\*) ve 200 g L<sup>-1</sup> Azoxystrobin + 80 g L<sup>-1</sup> Cyproconazole (Ar\*) dozları mL L<sup>-1</sup> düzeyinde hesaplanıp besi yerlerine eklenmiştir (Kurt ve ark., 2020; Kılınc & Güldür, 2020). Etmen saflaştırıldıktan sonra, 6 mm'lik cork-borer (mantar delme aleti) ile besi yerlerinin kenarından taze misel diski alınıp, hazırlanan fungusit solüsyonlarına 10 saniye süre ile batırılarak PDA ortamı içeren Petri kaplarının merkezine yerleştirilmiştir. Kontrol grubu için diskler steril distile su ile muamele edilmiştir.

PDA ortamına antibiyotik ilave edilip homojen hale getirilmiştir. Çalışmada fungusitler PDA ortamına ilave edilerek karıştırılmamış, tarla ve bahçedeki doğal durumu simüle etmek için 10 saniye süre ile funguslar ilgili fungusit solüsyonuna daldırmak sureti ile muamele edilmiştir. Bu çalışma, antibiyotik (tetracycline ve streptomycine antibiyotikleri) içeren ve içermeyen olmak üzere iki farklı ortamda yürütülmüştür. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerürlü olarak yapılmıştır. Hazırlanan uygulama Petri kapları 25°C'de ve karanlıkta inkübe edilmiştir. Kontrol Petri kaplarındaki miseller Petri kaplarını kapladığı zaman çalışma sonlandırılarak değerlendirilmiştir. Petri kaplarında gelişen misellerin çapları yatay ve dikey şekilde iki taraftan ölçülüp çap ortalamaları alınmıştır. Deney sonunda uygulama yapılan Petri kaplarında gelişen misellerin gelişiminin % engellenme değerleri Townsend-Heuberger Formülü'ne göre uygulamadaki miselyal gelişimin kontroldeki miselyal gelişme oranı baz alınarak hesaplanmıştır (Townsend & Heuberger, 1943).

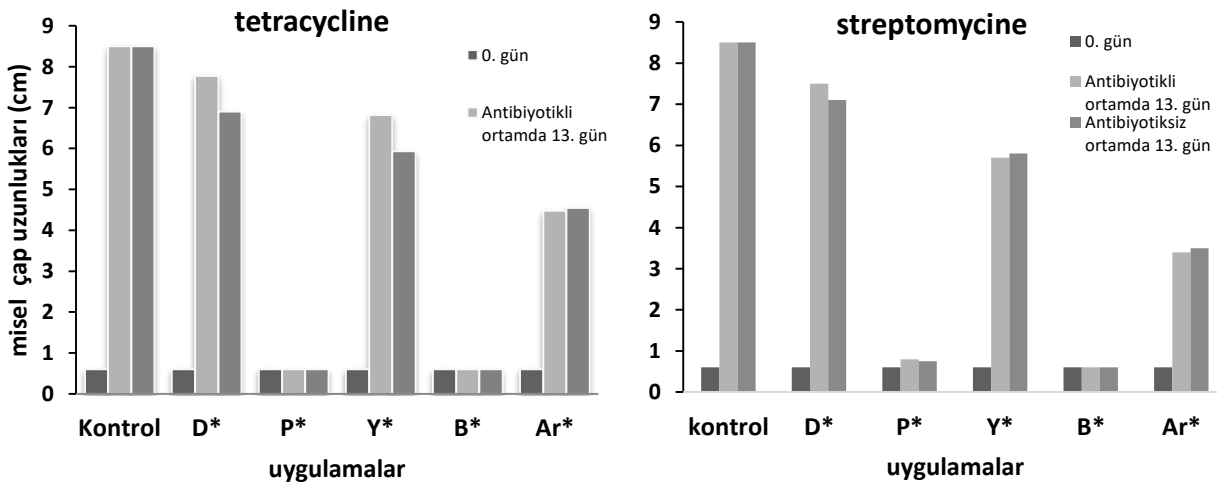
### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

*Alternaria alternata* hastalık etmenine karşı yapılan fungusit denemesi, kontrol grubu misellerinin tetracycline (antibiyotik) içeren ve tetracycline içermeyen ortamlarda 13 günde tamamen Petri kaplarını kaplaması (8.5 cm) sonucu tamamlanmıştır. Antibiyotikli ve antibiyotiksiz ortamda gelişime bırakılan fungus, fungusit uygulama gruplarında benzer gelişimler göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Antibiyotikli (tetracycline) ve antibiyotiksiz PDA ortamında fungusitlerin 13 gün sonra *A. alternaria* gelişimine etkileri; fungus kolonizasyonunun A, önden; B, tersten görünümü  
 Figure 1. Effects of fungicides on the development of *A. alternaria* after 13 days in PDA media with antibiotics (tetracycline) and without antibiotics; fungal colonization A, from the front; B, reverse view

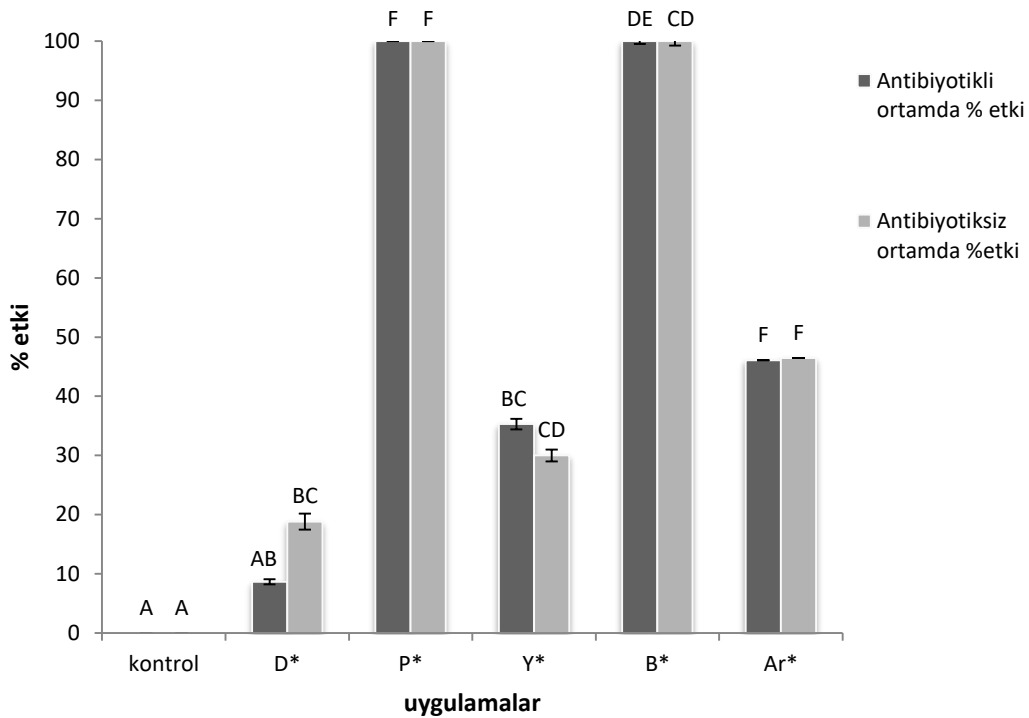
Çalışma sonucunda, P\* ve B\* fungusitleri her iki ortamda da fungus gelişimine imkan vermemiştir. Antibiyotikli ortamda D\* (fosforoz asit) 7.77 cm, Y\* (thiophanate methyl+tetraconazole) 6.82 cm, Ar\* (azoxystrobin+cyproconazole) 4.48 cm gelişme gösterirken, antibiyotik içermeyen ortamlarda D\* 6.90, Y\* 5.95 ve Ar\* fungusiti ise 4.55 cm olarak gelişme göstermiştir (Şekil 2). Fungal etmen fungusit testine tabi tutulduğunda, ortamda bulunan antibiyotik varlığının deneysel sonucu etkilemediği tespit edilmiş, bu durum istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ).



Şekil 2. Fungisit etkinliği çalışmalarında besi yerlerine antibiyotik (tetracycline ve streptomycine) eklenmesinin misel gelişimi üzerine etkisi. Hastalık etmeninin antibiyotikli ve antibiyotiksiz ortamlardaki gelişimi arasında önemli bir fark bulunmamıştır ( $F=0.0886$ ,  $P>0.05$ ).  $\pm$  Standard deviation

Figure 2. The effect of adding antibiotics (tetracycline and streptomycine) to media in fungicide efficacy studies on mycelial growth. No significant difference was found between mycelial growth in media with and without antibiotics ( $F=0.0886$ ,  $P>0.05$ ).  $\pm$  Standard deviation

Antibiyotiğin misel kolonizasyonunu engellemesi açısından herhangi bir etkisinin olmamasının yanı sıra Şekil 3'te görüldüğü üzere her iki ortamda (Antibiyotikli, antibiyotiksiz) da fungusit grupları arasında misel engelleme oranı bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuş ve bu farklar harflendirilerek verilmiştir. Buna göre tetracycline içeren ortamda P\* (pyraclastrobin+fluxapyroxad) ve B\* (prochloraz+trifloxystrobin+cyproconazole) fungusitleri %100, D\* (fosforoz asit) %8.63, Y\* (thiophanate methyl+tetraconazole) 35.29, Ar\* (azoxystrobin+cyproconazole) %46.08'lik bir etki gösterirken, antibiyotik içermeyen ortamlarda bu durum yine P\* ve B\* fungusitleri, %100, D\* %18.82, Y\* %30 ve Ar\* fungusiti ise %46.47 olarak gerçekleşmiştir. P\* ve B\* fungusiti %100'lük bir engelleme oranı ile her iki ortamda da en etkili fungusit bulunmuştur. Diğer fungusitler % 50 oranının altında etki göstermiştir. Streptomycine içeren ortamda da fungusitler ve misel gelişimi aynı etkiyi göstermiş ve her iki abtibiyotik arasında önemli bir fark bulunmamıştır.



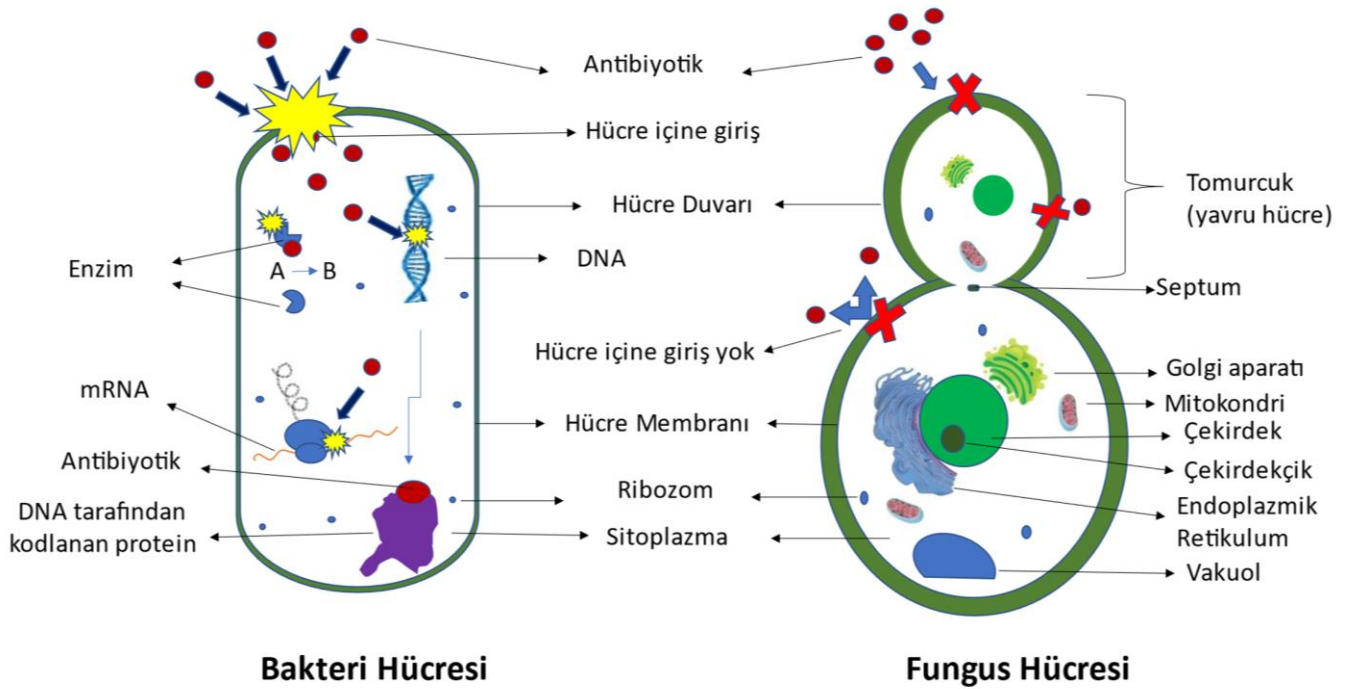
Şekil 3. Fungisit etkinliklerinin belirlendiği çalışmalarda antibiyotikli ve antibiyotiksiz ortamda gelişen misel gelişimlerinin % engellenmesi. Her iki ortamda da fungusit uygulama grupları arasında Tukey LSD testine göre önemli fark bulunmuş ( $\alpha=0.050$ ,  $Q=3.68474$ ), farklar harflendirilerek verilmiştir

Figure 3. % inhibition of mycelial growth in antibiotic and non-antibiotic media in studies in which fungicide efficacy was determined. A significant difference was found between the fungicide treatment groups in both environments according to Tukey LSD test ( $\alpha=0.050$ ,  $Q=3.68474$ ), and the differences are given in letters

Antibiyotikler bakterilerin büyüme ve çoğalmasını engellemek için tasarlanmış organik bileşikler olup bakterileri öldürmekten ziyade hücre membrandan içeri girdiklerinde protein sentezini bloke eder. Dolayısıyla DNA'dan gelen kodlar sonucu (mRNA) ribozomlarda yapılması planlanan protein sentezini bloke ederek protein sentezini engellerler, hücre kendisini geliştirecek proteini yapamaz (Sionov & Steinberg, 2022). Funguslarda ise antibiyotik doğal yollarla hücre içerisine penetre edemediği için antibiyotikler genelde etkisiz olurlar. Bu temel farklar aşağıdaki



şekilde izah edilmiştir (Şekil 4). Dolayısı ile bakteriyile fungus arasındaki hücresel yapılar ve metabolik süreçler arasındaki temel farklar nedeniyle antibiyotikler funguslara karşı etkili olmamaktadır.



Şekil 4. Bakteri ve fungus hücrelerinde antibiyotik mekanizması  
Figure 4. Mechanism of antibiotic in bacterial and fungal cells

Yapılan bir çalışmada İsrail’de nar meyvelerinde görülen *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus stolonifer* ve *Mucor* spp. hastalık etmenlerine karşı prochloraz etken maddesi tebuconazole aktif maddesiyle kombine edilmesi sonucu oldukça etkili bulunmuştur (Nerya ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada, Brezilya’da havuçta *Alternaria* hastalığına karşı Fluxapyroxad+pyraclostrobin etken maddesi başarılı bir şekilde inhibasyon sergilemiştir (Töfoli ve ark., 2020). Bu çalışmada ise prochloraz aktif maddesine sahip olan P\* fungusiti misel kolonizasyonunu başarılı bir şekilde engellemiştir.

Fungisit denemesinde tetracycline ve streptomycine içeren ve içermeyen PDA ortamlarından elde edilen 1 cm<sup>2</sup> lik disk alanının spor sayımı da yapılmış (Kılınc ve ark., 2023) her iki ortamda ve her iki antibiyotik varlığında da fungal sporulasyonun birbirlerine benzer olduğu sadece uygulamaların birbirleri arasında fark olduğu görülmüş, antibiyotik içeren veya içermeyen ortamlarda ve her iki antibiyotik arasında spor yoğunluğunun istatistiki olarak fark etmediği tespit edilmiştir (Çizelge 2). P\* ve B\* uygulama gruplarında herhangi bir konidi gelişimi gözlemlenmemiştir.

Çizelge 2. Antibiyotik içeren ve içermeyen ortamlarda fungusit uygulamaların konidi yoğunluğu üzerine etkisi  
Table 2. Effect of fungicide applications on conidia density in media with and without antibiotics

| Ortamlar          | Kontrol              | D*                   | P* | Y*                   | B* | Ar*                  |
|-------------------|----------------------|----------------------|----|----------------------|----|----------------------|
|                   | spor/MI              |                      |    |                      |    |                      |
| Tetracyclinelili  | 8.20x10 <sup>6</sup> | 5.78x10 <sup>6</sup> | 0  | 4.70x10 <sup>6</sup> | 0  | 2.60x10 <sup>6</sup> |
| Tetracyclinesiz   | 7.94x10 <sup>6</sup> | 6.06x10 <sup>6</sup> | 0  | 5.12x10 <sup>6</sup> | 0  | 2.76x10 <sup>6</sup> |
| Streptomycinelili | 7.56x10 <sup>6</sup> | 6.48x10 <sup>6</sup> | 0  | 4.20x10 <sup>6</sup> | 0  | 2.16x10 <sup>6</sup> |
| Streptomycinesiz  | 7.82x10 <sup>6</sup> | 5.80x10 <sup>6</sup> | 0  | 5.12x10 <sup>6</sup> | 0  | 2.34x10 <sup>6</sup> |

Sonuç olarak; bu çalışmada, antibiyotik içeren veya içermeyen PDA ortamında, farklı aktif maddeye sahip fungusitlerin *A. alternata* etmenine karşı ruhsatlı olmayan etken maddelerin etkileri testlenmiştir. Denemede antibiyotik varlığının herhangi bir değişkenlik göstermediği tespit edilmiş ve besi ortamlarında fungal gelişimi yavaşlattığı veya engellediği araştırılmıştır. Bu çalışmada, ilk defa B\* fungusiti *A. alternata* etmenine karşı uygulanmış ve etmene karşı 10 saniyelik bir temasa rağmen çok etkili bulunmuştur. Bu kısa süreli etki arazi koşullarında fungusit uygulama süresiyle eşdeğer olup fungal etmenin aynı zamanda mücadelesi hakkında önemli ipuçları sağlamıştır. Fungisit çalışması sonucunda elde edilen verilere göre 5 fungusitten 2 tanesi oldukça etkili bulunmuştur. Misel kolonizasyonunun %100'ünü engellemesi açısından etkili bulunan fungusitler sırasıyla pyraclostrobin + fluaxapyroxad aktif maddeli P\* ve prochloraz+trifloxystrobin+cyproconazole etken maddeli B\* fungusitleri olmuştur. Aynı zamanda normalde yavaş gelişen *Alternaria*'nın antibiyotik varlığında ve fungusitlerle beraber uygulandığında fungal misel gelişiminin gerilediği veya engellendiği doğru olmadığı kanısına varılmış ve güvenli şekilde stres testlerinde kullanılabileceği anlaşılmıştır. Antibiyotik kullanımının sporulasyonu etkilemediği de görülmüştür. Aynı fungusitlerin art arda kullanımı, patojen popülasyonunda fungusit duyarsızlığının gelişmesine neden olabilir. Bu nedenle fungusitlerin kombineli kullanımları çalışılmalı ve direnç probleminin önüne geçilmelidir. Fungus kültürü çalışmalarında bakteri kontaminasyonunu engellemek için kullanılan antibiyotiklerin çalışmalarda fungal gelişim ile ilgili sonuçları etkilemeyeceği, antibiyotik mekanizmasının bakteri ve funguslarda farklı mekanizmalar ile çalıştığı, bu mekanizmaların moleküler ve biyokimyasal olarak da irdelenmesi gerektiği değerlendirilmiştir. Bu çalışma bundan sonraki çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Bu çalışma birinci yazar tarafından yürütülmüş ve yazılmış olup ikinci ve üçüncü yazarlar makaleyi inceleyip düzenlemişlerdir.

#### ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan denekler ile herhangi bir çalışma bulunmaması nedeni ile etik onaya gerek duyulmamaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Avenot, H.F., & Michailides, T.J. (2007). Resistance to boscalid fungicide in *Alternaria alternata* isolates from pistachio in California. *Plant Disease*, 91, 1345-1350. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-10-1345>
- De Saeger, S., & Logrieco, A. (2017). Report from the 1st MYCOKEY international conference global mycotoxin reduction in the food and feed chain held in Ghent, Belgium, 11-14 September 2017. *Toxins*, 9 (9), 276. <https://doi.org/10.3390/toxins9090276>
- Dikilitaş, M., Ünsal, N., & Koçyiğit, A. (2010). Buğday çeşitlerinde olgunluk durumunu ölçmek için protein ve fenol içeriklerinin biyokimyasal belirteçler olarak kullanılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14 (3), 7-13.
- Freire, L., Passamani, F.R.F., Thomas, A.B., Nassur, R.D.C.M.R., Silva, L.M., Paschoal, F.N., & Batista, L.R. (2017). Influence of physical and chemical characteristics of winegrapes on the incidence of *Penicillium* and *Aspergillus* fungi in grapes and ochratoxin A in wines. *International Journal of Food Microbiology*, 241, 181-190. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.027>
- Kapoor, G., Saigal, S., & Elongavan, A. (2017). Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*, 33 (3), 300. <https://doi.org/10.4103/joacp.JOACP34915>

- Karman, M. (1971). Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler, Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T.C. Tarım Bak. Zir. Müc. ve Karantina Gn. Md. Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, 279 s.
- Kılınç, B., & Güldür, M.E. (2020). *In vitro* activities of some fungicides against the factor of *Neoscytalidium dimidiatum* obtained from pistachio in Şanlıurfa. *International Marmara Sciences Congress*, 19-20 June 2020 Kocaeli.
- Kılınç, B., Güldür, M., & Dikilitaş, M. (2023). Farklı sıcaklık koşullarında *Neoscytalidium novaehollandiae*'nin misel ve konidi gelişimi. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27 (4), 589-594. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1326265>
- Kılınç, B., Güldür, M., & Dikilitaş, M. (2022). Şanlıurfa ilinde Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında *Neoscytalidium novaehollandiae*'nin bulaşıklık oranının belirlenmesi, morfolojik ve genetik karakterizasyonu. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (1), 25-39. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1028027>
- Kurt, Ş., Soylu, S., Uysal, A., Soylu, E.M., & Kara, M. (2020). Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanınması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25, 46-56. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.686111>
- Maria das Graça, M.F., Mussi-Dias, V., Mattoso, T.C., Henk, D.A., Mendes, A., Macedo, M.L.R., & Suzy, W. (2017). Survey of endophytic *Alternaria* species isolated from plants in the Brazilian restinga biome. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 12 (2), 84-94. <https://doi.org/10.9790/3008-1202038494>
- Matic, S., Tabone, G., Garibaldi, A., & Gullino, M.L. (2020). *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria* species: an emerging problem on ornamental plants in Italy. *Plant Disease*, 104 (8), 2275-2287. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0399-RE>
- Nerya, O., Tzvilng, A., Hibrahim, H., & Ben-Arie, R. (2016). *Coniella granati* - a new pathogen of pomegranates in Israel - postharvest fungicide screening for control of storage decay. *Acta Horticulture*, 1144, 465-468. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1144.69>
- Özkılınç, H., & Kurt, S. (2017). Türkiye'de Antepfıstığının *Alternaria* yanıklığına neden olan *Alternaria* patojenlerinin fungusit direncinin taranması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Bilimleri Dergisi*, 27 (4), 543-549. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.339081>
- Sionov, R.V., & Steinberg, D. (2022). Targeting the holy triangle of quorum sensing, biofilm formation, and antibiotic resistance in pathogenic bacteria. *Microorganisms*, 10 (6), 1239. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061239>
- Thomma, B.P. (2003). *Alternaria* spp. from general saprophyteto specific parasite. *Molecular Plant Pathology*, 4 (4), 225-236. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2003.00173.x>
- Towsend, G.R., & Heuberger, J.W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27, 340-343.
- Töfoli, J.G., Domingues, R.J., & Tortolo, M.P.L. (2020). Effect of various fungicides in the control of *Alternaria* Leaf Blight in carrot crops. *Biológico, São Paulo*, 81 (1), 1-30. <https://doi.org/10.31368/1980-6221v.81a10010>
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Kara, M., & Soylu, E.M. (2022). Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 340-351. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1095692>
- Üstüner, T. (1996). Turunçgillerde *Alternaria citri* yanıklığı oluşumu ve kimyasallarla önlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 s.

## Isolation and identification of *Podospora flexuosa* (syn. *Cladorrhinum flexuosum*), a potential biocontrol agent detected in sugar beet cultivation areas in Türkiye

Türkiye’de şeker pancarı ekim alanlarından tespit edilen potansiyel biyokontrol ajanı *Podospora flexuosa* (syn. *Cladorrhinum flexuosum*)’nın izolasyonu ve tanımlanması

Meltem AVAN<sup>1</sup> , Rıza KAYA<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Adıyaman University, Agricultural Faculty, Department of Plant Protection, Adıyaman, Türkiye.

<sup>2</sup>Sugar Institute, Etimesgut, Ankara, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ABSTRACT   |
|---|--|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 03.11.2023<br/>Accepted / Kabul: 21.01.2024</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Beta vulgaris</i><br/><i>Podospora flexuosa</i><br/><i>Cladorrhinum flexuosum</i><br/>Mycobiota<br/>ITS<br/>Pathogenicity<br/>Record<br/>Türkiye</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/><i>Beta vulgaris</i><br/><i>Podospora flexuosa</i><br/><i>Cladorrhinum flexuosum</i><br/>Mikobiyota<br/>ITS<br/>Patojenisite<br/>Kayıt<br/>Türkiye</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Meltem AVAN<br/>meltemavan@adiyaman.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>Sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> L.) is widely cultivated in Konya province of Türkiye and about one third of Türkiye’s sugar beet production is obtained from this province. As a result of the isolations made from plants showing severe root rot and desiccation symptoms in sugar beet fields in the region in 2015-2017, a new endophytic fungal isolate was obtained from leaves along with soil and foliar disease agents belonging to different fungal species. The fungal isolate has dull yellow, light olive to light brown, fast growing colony-like, flexible conidiophores and septate branched hyphae. The representative fungal isolate did not cause disease symptoms on host plant leaves. Molecular identification of the fungal isolate was carried out using primers specific to the ITS gene region, and it was identified as <i>Podospora flexuosa</i> (syn. <i>Cladorrhinum flexuosum</i>) based on morphological and molecular characteristics. Since <i>P. flexuosa</i> is reported to be a biological control agent living as a saprophyte in soil and plant materials, it is thought that the fungal isolate obtained in our study can be used as a potential biocontrol agent in the biological control of plant disease agents in the future. To the best of our knowledge, this fungal species is reported for the first time for Türkiye.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Şeker pancarı (<i>Beta vulgaris</i> L.) Türkiye’nin Konya ilinde yaygın olarak yetiştirilmekte ve Türkiye şeker pancarı üretiminin yaklaşık üçte biri bu ilden elde edilmektedir. 2015-2017 yıllarında bölgedeki şeker pancarı tarlalarında şiddetli kök çürüklüğü ve kuruma belirtileri gösteren bitkilerden yapılan izolasyonlar sonucunda, farklı fungal türlere ait toprak ve yaprak hastalık etmenleri ile birlikte yapraklardan da yeni bir endofitik fungal izolat elde edilmiştir. Fungal izolat besiyerinde donuk sarı, açık zeytinden açık kahverengiye kadar değişen renklerde, hızlı büyüyen koloni benzeri, esnek konidiyoforlara ve septat dallı hiflere sahiptir. Temsili fungal izolat konukçu bitki yapraklarında hastalık belirtilerine neden olmamıştır. Fungal izolatın moleküler tanımlaması ITS gen bölgesine özgü primerler kullanılarak gerçekleştirilirken, morfolojik ve moleküler özelliklerine göre <i>Podospora flexuosa</i> (syn. <i>Cladorrhinum flexuosum</i>) olarak tanımlanmıştır. <i>P. flexuosa</i>’nın toprakta ve bitki materyallerinde saprofit olarak yaşayan bir biyolojik kontrol ajanı olarak bildirildiğinden, çalışmamızda elde edilen fungal izolatın gelecekte bitki hastalık etmenlerinin biyolojik kontrolünde potansiyel bir biyokontrol ajanı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bildiğimiz kadarıyla, bu fungal tür Türkiye için ilk kez rapor edilmektedir.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>  | Avan, M., & Kaya, R. (2024). Isolation and identification of <i>Podospora flexuosa</i> (syn. <i>Cladorrhinum flexuosum</i> ), a potential biocontrol agent detected in sugar beet cultivation areas in Türkiye. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 242-249. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1385507">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1385507</a>   |

## INTRODUCTION

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) is a dicotyledonous plant that is widely cultivated for sugar production in temperate regions (Trebbi & McGrath, 2004). About 29% of the total sugar beet production of 17.436.100 tonnes in Türkiye is produced in Konya province (TÜİK, 2019). There are two sources of sugar production: sugar beet and sugar cane (*Saccharum officinarum* L.), which have an important place in human nutrition (Akar & Yavuz, 2020; Üstüner, 2022). Türkiye ranks fifth in the world in terms of sugar beet production after France, Russia, the USA and Germany (FAOSTAT, 2019).

Species of the anamorphic genus *Cladorrhinum* Sacc. & Marchal form a slimy form consisting of unicellular conidia with lateral phialidic openings. Fertile hyphae may accumulate into more or less branched conidiophores. In culture microsclerotia can sometimes be seen in addition to terminal and lateral phialides (Hoog et al., 2000; Domsch et al., 2007).

*Cladorrhinum* species are found as saprophytes in fertilisers, plant material and soil (Lewis & Larkin, 1998; Madrid et al., 2011). This fungus has been associated to with humans and animals (Zapater & Scattini, 1979; Chopin et al., 1997; Gajjar et al., 2011). It represents a group of fungi of great importance because some species of the genus *Cladorrhinum* have biocontrol potential or promote plant growth and also produce phytases, enzymes useful in animal feed processing (Carmaran et al., 2015). Until 2001, the evolutionary relationships of *Cladorrhinum* species with other ascomycetes and the phylogenetic position of their anamorphic species were not fully known. *C. flexuosum* was first identified by isolation it from soil in Spain (Madrid et al., 2011). Wang et al. (2019 a,b) redefined three genera, *Cladorrhinum*, *Podospora*, and *Triangularia*, and established Podosporaceae based on phylogenetic analysis. Known related teleomorphs belong to the genus Sordariales, Lasiosphaeriaceae (Bell & Mahoney, 1997; Miller & Huhndorf, 2001). The current name of this fungus has been recorded as *Podospora flexuosa* (syn: *Cladorrhinum flexuosum*) (Madrid et al., 2011). This fungus belongs to the phylum Ascomycota, class Sordariomycetes, subclass Sordariomycetidae, order Sordariales, family Podosporaceae (Huang et al., 2021).

*Cladorrhinum* species are characterised by conidiophores of pale grey, dark green to brownish colour, rapidly growing colonies and often with widening collars and lateral openings. Conidia are described as unicellular, hyaline or subhyaline, smooth-walled, generally spherical and slimy masses (Mouchacca & Gams, 1993).

*Cladorrhinum flexuosum* was isolated from soil in Spain in 2011 and it was noted that *Cladorrhinum* species could be used as biocontrol agents (Madrid et al., 2011). Another study, it was reported that *C. flexuosum* could be used as an agent with a high potential to be developed for use in the control of the disease caused by *Fusarium graminearum* (Abaya et al., 2021). According to the studies conducted by Lewis and Larkin (1998), it was stated that *C. foecundissimum* was found to have strong antagonistic activity against *Rhizoctonia solani* Kuhn and *Pythium ultimum* Trow and could therefore can be used as a potential biocontrol agent. As many organisms have the ability to exert antagonistic effects against plant diseases, the use of these microorganisms against plant diseases is considered to be more natural, more environmentally friendly and safer. More effective biological control can only be achieved by using the right microorganism that is antagonistic to the target pathogens (Xue, 2003; Xue et al., 2009). Fungal biological control agents are considered important to protect valuable crops worldwide that can be infected by fungal diseases (Butt et al., 2001).

Therefore, although there are very few studies on these fungi, this study will shed light on future biological studies due to its potential use as a biocontrol agent. The work aims to contribute to the mycobiota of Türkiye by adding a new record.



## MATERIALS and METHODS

### **Sampling, fungal isolation and phenotypic characterization**

Disease samples were collected from approximately 30,000 hectares of sugar beet production areas in Konya province in two consecutive years between 2015 and 2017. Plants showing symptoms of root rot such as wilting and marginal necrosis of leaves at the seedling (spring) and mature plant (autumn) stages were included in the sampling, and the samples were taken to the laboratory in ice boxes for isolation. The *Podospora flexuosa* isolate CF 41-871 was obtained from a sample of sugar beet seedlings collected in Konya province, the major sugar beet growing area in Türkiye. Infected tissues (2–3 mm long) were kept in 1% sodium hypochlorite solution for 2 min to ensure surface sterilisation and then rinsed in distilled water (Uysal et al., 2022). After air drying, they were transferred to Petri dishes containing potato dextrose agar (PDA) medium (Merck, Darmstadt, Germany). The petri dishes were incubated for 7-10 days at 25-26 °C in a 12 h dark/light cycle. Phenotypic characterisation of the fungus was carried out by considering its colour, shape, colony structure, conidia and sclerotia structures in the petri dish.

### **DNA sequence analysis**

DNA isolation of these species isolates was carried out according to the method of Lee and Taylor (1990). The ITS region of the DNA was amplified with the ITS 1 (5' TCC GTA GGT GAA CCT GCGG 3') and ITS 4 (TCC TCC GCT TAT TGA TATGC 3') primers described by White et al. (1990). They are described and their sequences and those of the 5.8S and 28S ribosomal DNA and internal transcribed spacers 1 and 2 of the ribosomal RNA gene cluster are analyzed (Gilgado et al., 2005). Sequencing was performed by Macrogen Biotechnology. ITS sequence analysis was performed using BLAST via <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (Kurt et al., 2020). Sequences of each isolate were deposited and recorded in GenBank.

### **Pathogenicity test**

The pathogenicity of the fungus was tested under in vitro conditions using sugar beet seeds of the universally susceptible Aranka variety and was assessed in the test using the inoculum layer technique in the test (Schmitthenner & Hilty, 1962; Herr & Roberts, 1980). The soil mixture consisted of sterile soil, sand and peat moss (1:1:1), and this mixture was filled two-thirds of the way into 10 cm diameter sterile plastic containers. Culture discs of fungal isolates growing in PDA were placed on the soil mixtures, and 10 sterile seeds were arranged in a circle in each pot, with the soil mixture was placed on top. For the control group, seeds were planted in sterile soil mix. The experiment was performed in four replicates. The pots were incubated at 24±2°C under 12 hours of light and 12 hours of darkness, and watered regularly. Plants that died before and after emergence were recorded. In the final assessment, at the end of the 6th week, the remaining plants were removed and scored according to the Hanson scale of 0-4, where: 0=no lesions; 1=mild growth retardation and wilting of leaves; 2=there are chlorotic leaves and necrotic appearance at the leaf margins; 3=drying of roots, browning, death of leaves; 4=dead plant (Hanson et al., 2006). Four pots were used for each isolate in all pathogenicity tests. Pots containing seeds were placed in a growth chamber in four replicates according to a completely randomised experimental design. Disease index values were calculated using the following formula;

$$\text{Disease severity index} = \frac{\sum (\text{no of the seedlings at each scale} \times \text{scale value})}{\text{The highest scale value} \times \text{total seedling evaluated}} \quad (\text{Townsend \& Heuberger, 1943})$$

In this way, the percentage of disease in the plant caused by the isolate was determined. Disease severity is calculated using the Townsend-Heuberger formula. The percentage of disease severity was calculated by



multiplying the Disease Severity Index value by 100. The pathogenicity of these isolates is expressed as a percentage of disease severity.

## RESULTS and DISCUSSIONS

*Cladorrhinum*-like colonies that developed from the tissues of the samples were subcultured on PDA, purified and microscopically examined microscopically for morphological characteristics. *Cladorrhinum* colonies were dull yellow, light olive to light brown, fast-growing and flexible conidiophores and globose to dacryoid conidia on the media (Figure 1). Hyphae were divided and branched. Microsclerotia were absent.

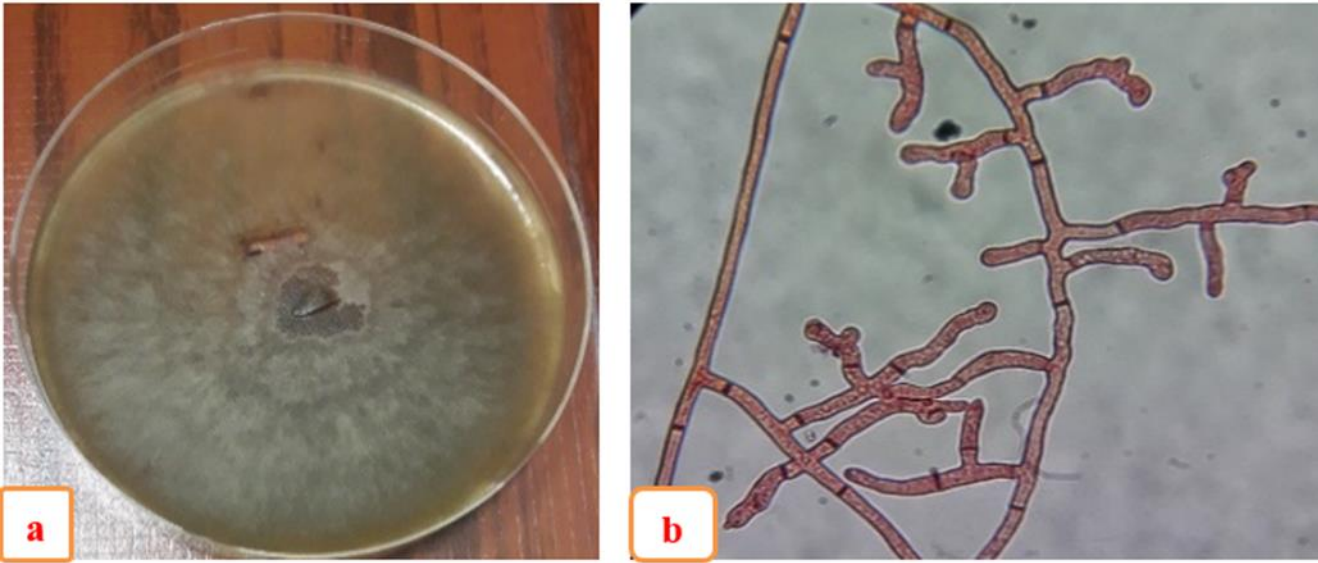


Figure 1. Microscopic features of *Podospora flexuosa*. a) *Podospora flexuosa* colony growth on PDA medium, b) conidiophore of *Podospora flexuosa*

Şekil 1. *Podospora flexuosa*'nın mikroskopik özellikleri. a) PDA besi yeri üzerinde *Podospora flexuosa*'nın koloni gelişimi, b) *Podospora flexuosa*'nın konidioforu

The resulting *P. flexuosa* isolate sequences (MN900535) were approximately 99% similar to other isolates on GenBank (MH864075). As a result of the pathogenicity test performed under *in vitro* conditions, it was found that the *P. flexuosa* isolate did not develop any disease symptoms in sugar beet leaves and roots after inoculation (Figure 2).

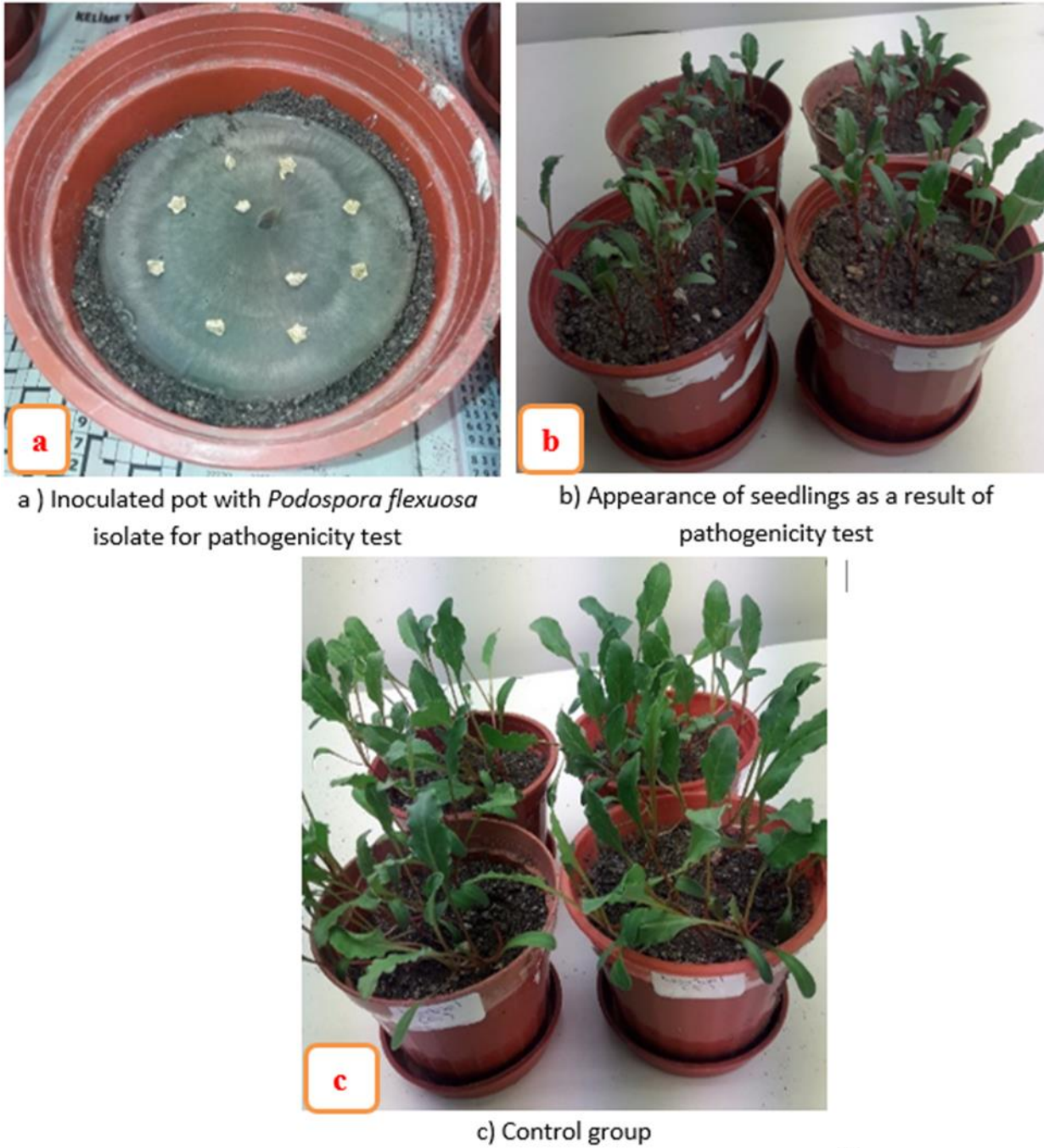


Figure 2. Pathogenicity test steps of *Podospora flexuosa* isolate and pathogenicity results. a) Sugar beet seeds placement on the *P. flexuosa* fungal disk; b) Growth of sugar beet seeds in pots with the fungus *P. flexuosa*; c) Growth of sugar beet seeds in pots where *P. flexuosa* fungus was not applied (control group)

Şekil 2. *Podospora flexuosa* izolatının patojenite test adımları ve patojenite sonuçları. a) Şeker pancarı tohumlarının *P. flexuosa* fungal diskine yerleştirilmesi; b) Saksılarda şeker pancarı tohumlarının *P. flexuosa* fungusu ile saksıda yetiştirilmesi; c) *P. flexuosa* fungusunun uygulanmadığı saksılarda şeker pancarı tohumlarının yetiştirilmesi (kontrol grubu)

The genus *Cladorrhinum* has become a group of fungi of primary importance for agriculture and animal husbandry, because some species produce phytases, enzymes useful in animal feed processing, as well as promoting plant growth and having the potential as biocontrol agents (Carmarón et al., 2015).

As a result of our studies, the isolate, which was determined to be non-pathogenic, is a first record for Türkiye for both the genus *Podospora* and the species *P. flexuosa*. In previously published studies, fungal species was identified as a biocontrol agent with strong antagonistic activity against fungi such as *C. foecundissimum* Sacc & Marchal, *Rhizoctonia solani* Kühn and *Pythium ultimum* Trow, which are among the *Cladorrhinum* species that are new to our country and have only limited studies in the world (Lewis & Larkin, 1998). Carmarón et al. (2015) also reported *Cladorrhinum* species as biocontrol agents. Abaya et al. (2021) found that *C. flexuosum*, one of the endophytic fungal isolates, could inhibit the pathogenicity of *Fusarium graminearum* and *Waitea circinata* in wheat seedling leaves by 31-86%.

There are very few studies on this fungal pathogen worldwide. Therefore, it is important to evaluate the biological control potential of this fungal species against potential pathogens. This study demonstrated the presence of *P. flexuosa* from sugar beet growing areas. Result is believed to guide researchers using this fungus as a biological control agent in future studies.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Prof. Dr. Harun Bayraktar and Asst. Prof. Gülsüm Palacioğlu, who supported the molecular diagnostic studies of the isolates.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors of the article declare that they do not have no conflicts of interest.

#### AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

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

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

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

#### REFERENCES

- Abaya, A., Xue, A., & Hsiang, T. (2021). Selection and screening of fungal endophytes against wheat pathogens. *Biological Control*, 154, 104511. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104511>
- Akar, A., & Yavuz, D.Ö. (2020). Uşak ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekim tarlalarında bulunan yabancı ot türlerinin, rastlama sıklıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (3), 461-473. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.678019>
- Bell, A., & Mahoney, D.P. (1997). Coprophilous fungi in New Zealand II. *Podospora* species with coriaceous perithecia. *Mycologia*, 89, 908-915, <https://doi.org/10.2307/3761111>
- Brantner, J.R., & Windels, C.E. (1998). Variability in sensitivity to metalaxyl in vitro, pathogenicity, and control of *Pythium* spp. on sugar beet. *Plant Disease*, 82 (8), 896-899, <https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.8.896>
- Butt, T.M., Jackson, C., & Magan, N. (2001). *Introduction-fungal biological control agents*. T.M. Butt, C.W. Jackson, N. Magan (Eds.), *Fungi as Biocontrol Agents. Progress, Problems and Potential*, CABI Publishing, Wallingford, Oxon, pp. 1-8.
- Carmarón, C.C., Berretta, M., Martínez, S., Barrera, V., Munaut, F., & Gasoni, L. (2015). Species diversity of *Cladorrhinum* in Argentina and description of a new species, *Cladorrhinum australe*. *Mycological Progress*, 14, 1-11, <https://doi.org/10.1007/s11557-015-1106-3>

- Chopin, J.B., Sigler, L., Connole, M.D., O'Boyle, D.A., Mackay, B., & Goldstein, L. (1997). Keratomycosis in a Percheron cross horse caused by *Cladorrhinum bulbillosum*. *Journal of Medical and Veterinary Mycology*, 35, 53-55. <https://doi.org/10.1080/02681219780000871>
- Domsch, K.H., Gams, W., & Anderson, T.H. (2007). *Compendium of soil fungi*. 2nd ed. Eching: IHW Verlag. 672 p.
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations [online]. Website <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Accessed on 12.06.2023).
- Gajjar, D.U., Pal, A.K., Santos, J.M., Ghodadra, B.K., & Vasavada, A.R. (2011). Severe pigmented keratitis caused by *Cladorrhinum bulbillosum*. *Indian Journal of Medical Microbiology*, 29, 434-437. <https://doi.org/10.4103/0255-0857.90191>
- Gilgado, F., Cano, J., Gené, J., & Guarro, J. (2005). Molecular phylogeny of the *Pseudallescheria boydii* species complex: proposal of two new species. *Journal of Clinical Microbiology*, 43, 4930-4942. <https://doi.org/10.1128/jcm.43.10.4930-4942.2005>
- Hanson, G.C., Hammer, L.B., & Colton, C.L. (2006). Development and validation of a multidimensional scale of perceived work-family positive spillover. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11 (3), 249-265. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.11.3.249>
- Herr, L.J., & Roberts, D.L. (1980). Characterization of *Rhizoctonia* populations obtained from sugar beet fields with differing soil textures. *Phytopathology*, 70 (6), 476-480.
- Huang, S.K., Hyde, K.D., Mapook, A., Maharachchikumbura, S.S., Bhat, J.D., McKenzie, E.H.C, Jeewon, R., & Wen, T.C. (2021). Taxonomic studies of some often over-looked Diaporthomycetidae and Sordariomycetidae. *Fungal Diversity*, 111, 443-572. <https://doi.org/10.1007/s13225-021-00488-4>
- Hoog de, G.S., Guarro, J., Gene, J., & Figueras, M.J. (2005). *Atlas of clinical fungi*. 2nd ed. Utrecht/Reus: Centraalbureau voor Schimmelcultures/Universitat Rovira i Virgili. 1126 p.
- Kurt, Ş., Soyulu, S., Uysal, A., Soyulu, E.M., & Kara, M. (2020). Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1), 46-56. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.686111>
- Lee, S.B., & Taylor, J.W. (1990). Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores. Pages 282-287 in: *PCR protocols: A Guide to Methods and Applications*. M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White, eds. Academic Press, New York.
- Lewis, J.A, & Larkin, R.P. (1998). Formulation of the biocontrol fungus *Cladorrhinum foecundissimum* to reduce the damping-off disease caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum*. *Biological Control*, 12, 182-190. <https://doi.org/10.1006/bcon.1998.0639>
- Madrid, H., Cano, J., Gené, J., & Guarro, J. (2011). Two new species of *Cladorrhinum*. *Mycologia*, 103 (4), 795-805. <https://doi.org/10.3852/10-150>
- Miller, A.N., & Huhndorf, S.M. (2001). Neotropical ascomycetes 10. New and interesting *Cercophora* species. *Sydowia*, 53, 211-226.
- Mouchacca, J., & Gams, W. (1993). The hyphomycete genus *Cladorrhinum* and its teleomorph connections. *Mycotaxon*, 48, 415-440.
- Schmitthenner, A.F., & Hilty, J.W. (1962). A method for studying postemergence seedling root rot. *Phytopathology*, 52, 177-17.
- Townsend, G.K., & Heuberger, J.W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27, 340-343.
- Trebbi, D., & McGrath, J.M. (2004). Fluorometric sucrose evaluation for sugar beet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6862-6867. <https://doi.org/10.1021/jf048900c>



- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Accessed on 12.06.2023).
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Kara, M., & Soylu, E.M. (2022). Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyotaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (2), 340-351. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1095692>
- Üstüner, T. (2022). Determination of weed species, density, frequency and coverage areas in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) fields located in Kahramanmaraş and Adana provinces. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 512-524. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1101680>
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S., & Taylor, J.W. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky J, White TJ (eds), *PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications*. Academic Press, San Diego, 315-322 pp.
- Xue, A.G. (2003). Biological control of pathogens causing root rot complex in field pea using *Clonostachys rosea* strain ACM941. *Phytopathology*, 93, 329-335. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2003.93.3.329>
- Xue, A.G., Voldeng, H.D., Savard, M.E., Fedak, G., Tian, X., & Hsiang, T. (2009). Biological control of fusarium head blight of wheat with *Clonostachy rosea* strain ACM941. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 31, 169-179. <https://doi.org/10.1080/07060660909507590>
- Wang, X.W., Bai, F.Y., Bensch, K., Meijer, M., Sun, B.D., Han, Y.F., Crous, P.W., Samson, R.A., Yang, F.Y., & Houbraken, J. (2019a). Phylogenetic re-evaluation of *Thielavia* with the introduction of a new family *Podosporaceae*. *Studies in Mycology*, 93, 155-252. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2019.08.002>
- Wang, X.W., Yang, F.Y., Meijer, M., Kraak, B., Sun, B.D., Jiang, Y.L., Wu, Y.M., Bai, F.Y., Seifert, K.A., Crous, P.W., Samson, R.A., & Houbraken, J. (2019b). Redefining *Humicola* sensu stricto and related genera in the *Chaetomiaceae*. *Studies in Mycology*, 93, 65-153. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.07.001>
- Zapater, R.C., & Scattini, F. (1979). Mycotic keratitis by *Cladorrhinum*. *Sabouraudia*, 17, 56-69.

## Consumers' attitudes toward probiotic dairy products in the post-Covid-19 normalization process

Covid-19 sonrası normalleşmede tüketicilerin probiyotik süt ürünlerine yönelik tutumları

Berrak DELİKANLI KIYAK<sup>1</sup> , İlkyay YILMAZ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bursa Uludağ University, Vocational School of Iznik, Department of Food Processing, Bursa, Türkiye.

<sup>2</sup>Baskent University, Faculty of Fine Arts, Design and Architecture, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ABSTRACT  |
|---|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Received / Geliş: 29.09.2023<br/>Accepted / Kabul: 21.01.2024</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Covid-19<br/>Health<br/>Probiotics<br/>Probiotic dairy products</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Covid-19<br/>Sağlık<br/>Probiyotik<br/>Probiyotik süt ürünleri</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Berrak DELİKANLI KIYAK<br/>bdelikanli@uludag.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.</p> <p>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Current studies conducted during the Covid-19 pandemic reported that contracting Covid-19 and related deaths was higher in undernourished and immunocompromised societies than in societies with a well-balanced diet. The consumption of various foods, beverages, nutritional supplements, and foods that support the immune system against Covid-19 was also recommended during this process. Probiotics are among the recommended foods to be consumed. This study aimed to determine the consumption tendencies of individuals toward probiotic dairy products in the post-Covid-19 normalization process. Data were collected through a survey from 315 adults residing in Ankara, Turkey, between September-November 2022 to identify their awareness of probiotic dairy products and their desire to consume them. Participants were selected through convenience sampling. Findings were analyzed through IBM SPSS 25 statistics software using independent samples t-test and one-way analysis of variance (ANOVA). No significant correlation was found between consumers' socio-demographic characteristics and their knowledge or awareness levels about probiotic dairy products. However, female consumers and those with higher education levels were found to have an increased awareness of probiotic dairy products and purchasing likelihood. Additionally, those who contracted Covid-19 tended to consume these products to live healthier. The study emphasized awareness-raising consumers of the possibility of a healthier life by consuming probiotic dairy products.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Covid-19 salgını sırasında yapılan güncel araştırmalar, yetersiz beslenen ve bağışıklığı baskılanmış toplumlarda, dengeli beslenen toplumlara göre Covid-19'a yakalanma ve buna bağlı ölümlerin daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Ayrıca bu süreçte Covid-19'a karşı bağışıklık sistemini destekleyen çeşitli yiyecek, içecek, besin takviyesi ve gıdaların tüketilmesi de önerilmektedir. Probiyotikler tüketilmesi önerilen besinler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Covid-19 sonrası normalleşme sürecinde bireylerin probiyotik süt ürünlerine yönelik tüketim eğilimlerinin belirlenmesini amaçlanmıştır. Probiyotik süt ürünleri konusundaki farkındalıklarını ve bunları tüketme isteklerini belirlemek amacıyla Eylül-Kasım 2022 tarihleri arasında Ankara, Türkiye'de ikamet eden 315 yetişkinden anket yoluyla veriler toplanmıştır. Katılımcılar kolayda örnekleme yoluyla belirlenmiştir. Bulgular, bağımsız örnekler t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak IBM SPSS 25 istatistik yazılımı aracılığıyla analiz edilmiştir. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri ile probiyotik süt ürünlerine ilişkin bilgi ve farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ancak kadın tüketicilerin ve eğitim düzeyi yüksek olanların probiyotik süt ürünleri konusunda farkındalıklarının ve satın alma olasılıklarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca Covid-19'a yakalananlar daha sağlıklı yaşamak için bu ürünleri tüketme eğilimi göstermektedir. Bu çalışma ile, probiyotik süt ürünleri tüketerek daha sağlıklı bir yaşam mümkün olabileceği konusunda tüketicilerin bilinçlendirilmesi vurgulanmaktadır.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>  | Delikanlı Kıyak, B., & Yılmaz, İ. (2024). Consumers' attitudes toward probiotic dairy products in the post-Covid-19 normalization process. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 250-264. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1368850">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1368850</a>   |



## INTRODUCTION

World Health Organization (WHO) announced the coronavirus disease 2019 (Covid-19) outbreak as a public health emergency of global concern in March 2020 because of its worldwide spread from China. Covid-19 is delineated as an illness leading to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), a subspecies of the family (Gorbalenya et al., 2020; Park, 2020; WHO, 2020a; WHO, 2020b). Coronaviruses are known to affect the respiratory and gastrointestinal systems of birds, mammals, and humans and, by settling in the lower respiratory tract, cause death due to acute respiratory distress caused by pneumonia (Chen et al., 2022). They are also considered a disease of animal origin (zoonosis), but they can mutate and infect humans, thus causing epidemics. The present situation shows that no method directly prevents or treats Covid-19 (Das et al., 2020; Jayawardena et al., 2020; Gasmı et al., 2020; Zhang and Liu, 2020). Besides, it is known that in people whose immune system is weak are more likely to get caught to Covid-19 and as a result of this it is stated that disease and death rates related to COVID-19 in these people are quite high. Therefore each individual needs to have a strong immune system in order to develop resistance against covid-19 and live in a healthy way (Calder, 2020; Rishi et al., 2020). For this purpose it is advised that individuals should consume food which supports the immune system in order to prevent getting caught to covid-19 (Alkhatib, 2020; Akar-Sahingoz & Yalcin, 2022). In this context, probiotic foods are recommended as an alternative treatment among prophylactic and therapeutic measures, as they strengthen the immune system, help repair deformed tissues and organs, and affect the gut-lung axis (Baud et al., 2020; Synodinou et al., 2022).

Probiotic foods are “foods that contain sufficient active probiotic bacteria during shelf life” in this context, lactic acid bacteria, especially *Bifidobacteria* and *Lactobacilli*, are among the best-known probiotics as live microbial food additives (Zucko et al., 2020; Munir et al., 2022). Studies are carried out intensively on foods with secondary protective effects for increasing people’s demands for a healthy life. For this purpose, many food products such as yogurt, cheese, chocolate, and fruit juices have been developed to deliver probiotics to people for their consumption alongside food. Dairy products such as yogurt, cultured liquid milk, kefir, and cheese are known to be the main sources of probiotic microorganisms.

Probiotic dairy products have been the content of many studies in recent years because of their high functional values. Scientific research about the specific positive function of probiotics on human health has revealed that probiotics prevent or treat many diseases, including gastrointestinal infections, anti-microbial activity, betterment in lactose metabolism, decrease in serum cholesterol, stimulating the immunity, anti-mutagenic, anti-carcinogenic, anti-diarrheal features, betterment in inflammatory intestine disease, elimination of *Helicobacter pylori* bacteria, allergic disorders, obesity, Type-2 diabetes, insulin resistance syndrome, protection of intestinal microbiota against pathogens, infant diarrhea, urinary tract inflammation, osteoporosis, and hypercholesterolemia (Roobab et al., 2020; Pulido et al., 2021, Hamad et al., 2022; Kuçukgoz & Trzaskowska, 2022; de Miranda, 2023; Rusch et al., 2023; Vera-Santander et al., 2023). To this end, this study aimed to determine the level of awareness of consumers living in Ankara about probiotic dairy products and their consumption habits in the post-Covid-19 normalization process. It also attempted to determine consumers’ knowledge, the reasons for consumption, and opinions about probiotic dairy products. In this regard, the study intended to serve as a reference material that will shed light on consumers and the sector by determining the current situation.

## MATERIALS and METHODS

This study intended to identify consumers’ awareness of probiotic dairy products and their desire to consume these in the post-Covid-19 normalization process. For this purpose, 315 adult individuals, 109 men and 206 women, aged between 14-72 years, residing in Ankara, Turkey, participated voluntarily in the study between September-November 2022. Data were collected through the survey developed by Balkis (2011). Participants were selected

through the convenience sampling method. The survey was accordingly delivered to people who could be easily reached from the existing and immediate environment and were willing to participate in the survey. The convenience sampling method requires researchers to access people who are close and easy to reach, and the survey continues until the number of people reaches the desired sample size (Yildirim & Simsek, 2016).

The research utilized a survey model which is a research approach pointing to define a past or present condition as it exist, because that the size of sample is completely linked to data attribute and survey rightness, taking into account a precision degree of  $D = 0.05$ , a confidence interval 95% and a ratio of 50%, the eventual size of sample measured was  $n = 315$  contributors applying the typical fault formula (Yilmaz-Ersan et al., 2020):

$$n = \frac{N * t^2 * pq}{d^2(N - 1)} + t^2 * pq$$

Prior to data collection, the ethics committee approval was obtained from the Ethics Committee of Baskent Social and Human Sciences and Art Research and Publication with the decision numbered E-62318886-605.99-157603 dated 08/09/2022.

Research data were collected using a survey form, the main frame of which was determined, via Google Documents, in line with the information obtained by examining the relevant literature and expert opinions (Akar Sahingoz & Yalcin, 2022). The first part of the survey, which was prepared to explore participants' consumption of probiotic dairy products, included questions to determine general background information, demographics, and knowledge about the Covid-19 disease. On the other hand, the second part contained items on dietary habits, consumption of probiotic-added foods, factors affecting their consumption, diseases cured by probiotics, and reasons for not consuming them and their frequency. The last part, however, comprised a table displaying the items about participants' knowledge levels about probiotics. These items were rated on a 5-point Likert scale from "strongly agree" to "strongly disagree" Participants were informed that their responses would be strictly confidential and be used only for scientific purposes. It was also assumed that participants gave honest and unbiased responses.

The raw data obtained were first processed into data coding tables. Necessary statistical analyses were then performed through IBM SPSS 25 statistics software. Frequency distributions of demographics were calculated. Chi-square tests were conducted to compare participants' opinions and consumptions about probiotic foods with their gender, nutrition course attendance, and Covid-19 histories. Participants' demographics and Covid-19 histories, as well as their knowledge of probiotic foods and dietary habits, were examined using an independent sample t-test and one-way analysis of variance (ANOVA).

## RESULTS and DISCUSSIONS

Table 1 presents some personal information of the participants: gender, education level, diagnosed health problem related to nutrition, Covid-19 history. According to Table 1, 34.6% of the 315 participants were male, and 65.4% were female. The high female participation rate in the study was due to women's increased interest in nutrition studies (Payci, 2009; Tamel, 2010). Participants were between 14 and 72 years old, with a mean age of  $35.30 \pm 11.95$ . While 30.2% of the participants held a Master's or a Ph.D. degree, the others were university (58.7%) and high school (9.8%) graduates. 15.6% of the participants were found to have a health problem related to their eating habits, and 54.9% contracted Covid-19 (Table 1). It was concluded that participants' higher education levels stemmed from residing in central regions, and the low rates of nutritional diseases resulted from their young average age.

Table 1. Distribution of the participants' gender, education level, diagnosed health problem related to nutrition, Covid-19 history information (n = 315)

Çizelge 1. Katılımcıların cinsiyet, eğitim düzeyi, beslenmeyle ilgili teşhis edilen sağlık sorunu, Covid-19 geçmişi bilgilerinin dağılımı (n = 315)

|   | Variables                | f   | %     |
|---|--------------------------|-----|-------|
| Gender  | Male                     | 109 | 34.6  |
|   | Female                   | 206 | 65.4  |
|   | Total                    | 315 | 100.0 |
| Education level                               | Illiterate               | 1   | 0.3   |
|   | Primary School           | 1   | 0.3   |
|   | Secondary School         | 2   | 0.6   |
|   | High School              | 31  | 9.8   |
|   | University               | 185 | 58.7  |
|   | Master's/doctoral degree | 95  | 30.2  |
|   | Total                    | 315 | 100.0 |
| Diagnosed health problem related to nutrition | Yes                      | 49  | 15.6  |
|   | No                       | 266 | 84.4  |
|   | Total                    | 315 | 100.0 |
| Covid-19 history                              | Yes                      | 173 | 54.9  |
|   | No                       | 142 | 45.1  |
|   | Total                    | 315 | 100.0 |

Post-Covid-19 normalization process mandates the creation of a strong immunity for implementing a healthy nutrition plan. In this context, individuals are required to be more knowledgeable about nutrition. Relevant studies revealed that women were more conscious than men about nutrition because they are food deciders and buyers (Flagg et al., 2013; Carlson et al., 2018; Singh et al., 2020; McKenzie et al., 2022). It was also established that food knowledge while consuming a particular food affected its consumption. Gender studies examining consumers' perceptions and attitudes toward probiotic foods demonstrated that women consumed probiotic foods more (Bouge et al., 2003; Yabancı & Simsek, 2007; Zeren, 2015; Horasan et al., 2021). A comparison of this study with other studies examining the opinions of consumers toward probiotic foods revealed that gender did not affect distinguishing between probiotic foods ( $p>0.05$ ). It was also determined that gender did not affect participants' consumption of probiotic foods, thoughts on their benefits, and whether they read the labels or recommended them to their circles ( $p>0.05$ ). In addition, the reasons for not consuming probiotic foods, the foods they wanted to contain additional probiotics, and whether probiotic foods were beneficial to health did not vary according to gender ( $p>0.05$ ). On the other hand, the reasons for probiotic food consumption differed significantly between men and women ( $X^2 = 14.094$ ,  $p<0.05$ ) (Table 2). While 73.2% of those using probiotic foods to strengthen the immune system were women, 80% of those using probiotic foods to avoid circulatory system problems were men (Table 2). In a different study, 71.8% of the participants in study stated that the reason for consuming probiotics the most was disease prevention (Yuçecan et al., 2006). In another study, 47.6% of the participants stated that probiotic products helped regulate the gastrointestinal system (Aydin et al., 2010). Another similar study determined that the most common reason for probiotic consumption was their effects on the digestive system (Betz et al., 2015). Kagan et al. (2019) found in their study that 63% of adults impacted the activation of their immune systems due to regular probiotic food consumption.

The participants' opinions on probiotic foods were compared to their Covid-19 histories (Table 2). The only difference was found in distinguishing probiotic foods ( $X^2 = 11.003$ ,  $p<0.01$ ) (Table 2). People with no Covid-19 history referred to probiotic foods as "the general term for foods that contain all the proteins the body requires" more than those with Covid-19. Results also revealed no statistically significant difference in the other opinions for

probiotic foods based on contracting Covid-19 ( $p>0.05$ ). In this context, studies emphasized that people should attend to their diets to prevent and control Covid-19 (Ashby, 2020; Mehta, 2020; Indumathi & Sharma, 2022; Kaushal et al., 2022). It was also found that probiotic products strengthened the immune system by fighting pathogens when consumed in sufficient quantities (Akpınar & Kaplan-Turkoz, 2019; Topuz, 2020).

Table 2. Distribution of the opinions on probiotic foods by gender and having Covid-19 history

Çizelge 2. Probiyotik gıdalara ilişkin görüşlerin cinsiyete ve Covid-19 geçmişine göre dağılımı

| Opinions on probiotic foods  | Gender | Having Covid-19 history |
|--|--------|-------------------------|
| <b>Characterization of probiotic foods</b>   | 0.314  | 0.001*                  |
| The name for the foods that help to maintain microbiological balance in the intestines |        |                         |
| The general term for foods that contain all the proteins the body requires             |        |                         |
| <b>Consumption of probiotic foods</b>  | 0.301  | 0.468                   |
| Yes  |        |                         |
| No   |        |                         |
| <b>Benefited from probiotic foods</b>  | 0.603  | 0.465                   |
| Yes  |        |                         |
| No   |        |                         |
| <b>Reading labels on probiotic foods</b>   | 0.077  | 0.161                   |
| Yes  |        |                         |
| No   |        |                         |
| <b>Recommendation of probiotic foods consumption</b>                                   | 0.164  | 0.182                   |
| Yes  |        |                         |
| No   |        |                         |
| <b>Reasons for consuming probiotic foods</b>   | 0.003* | 0.842                   |
| To strengthen the immune system  |        |                         |
| To avoid gastrointestinal problems   |        |                         |
| To avoid circulatory system problems   |        |                         |
| Other reasons (lose weight, skin, eye problems, etc.)                                  |        |                         |
| <b>Reasons for not consuming probiotic foods</b>                                       | 0.329  | 0.688                   |
| Lack of knowledge  |        |                         |
| Having no need   |        |                         |
| Tasteless  |        |                         |
| Unnatural  |        |                         |
| Expensive  |        |                         |
| Other (habits, lack of time, etc.)   |        |                         |
| <b>Foods requiring the addition of probiotics</b>                                      | 0.414  | 0.350                   |
| Cookies, confectioneries, and chocolates   |        |                         |
| Beverages  |        |                         |
| Pasta, pastries  |        |                         |
| Other (vegetables, fruits, soups, flour, etc.)   |        |                         |
| <b>Probiotic foods are beneficial for health</b>                                       | 0.194  | 0.250                   |
| Yes  |        |                         |
| No   |        |                         |

(\*) indicates that it is statistically significant at  $p<0.05$ .

In recent years, the increasing interest in the concept of healthy nutrition has led individuals to functional foods and food supplements. Probiotic foods are defined as products greatly preferred by consumers, with a central place among functional products (Kose et al., 2019). Research on determining the level of awareness of the concept of probiotics showed variations (Chukwu et al., 2015; Eser, 2017; Kagan et al., 2019; Ozgul et al., 2020). In this study, individuals' probiotic food consumption habits and their awareness levels regarding the concept of probiotics were

evaluated. Findings in Figure 1 showed that attending a nutrition course impacted the reasons for probiotic food consumption ( $\chi^2 = 22.373$ ,  $p < 0.05$ ). A high rate of 90.9% who consume probiotic foods has attended nutrition courses because they have knowledge about probiotic foods. In a similar study conducted in Lagos, Nigeria, 57.3 % of medical students reported they never heard of the concept of probiotics before (Chukwu et al., 2015). A study in Turkey about probiotic knowledge levels determined that 38.5% of university students did not know the concept of probiotics (Yurttas & Yilmaz, 2017). Another similar study conducted in Turkey found that the awareness rate of probiotic foods was 64.5% (Kagan et al., 2019). An increase in probiotic knowledge levels was proportionate to an increase in using probiotic foods and products. When consumption rates of probiotic dairy products were examined as per nutrition course attendance, the kefir consumption habits of those who took the nutrition course were significantly higher ( $\chi^2 = 11.121$ ,  $p < 0.05$ ) (Figure 1). It was found that those who did not attend a nutrition course consumed less or no kefir than those who did attend. The results of many studies showed that the most consumed probiotic food, similar to our study, was probiotic yogurt (Balkis, 2011; Betz et al., 2015; Eser, 2017; Ozgul et al., 2020). The finding of Hacıoglu & Kurt (2012) study showed that kefir was the most consumed probiotic food, which differed from the others, followed by yogurt and probiotic milk. Easy accessibility was the reason for probiotic yogurt to be the most consumed probiotic food. Today, although significant contributions are made to developing healthy nutrition awareness through written and visual media, more permanent and sustainable contributions can be made, especially if awareness-raising training is systematically given in formal education during the basic education-training periods.

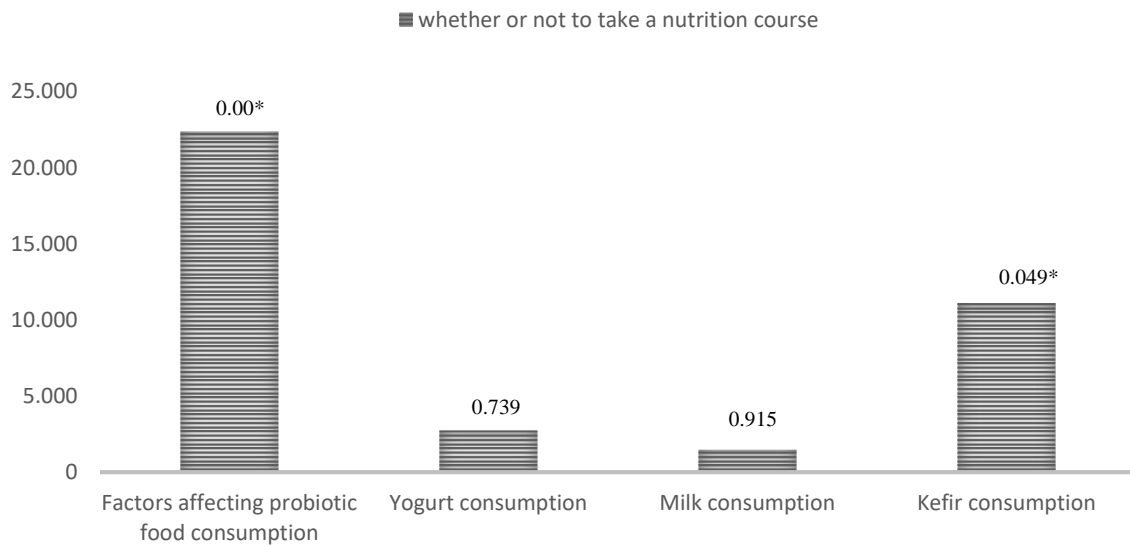


Figure 1. Frequency of probiotic food consumption based on attendance to a nutrition class  
(\* indicates that it is statistically significant at  $p < 0.05$ )

Şekil 1. Beslenme dersine katılıma göre probiyotik gıda tüketim sıklığı  
(\* )  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı

Many factors, such as gender, age, and education level, are considered to impact probiotic awareness. Therefore, although probiotic awareness is constantly increasing, the study results for determining knowledge levels about the meaning of probiotics have varied. In this study, an independent sample t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) method were used to determine the effect of gender, education level and Covid-19 history on probiotic awareness in order to reveal the difference (Table 3). Table 3 shows the probiotic food knowledge scores according to gender. Female participants scored significantly higher than males in the statements “Probiotic foods can make us feel good”, “Probiotic foods help to strengthen the immune system”, “Yogurt contributes to the regulation of

the digestive system”, “Probiotic foods help to prevent diseases”, “Probiotic foods are resistant to antibiotics” ( $p<0.05$ ), “Probiotic foods help to prevent cancers”, “Probiotic foods contribute to eye health” and “Probiotic foods have a positive effect on skin health” ( $p<0.01$ ). This finding might be justified by the higher health and nutrition awareness of females than males. Unlike our study, a similar study found that 49.3% of women had never heard of the concept of probiotics (Sahin, 2018). A study by Kucuk & Yilbar (2021) revealed that the concept of probiotics was not known by 33.3% of women. Such variations might be due to different male and female populations in the regions where the studies were conducted.

The increase in education levels leads to many behavioral changes in food purchasing behaviors, such as healthy eating, openness toward new products, and a tendency to consume ready-made food. A comparison between probiotic food awareness and education levels suggested that participants with high education levels usually had more accurate information about probiotic foods (Table 3). Participants holding a Master’s or a Ph.D. degree agreed significantly more than those who had university, high school or lower degrees on the following statements, “Probiotic foods are rich in nutrients”, “Probiotic foods help to strengthen the immune system”, “Yogurt contributes to the regulation of the digestive system”, “Probiotic foods contain high numbers of microorganisms”, “Probiotic foods are generally produced by natural methods” and “Probiotics help prevent the growth of disease-causing microorganisms” ( $p<0.05$ ). On the other hand, participants with a university, high school or lower degrees agreed to the statements “Probiotic foods can cause diarrhea”, “Probiotic foods are produced without fermentation” and “Probiotic foods decrease the need for vitamins and minerals” significantly more than those with a graduate degree ( $p<0.05$ ). Babajimopoulos et al. (2004) found that those with higher education levels had a better level of knowledge about probiotics. Al-Muammar et al. (2013) also determined that those with a higher education degree such as a Master's degree, had significantly higher mean values in their knowledge of probiotics than other groups. Similar findings were reported in other studies on probiotic consumption and awareness (Gulec, 2015; Yurttas & Yilmaz, 2017; Pehlivan & Nutrt, 2020).

Due to the Covid-19 disease that has impacted the whole world, eating and drinking habits, at the heart of daily routine, have also been changed, acquiring a dimension aimed at health protection. Although Covid-19 is seen as a virus that mainly impacts the lungs, it also causes symptoms related to the gastrointestinal system (e.g., diarrhea, emesis, abdominal pains, etc.). For this reason, it is emphasized that probiotics positively impact fighting the disease (Kuru-Yasar & Ustun-Aytekin, 2021). In this context, using probiotics is a cheap and safe way to eat healthily and protect against microbial infections. Table 3 compares participants’ knowledge about probiotic foods and their Covid-19 histories. The results revealed that participants who contracted Covid-19 significantly agreed more to with statements “Probiotic foods can make us feel good”, “Probiotic foods are rich in nutrients”, “Yogurt contributes to the regulation of the digestive system”, “Probiotic foods are generally produced by natural methods” and “Probiotics help prevent the growth of disease-causing microorganisms” than those who did not ( $p<0.05$ ). Chinese studies suggested that a dramatic decrease in probiotics, such as Lactobacillus and Bifidobacterium, in the gastrointestinal systems of Covid-19 patients caused the intestinal microecological balance to deteriorate. In addition, it was suggested that these patients may need prebiotic and probiotic supplements to regulate their gastrointestinal flora balance by reducing the current infection risk (Xu et al., 2020).

Table 3. Scores for knowledge on probiotic food in terms of gender, education level and Covid-19 history

Çizelge 3. Cinsiyet, eğitim düzeyi ve Covid-19 geçmişine göre probiyotik gıdalara ilişkin bilgi skorları

| Knowledge of probiotic foods                         | Gender | Education level | Covid-19 history |
|--|--------|-----------------|------------------|
| Probiotic foods can make us feel good                | 0.034* | 0.076           | 0.042*           |
| Probiotic foods are rich in nutrients                | 0.129  | 0.015*          | 0.046*           |
| Probiotic foods help to strengthen the immune system | 0.045* | 0.008*          | 0.054            |



Table 3 (devamı). Scores for knowledge on probiotic food in terms of gender, education level and Covid-19 history  
 Çizelge 3 (continued). Cinsiyet, eğitim düzeyi ve Covid-19 geçmişine göre probiyotik gıdalara ilişkin bilgi skorları

|  |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|
| Yogurt contributes to the regulation of the digestive system   | 0.039* | 0.009* | 0.023* |
| Probiotic foods contain high numbers of microorganisms         | 0.184  | 0.010* | 0.131  |
| Probiotic foods help to prevent diseases                       | 0.025* | 0.070  | 0.101  |
| Probiotic foods increase the risk of contracting cancers       | 0.739  | 0.165  | 0.991  |
| Microorganisms in probiotic foods always retain their activity | 0.213  | 0.102  | 0.167  |
| Probiotic foods have therapeutic effects                       | 0.176  | 0.622  | 0.063  |
| Probiotic foods can cause diarrhea                             | 0.440  | 0.000* | 0.586  |
| Probiotic foods help to prevent cancers                        | 0.007* | 0.082  | 0.146  |
| Probiotic foods help to prevent the reproduction of pathogen   | 0.097  | 0.264  | 0.180  |
| Probiotic foods are resistant to antibiotics                   | 0.022* | 0.082  | 0.825  |
| Probiotic foods contribute to eye health                       | 0.000* | 0.211  | 0.700  |
| Probiotic foods have a positive effect on skin health          | 0.000* | 0.352  | 0.161  |
| Probiotic foods help to lose weight                            | 0.248  | 0.452  | 0.142  |
| Probiotic foods increase the appetite                          | 0.481  | 0.522  | 0.684  |
| Probiotic foods are produced without fermentation              | 0.314  | 0.005* | 0.403  |
| Probiotic foods decrease the need for vitamins and minerals    | 0.963  | 0.021* | 0.108  |
| Probiotic foods are generally produced by natural methods      | 0.625  | 0.015* | 0.008* |
| Probiotics help prevent the growth of disease-causing bacteria | 0.152  | 0.006* | 0.045* |

(\*) indicates that it is statistically significant at  $p < 0.05$ .

As in many infectious diseases, individuals might be less affected by the complications of the Covid-19 through a healthy diet and thus protected against the disease (Ongan et al., 2020). In addition, when studies are evaluated in this context, gender is stressed as one of the significant factors. Findings regarding the differentiation of eating habits according to gender are displayed in Table 4. While evaluating the data, those who answered “Yes” to the statements were coded as 1, and those who answered “No” were coded as 2. Therefore, a low score on the relevant statement indicates that the participant agreed more to that statement. According to the results, female participants agreed to the statements “Do you regularly eat fresh or cooked vegetables once a day?” and “Do you eat cereals or cereals (bread) for breakfast?” more statistically significantly than male participants ( $p < 0.05$ ). Also, it was found that male participants agreed with the statement “Do you go to fast-food (hamburger, etc.) restaurants more than once a week?”, “Do you eat rice or pasta more than 5 times a week?” and “Do you consume milk and dairy products (milk, yogurt, etc.) for breakfast?” significantly more than females ( $p < 0.05$ ). A similar gender study determined that the rate of those who stated that many things would change in their lifestyles when the pandemic was over was higher in female participants than males. In addition, females and males asserted that they prepared different foods than usual during the pandemic (Akar-Sahingoz & Ozturk, 2021). Akyol & Çelik (2020) found in their study that although there was no valuable difference by gender, women made more changes in their diets than men during the pandemic. This difference might have stemmed from the high health awareness of women because they were more knowledgeable about nutrition than men (Wardle et al., 2004; Ek, 2015).

The health status of each individual in a country determines the general health structure of that society. Therefore, a healthy society is possible by protecting and improving each individual’s health because the deterioration of health is not limited to the individual but gradually affects the family, the environment, and the entire society. Individual nutritional behavior varies according to genetic characteristics, age, gender, degree of physical activity, habits (e.g., smoking, alcohol), social and environmental state, education level, stress, working conditions, etc. (Hacihanoglu et al., 2011). Participants’ dietary habits are compared with their education levels in Table 4. It was found that participants with a Master’s or a Ph.D. degree used significantly more olive oil at home than those with

high school or lower degrees ( $p < 0.05$ ). Also, participants with high school or lower degrees consumed more ready-made pastries (e.g., bread, etc.) or cake for breakfast than those with graduate degrees ( $p < 0.05$ ). Other studies on this subject in Turkey found that individuals lacked information about adequate and balanced nutrition and that the level of knowledge was parallel to education levels. An increase in education levels results in a rise in the knowledge about healthy and balanced nutrition and a decrease in erroneous practices (Koruk & Sahin, 2005; Oran et al., 2017; Akarsu, 2018).

Nutrition is a process that is essential for the continuation of life, which is the basis of physiological needs. How to perform this action has become even more significant, particularly in the Covid-19 pandemic. For this purpose, adequate and balanced nutrition is essential to an optimal immune balance (Iddir et al., 2020). A healthy nutrition plan has been recommended by WHO and the Spanish Academy of Nutrition & Dietetics (2020) to prevent the disease or follow a milder course in the treatment process (Lana et al., 2020). Whether Covid-19 impacts eating habits is shown in Table 4. Participants with a Covid-19 history were found to use significantly more olive oil at home and consume significantly more yogurt and/or cheese per day than those with no Covid-19 history ( $p < 0.05$ ). Similarly, Akar-Sahingoz & Ozturk (2021) emphasized in their study that individuals used more food supplements than before the pandemic and that they would heed healthy nutrition in the post-pandemic. Akyol & Celik (2020) study investigating the nutritional habits of university students found that students attached more importance to their diet during the pandemic than before. Two separate studies conducted in Italy (Scarmozzino & Visioli, 2020; Sidor & Rzymiski, 2020) concluded that people whose alcohol and cigarette consumption decreased during the pandemic period tried to maintain a healthy diet to protect their natural body defense systems. Additionally, Ceylan et al. (2020) determined that individuals attached importance to healthy nutrition during the Covid-19 pandemic, and the most consumed product was yogurt. It was determined that the consumption of fermented products such as pickles, probiotic products (e.g., probiotic-ready foods, supplements), and kefir increased following yogurt. Topuz (2020) recommended that probiotics in fermented milk products be consumed regularly to support immunity during the Covid-19 outbreak.

A well-balanced diet is described as the intake of essential foods most economically, without losing their nutritional value and harming health, using them in the body for growth and development, sustaining the existence, and optimally performing activities (Baysal, 2007). Individuals who make up society need to be fed in an adequate and balanced way to have a healthy, productive, and talented human potential (Mabuabum, 2015). Although dietary habits differ according to culture, similar studies emphasized age as a salient factor that has a decisive effect on research results (Chen et al., 2018; Sorensen et al., 2021). This impact was considered to result from an increase in health problems with advancing age, and thus the need for more awareness about the protection of health (Ozenoglu et al., 2018). Table 4 presents comparisons of participants' dietary habits and age. Age-wise, participants expressed different opinions on the statements about their eating habits in the survey. With the results obtained in this regard, age effects on item ratings were determined. Accordingly, those who agreed to the following statements "Do you regularly eat fresh or cooked vegetables once a day?", "Do you regularly eat fish at least 2-3 times a week?", "Do you like legumes and eat more than once a week?", "Do you use olive oil at home?" and "Do you consume 2 servings/ bowl of yogurt and/or cheese (40 g) a day?" were significantly older ( $p < 0.05$ ). Conversely, younger participants agreed significantly more with the statement "Do you go to fast-food (hamburger, etc.) restaurants more than once a week?", "Do you eat rice or pasta more than 5 times a week?", "Do you skip breakfast?", "Do you eat ready-made pastries (bread, etc.) or cake for breakfast?" and "Do you eat sweets and sweets/confectionery several times a day?" ( $p < 0.05$ ). These results suggested that older people had healthier eating habits. Factors associated with advanced age and nutritional chronic diseases are important in the severity of Covid-19 infection and course and are associated with high mortality (Kaya-Peksoy & Kaplan, 2020). For this reason, providing individuals with effective and continuous nutrition training at all education levels from an early age might also help prevent health problems that may occur at later ages.

Table 4. Scores for nutrition habits in terms of gender, education level, Covid-19 and age  
 Çizelge 4. Cinsiyet, eğitim düzeyi, Covid-19 ve yaşa göre beslenme alışkanlıkları skorları

| Nutrition habits   | Gender | Education level | Covid-19 | Age    |
|--|--------|-----------------|----------|--------|
| Do you eat fruit or drink juice every day?                           | 0.762  | 0.868           | 0.261    | 0.156  |
| Do you eat a second fruit every day?                                 | 0.825  | 0.056           | 0.489    | 0.193  |
| Do you regularly eat fresh or cooked vegetables once a day?          | 0.000* | 0.554           | 0.946    | 0.001* |
| Do you regularly eat fish at least 2-3 times a week?                 | 0.360  | 0.115           | 0.334    | 0.016* |
| Do you go to fast-food restaurants more than once a week?            | 0.046* | 0.064           | 0.695    | 0.000* |
| Do you like legumes and eat more than once a week?                   | 0.101  | 0.425           | 0.118    | 0.039* |
| Do you eat rice or pasta more than 5 times a week?                   | 0.009* | 0.234           | 0.133    | 0.004* |
| Do you eat cereals or cereals (bread) for breakfast?                 | 0.004* | 0.052           | 0.308    | 0.065  |
| Do you eat oil seeds (like nuts, peanuts) at least 2-3 times a week? | 0.970  | 0.578           | 0.063    | 0.202  |
| Do you use olive oil at home?  | 0.916  | 0.012*          | 0.024*   | 0.000* |
| Do you skip breakfast?   | 0.583  | 0.504           | 0.966    | 0.002* |
| Do you consume milk and dairy products for breakfast?                | 0.008* | 0.688           | 0.985    | 0.388  |
| Do you eat ready-made pastries (bread, etc.) or cake for breakfast?  | 0.127  | 0.033*          | 0.187    | 0.005* |
| Do you consume 2 servings of yogurt and/or cheese (40 g) a day?      | 0.480  | 0.233           | 0.004*   | 0.000* |
| Do you eat sweets and sweets/confectionery several times a day?      | 0.198  | 0.125           | 0.266    | 0.000* |

(\*) indicates that it is statistically significant at  $p < 0.05$ .

In conclusion, a lifestyle called the “new normal” has been developed with government-imposed restrictions, social distance rules, and isolation applied by individuals due to the uncontrolled increase in the propagation of the Covid-19 disease. In addition, preventive medicine is of great importance in terms of economic and workforce losses compared to curative medicine in the rapidly increasing world population. For this reason, studies are carried out intensively on foods that have secondary protective effects on human health, such as probiotics. It is also known that functional food products containing probiotic microorganisms, which have been scientifically proven to prevent or reduce the risk of disease, have long been offered for consumption in the markets. Although the development of such products containing probiotic microorganisms has continued rapidly, research on the consumption of these products by society has remained very limited.

#### STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The authors stated that they did not have any actual, potential or perceived conflict of interest.

#### AUTHOR’S CONTRIBUTIONS

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

#### STATEMENT OF ETHICS CONSENT

This study was performed with the permission of the Ethics Committee of Baskent Social and Human Sciences and Art Research and Publication with the decision numbered E-62318886-605.99-157603 dated 08/09/2022.

#### REFERENCES

Abatenh, E., Gizaw, B., Tsegay, Z., Tefera G., & Aynalem, E. (2018). Health benefits of probiotics. *Journal of Bacteriology and Infectious Diseases*, 2 (5), 8-27. <http://dx.doi.org/10.5402/2013/481651>

- Akar-Sahiingoz, S., & Ozturk, B. (2021). Food and beverage preferences of individuals during the Covid-19 pandemic normalization process. *Halic Univesity Journal of Social Science*, 4 (2), 187-214.
- Akar-Sahingoz, S., & Yalcin, E. (2022). The Covid-19 pandemic and fermented products. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 10 (2), 882-894. <https://doi.org/10.21325/jotags.2022.1020>
- Akarsu, G. (2018). The effect of physical activity on nutritional habits and obesity in women. Msc. dissertation, Gazi University, Educational Sciences Institute, Department of Physical Education and Sports Teaching, 81 p.
- Akpinar, D.D., & Kaplan-Turkoz, B. (2019). Probiotic-human immune system interactions. *Food and Health*, 5 (4), 265-280. <https://doi.org/10.3153/FH19027>
- Akyol, P., & Celik, A. (2020). Investigation of nutrition habits of first and emergency aid students during the Covid-19 outbreak period. *Turkish Studies*, 15 (4), 25-37. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.44386>
- Al-Muammar, M.N., Ahmad, S.M., Mahboub, S.M., Fetohy, A.N.D., Elareefy, A.A., & Feroze S. (2013). Behaviour of consumers towards probiotics containing products and its related factors. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, 2 (2), 208-219.
- Alkhatib, A. (2020). Antiviral functional foods and exercise lifestyle prevention of coronavirus. *Nutrients*, 12 (9), 2633. <https://doi.org/10.3390/nu12092633>
- Ashby, N.J. (2020). Impact of the Covid-19 pandemic on unhealthy eating in populations with obesity. *Journal of Research in Obesity*, 28 (10), 1802-1805. <http://dx.doi.org/10.1002/oby.22940>
- Aydin, M., Acikgoz, I., & Simsek, B. (2010). Determination of the probiotic product consumption of Isparta Suleyman Demirel University students and the level of awareness of the concept of probiotics. *Journal of Food Technology*, 5 (2), 1-6.
- Babajimopoulos, M., Fotiadou, E., Alexandridou, E., & Nikolaidou A. (2004). Consumer's knowledge on probiotics and consumption of these products in the city of Thessaloniki, Greece. In: *Proceedings of the 9th Karlsruhe Nutrition Congress* (edited by BFEL, Federal Research Centre for Nutrition and Food).
- Balkis, M. (2011). High school students' nutrition habits, probiotic dairy products consumption frequency and determination of knowledge: Example of Kulu. Msc. dissertation, Selcuk University, Social Sciences Institute, Child Development and Home Management Department Nutrition Education Department, 125 p.
- Baud, D., Dimopoulou-Agri, V., Gibson, G. R., Reid, G., & Giannoni, E. (2020). Using probiotics to flatten the curve of coronavirus disease Covid-2019 pandemic. *Frontiers in Public Health*, 8, 186. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2020.00186>
- Baysal, A. (2007). *Nutrition*. Hatiboglu Publishing House, Ankara, 369-376.
- Betz, M., Uzueta, A., Rasmussen, H., Gregoire, M., Vandrwall, C., & Witowich, G. (2015). Knowledge, use and perceptions of probiotics and prebiotics in hospitalised patients. *Nutrition and Dietetics*, 72, 261-266. <http://dx.doi.org/10.1111/1747-0080.12177>
- Bogue, J., Coleman, T., & Sorenson, A. (2003). Health-enhancing foods: Relationships between attitudes, beliefs and dietary behavior. University College, Cork Ireland, 39, 1-64.
- Calder, P.C. (2020). Nutrition, immunity and Covid-19. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 3 (1), 74. <https://doi.org/10.1136%2Fbmjnph-2020-000085>
- Carlson, D.L, Miller, A.J., & Sassler, S. (2018). Stalled for whom? Change in the division of particular housework tasks and their consequences for middle- to low-income couples. *Socius*, 4, 1-17. <https://doi.org/10.1177/2378023118765867>
- Ceylan, V., Muştu, C., & Sariisik, M. (2020), Healthy nutritional attitudes and behaviors during Covid-19 outbreak lockdown. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8 (4), 2491-2506. <http://dx.doi.org/10.21325/jotags.2020.723>
- Chen, T.S., Hsu, M.T., Lee, M.Y., & Chou, C.K. (2022). Gastrointestinal involvement in SARS-CoV-2 infection. *Viruses*, 14 (6), 1188. <https://doi.org/10.3390/v14061188>

- Chen, Y., Michalak, M., & Agellona, L. B. (2018). Importance of nutrients and nutrient metabolism on human health. *Yale Journal of Biology and Medicine*, 91 (2), 95-103.
- Chukwu, E.E., Nwaokorie, F.O., Yisau, J.I., & Coker, A.O. (2015). Assessment of the knowledge and perception of probiotics among medical science students and practitioners in Lagos State. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 5 (10), 1239-1246. <http://dx.doi.org/10.9734/BJMMR/2015/13676>
- Das, S., Das, S., & Ghangrekar, M.M. (2020). The Covid-19 pandemic: biological evolution, treatment options and consequences. *Innovative Infrastructure Solutions*, 5, 76. <https://doi.org/10.1007/s41062-020-00325-8>
- de Miranda, N.M.Z., de Souza, A.C., de Souza Costa Sobrinho, P., Dias, D.R., Schwan, R.F., & Ramos, C.L. (2023). Novel yeasts with potential probiotic characteristics isolated from the endogenous ferment of artisanal Minas cheese. *Brazilian Journal of Microbiology*, 54 (2), 1021-1033. <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01002-5>
- Derin, D.O., & Keskin, S. (2013). Determination of probiotic product consumption status of food engineering students: Example of Ege University. *Journal of Food*, 38 (4), 215-222.
- Ek, S. (2015). Gender differences in health information behaviour: A Finnish population-based survey. *Health Promotion International*, 30 (3), 736-745. <https://doi.org/10.1093/heapro/dat063>
- Eser, A.G. (2017). Consumers' interests and opinions on probiotics (Canakkale-Biga example). *Van Veterinary Journal*, 28 (1), 25-30.
- Flagg, L.A., Sen, B., Kilgore, M., & Locher, J.L. (2014). The influence of gender, age, education and household size on meal preparation and food shopping responsibilities. *Public Health Nutrition*, 17 (9), 2061-2070. <https://doi.org/10.1017/S1368980013002267>
- Galdeanoa, C.M., Cazorla, S.I., Dumit, J.M.L, Velez, E., & Perdigon, G. (2019). Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74 (2), 115-124. <https://doi.org/10.1159/000496426>
- Gasmi, A., Noor, S., Tippairrote, T., Dadar, M., Menzel, A., & Bjqrklund, G. (2020). Individual risk management strategy and potential therapeutic options for the Covid-19 pandemic. *Clinical Immunology*, 215, 108409. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2020.108409>
- Gorbalenya, A.E., Baker, S.C., Baric, R.S., de Groot, R.J., Drosten, C., Gulyaeva, A.A., & Ziebuhr, J. (2020). The species severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: Classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*, 5 (4), 536-544. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
- Gulec, M. (2015). Secondary school teachers' knowledge about probiotic products and their consumption of probiotic products: The example of Ceyhan district. Msc. dissertation, Gazi University, Educational Sciences Institute, Department of Family and Consumer Sciences Education, 172 p.
- Hacihanoglu, R., Yildirim, A., Karakurt, P., & Saglam, R. (2011). Healthy life style behaviour in university students and influential factors in eastern Turkey. *International Journal of Nursing Practise*, 17, 43-51. <https://doi.org/10.1111/j.1440-172X.2010.01905.x>
- Hacioglu, G., & Kurt, G. (2012). Consumer's awareness, acceptance and attitudes of consumers towards functional foods: The case of Izmir. *Journal of Business Economics and Administrative Sciences*, 3 (1), 161-171.
- Harata, G., He, F., Takahashi, K., Hosono, A., Miyazawa, K., Yoda, K., Hiramatsu, M., & Kaminogawa, S. (2016). Human *Lactobacillus* strains from the intestine can suppress IgE-mediated degranulation of rat basophilic leukaemia (RBL-2H3) cells. *Microorganisms*, 4, 40. <https://doi.org/10.3390/microorganisms4040040>
- Horasan, B., Sevinc, O., & Atalay-Celikyurek, N. (2021). Determination of probiotic knowledge level and consumption status of university students. *European Journal of Science and Technology*, 31 (1), 446-453. <https://doi.org/10.31590/ejosat.999946>
- Iddir, M., Brito, A., Dingo, G., Campo, S.S.F.D., Samouda, H., Frano, M.R.L.F., & Bohn, T. (2020). Strengthening the immune systemaz SFC and reducing inflammation and oxidative stress through diet and nutrition: Considerations during the Covid-19 crisis. *Nutrients*, 12, 1562. <https://doi.org/10.3390/nu12061562>



- Indumathi, S., & Sharma, M. (2022). Food safety, immunity and Covid-19: A review. *Journal of Communicable Diseases*, 195-201. <https://doi.org/10.24321/0019.5138.202231>
- Jayawardena, R., Sooriyaarachchi, P., Chourdakis M., Jeewandara, C., & Ranasinghe, P. (2020). Enhancing immunity in viral infections, with special emphasis on Covid-19: A review. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14 (4), 362-382. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.015>
- Jezewska-Zychowicz, M. (2009). Impact of beliefs and attitudes on young consumers' willingness to use functional food. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59 (2), 183-187.
- Kagan, D., Ozlu, T., & Yurttas, H. (2019). A research on adult individuals' knowledge and consumption of probiotic foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 556-563.
- Kaushal, K., Bhatt, K., Thakur, A., Thakur, A., Gautam, S., & Barthw, S.R. (2022). Foods for protection against Covid-19: An overview. *Annals of Phytomedicine*, 11 (1), 15-29. <http://dx.doi.org/10.54085/ap.2022.11.1.3>
- Kaya-Peksoy, S., & Kaplan, S. (2020). Evaluation of the relationship between Covid-19 pandemic awareness and health behaviors and health literacy in nursing students. *Koc University Journal of Education and Research in Nursing*, 17, 304-311.
- Koruk, I., & Sahin. T. (2005). Obesity prevalence and risk factors among housewives aged 15-49 in Konya Fazilet Uluşık Health Center Region. *Journal of Gene Medicine*, 15, 147-215.
- Kose, B., Aydın, A., Ozdemir, M., & Yesil, E. (2019). Determining the level of knowledge and consumption status of healthcare professionals about probiotics, prebiotics and synbiotics. *Akad Gastroenterology Journal*, 12, 67-72. <http://dx.doi.org/10.17941/agd.619171>
- Kucuk, S.C., & Yibar, A. (2021). Determination of knowledge levels and consumption status of postmenopausal women about probiotics. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 40, 125-130. <http://dx.doi.org/10.307827jrv.990617>
- Kuçukgoz, K., & Trzaskowska, M. (2022). Nondairy probiotic products: Functional foods that require more attention. *Nutrients*, 14, 753. <http://dx.doi.org/10.3390/nu14040753>
- Kuru-Yasar, R., & Ustun-Aytekin, O.A (2021). Current look at the relationship between Covid-19 and nutrition. *Academic Food Journal*, 19. <http://dx.doi.org/108-115.10.24323/akademik-gida.927735>
- Lana, R.M., Coelho, F.C., Gomes, M., Cruz, O.G., Bastos, L.S., Villela, D.A.M., & Codeco, C.T. (2020). The novel coronavirus (SARS-CoV-2) emergency and the role of timely and effective national health surveillance. *Cadernos de Saúde Pública*, 36, 00019620. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00019620>
- Maduabum, F.O. (2015). Nutritional awareness of bank workers in Lagos State, Nigeria. Msc. dissertation, Nigeria University.
- McKenzie, B.L., Waqa, G., Hart, A.C., Moala Silatolu, A., Palagyi, A., Norton, R., McLean, R., & Webster, J. (2022). Gender roles, generational changes and environmental challenges: An intersectional interpretation of perceptions on healthy diets among iTaukei women and men in Fiji. *Public Health Nutrition*, 25 (11), 3146-3157. <https://doi.org/10.1017/S1368980022001677>
- Mehta, V. (2020). The impact of Covid-19 on the dietary habits of middle-class population in Mulund, Mumbai, India. *AJR Preprints*, 1-10.
- Munir, A., Javed, G.A., Javed, S., & Arshad, N. (2022). Levilactobacillus brevis from carnivores can ameliorate hypercholesterolemia: *In vitro* and *in vivo* mechanistic evidence. *Journal of Applied Microbiology*, 133 (3), 1725-1742. <https://doi.org/10.1111/jam.15678>
- Ongan, D., Songur-Bozdog, A.N., & Ayar, C. (2020). Food supply and assurance in the process of the Covid-19 pandemic. *Izmir Katip Celebi University Faculty of Health Sciences Journal*, 5, 215-220.
- Oran, N., Toz, H., Kucuk, T., & Ucar, V. (2017). The effects of the media on women's dietary habits, food choice and consumption. *Life Sciences*, 12, 1-13. <http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2017.12.1.4B0008>



- Ozenoglu, A., Yalniz, T., & Uzdil, Z. (2018). The effect of health education on nutritional habits and healthy lifestyle behaviors. *Acibadem University Health Sciences Journal*, 9, 234-242. <https://doi.org/10.31067/0.2018.20>
- Ozgul, A.A., Bozat, C., & Sezis, M. (2020). Determination of knowledge level and consumption status of individuals in working life about probiotic foods. *Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences*, 12, 365-378. <https://doi.org/10.38079/igusabder.784094>
- Park, S.E. (2020). Epidemiology, virology, and clinical features of severe acute respiratory syndrome-coronavirus-2 (SARS-CoV-2; Coronavirus Disease-19). *Clinical and Experimental Pediatrics*, 63, 119-124. <https://doi.org/10.3345/cep.2020.00493>
- Payci, B. (2009). Determination of nutrition-associated cardiovascular risk factors in adults. Msc. dissertation, Baskent University, Health Sciences Institute, Food and Nutrition Sciences Program, 141 p.
- Pehlivan, B., & Nutrt. (2020). Determination of probiotic food consumption frequency and knowledge levels of adult individuals. *Neural Therapy*, 14, 75-85.
- Pulido, V., Castro, M., Duran-Guerrero, R., Lasanta, C., & Diaz, A.B. (2021). Alternative beverages for probiotic foods. *Journal European Food Research and Technology*, 248, 301-314. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03904-w>
- Rishi, P., Thakur, K., Vij, S., Rishi, L., Singh, A., Kaur, I.P., Patel, S.K.S., Lee, J.K., & Kalia, V.C. (2020). Diet, gut microbiota and Covid-19. *Indian Journal of Microbiology*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12088-020-00908-0>
- Roobab, U., Batool, Z., Manzoor, M.F., Shabbir, M.A., Khan, M.R., & Aadil, R.M. (2020). Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics. *Current Opinion in Food Science*, 32, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.01.003>
- Rusch, J.A., Layden, B.T., & Dugas, L.R. (2023). Signalling cognition: the gut microbiota and hypothalamic-pituitary-adrenal axis. *Frontiers in Endocrinology (lausanne)*, 19 (14), 1130689. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1130689>
- Sahin, A.N. (2018). Investigation of the relationship between consumption of probiotic foods with psychobiotic characteristics and mental health in adults. Msc. dissertation, Baskent University, Health Sciences Institute, Department of Nutrition and Dietetics, 91 p.
- Scarmozzino, F., & Visioli, F. (2020). Covid-19 and the subsequent lockdown modified dietary habits of almost half the population in an Italian sample. *Foods*, 9, 675-683. <https://doi.org/10.3390/foods9050675>
- Sidor, A., & Rzymiski, P. (2020). Dietary choices and habits during Covid-19 lockdown: Experience from Poland. *Nutrients*, 12, 1657-1670. <https://doi.org/10.3390/nu12061657>
- Singh, K.N., Sendall, M.C., Gurung, A., & Carne, P. (2021). Understanding socio-cultural influences on food intake in relation to overweight and obesity in a rural indigenous community of Fiji Islands. *Health Promotion Journal of Australia: Official Journal of Australian Association of Health Promotion Professionals*, 32 (2), 301-307. <https://doi.org/10.1002/hpja.397>
- Sorensen, K., Van den Broucke, S., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan, J., Slonska, Z., & Brand, H. (2012). Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*, 12, 1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-80>
- Synodinou, K.D., Nikolaki, M.D., Triantafyllou, K., & Kasti, A.N. (2022). Immunomodulatory effects of probiotics on Covid-19 infection by targeting the gut–lung axis microbial cross-talk. *Microorganisms*, 10, 1764. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091764>
- Tamel, S.T. (2010). A study on the effects of dietary patterns and food diversity on nutritional status of adults living in the Guzelyurt region. Msc. dissertation, Near East University, Health Sciences Institute, Food and Nutrition Sciences Program, 113 p.
- Thakur, A., Joshi, V.K. & Thakur, N.S. (2019). Immunology and its relationwith food components: An overview. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 9, 1-16. <http://dx.doi.org/10.30954/2277-9396.01.2019.3>

- Topuz, H.S. (2020). Nutrition in Covid-19 infection. *Medicinal Research Reviews*, 3, 173-176.
- Vera-Santander, V.E., Hernández-Figueroa, R.H., Jiménez-Munguía, M.T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2023). Health benefits of consuming foods with bacterial probiotics, postbiotics, and their metabolites: A review. *Molecules*, 28 (3), 1230. <https://doi.org/10.3390/molecules28031230>
- Wardle, J., Haase, A.M., Steptoe, A., Nillapun, M., & Jonwutiwes, F.B. (2004). Gender differences in food choice: The contribution of health beliefs and dieting. *Annals of Behavioral Medicine*, 27, 107-116. [https://doi.org/10.1207/s15324796abm2702\\_5](https://doi.org/10.1207/s15324796abm2702_5)
- WHO (World Health Organization). (2020a). We now have a name for the #2019nCoV disease: Covid-19. <https://twitter.com/WHO/status/1227248333871173632> (Accessed: 05.05.2020).
- WHO (World Health Organization). (2020b). Naming the coronavirus disease (Covid-19) and the virus that causes it. [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it) (Accessed: 11.05.2020).
- Xu, K., Cai, H., Shen, Y., Ni, Q., Chen, Y., & Li, L. (2020). Management of corona virus disease-19 (Covid-19): The Zhejiang experience. *Journal of Zhejiang University (Medical Science)*, 49, 147-157. <https://doi.org/10.3785/j.issn.1008-9292.2020.02.02>
- Yabancı, N., & Simsek, I. (2007). Probiotic product consumption status of university students. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 6, 449-454.
- Yildirim, A., & Simsek, H. (2016). *Qualitative research methods in social sciences*. 10th Edition, Ankara: Seckin Publications.
- Yucecan, S. (2006). Probiotics and their effects on health. *Nutrition Review*, 2, 1-13.
- Yurttas, M., & Yilmaz, A. (2017). Determination of the knowledge level and consumption status of health school students about probiotic products. *Gumushane University Journal of Health Science*, 6, 64-69.
- Zeren, R. (2015). Determination of adults' level of knowledge and consumption of probiotic foods. Msc. dissertation, Near East University, Health Sciences Institute, Department of Nutrition and Dietetics, 56 p.
- Zhang, L., & Liu., Y. (2020). Potential interventions for novel coronavirus in China: A systematic review. *Journal of Medical Virology*, 92 (5), 479-490. <https://doi.org/10.1002/jmv.25707>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., & Tan, W. (2019). A novel coronavirus investigating and research team. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China. *New England Journal of Medicine*, 382, 727-733. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001017>
- Zucko, J., Starcevic, A., Diminic, J., Oros, D., Mortazavian, A.M., & Putnik, P. (2020) Probiotic—Friend or foe? *Current Opinion Food Science*, 32, 45-49. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.01.007>

## Tarımsal ürün bazlı su bütçesi modeli: Seyhan Havzası örneği

Agricultural crop based water budget model: Seyhan Basin case

Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN<sup>1</sup>, Süha BERBEROĞLU<sup>2</sup>, Mehmet Akif ERDOĞAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ÖZET  |
|---|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 08.01.2024<br/>Accepted / Kabul: 26.01.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Uzaktan algılama<br/>Coğrafi bilgi sistemleri<br/>Ürün su bütçesi<br/>Seyhan Havzası</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Remote sensing<br/>Geographic information systems<br/>Water budget model<br/>Seyhan Basin</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Fizyon SÖNMEZ ERDOĞAN<br/>fizyon.sonmezerdogan@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Konumsal bilgi teknolojileri; tarımsal üretimi etkileyen toprak, iklim, bitki türü, su isteği vb. faktörlerin doğru, güvenilir, ekonomik ve hızlı değerlendirilmesine imkan veren bir teknoloji haline gelmiştir. Bu teknoloji konuma bağlı ürün tercihinin çok daha doğru belirlenmesine imkan tanıyarak; tarımsal alanların sürdürülebilirliğinin desteklenmesini olası kılmıştır. Bu çalışma ile Seyhan Havzası için konumsal bilgi teknolojisi yardımıyla gerçekleştirilen Ürün Su Bütçesi Modeli (Agrometshell) ile su yeterlilik indeksi, toplam su ihtiyacı, fazla su ve eksik su değerleri tahmin edilerek 23 ürün grubu içinden konum bazlı en uygun ürün önerilmiştir. Ürün grupları için elde edilen su yeterlilik indeksi 0 ile 100 arasında değerler almıştır. Su yeterlilik haritalarının istatistiklerine bakıldığında Seyhan Havzası genelinde ortalama su yeterlilik yüzdesi en yüksek baklagil yem bitkileri, turpgiller ve bağcılık ürün gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Ortalama su yeterlilik yüzdesinin en düşük olduğu ürün grupları ise patlıcangiller, sert kabuklu meyveler, sıcak iklim tahılları olarak tespit edilmiştir. Ürün su bütçesi modeli ile bitkilerin fenolojik gelişiminin takibi yapılmış ve aynı zamanda iklimsel koşulların bitkilerin gelişimlerini nasıl etkileyeceği tahmin edilmiştir. Böylelikle risk analizleri yapılarak bu risklere karşı önlem alınmasında yol gösterici olacak çalışmalar yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma kapsamında çıktılarının görselleştirilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde de CBS'den yararlanılmış ve böylelikle model sonuçlarının daha iyi ifade edilmesi sağlanmıştır.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Spatial information technologies allow more accurate, reliable, affordable and rapid assessment of agro-ecological factors such as soil, climate, plant species, water demand, etc. that affect agricultural production directly. This technology has made it possible to support the sustainability of agricultural lands by enabling a much more accurate determination of location-based product preference. In this study, the water satisfaction index, total water requirement, excess water and deficit water values were estimated with the spatial information technology supported Crop Water Budget Model (Agrometshell) for the Seyhan Basin and the location based most suitable crop type among 23 crop groups was proposed. The water satisfaction index obtained for the crop groups took values between 0 to 100. When the statistics of the water sufficiency maps are analysed, it is determined that the highest water satisfaction percentage in the Seyhan Basin is for the product groups of legume forage crops, cruciferous crops and viticulture. The crop groups with the lowest water satisfaction percentages were found at nightshade crops, hard-shelled fruits and warm climate cereals. With the crop water budget model, the phenological development of plants was monitored and at the same time, it estimated how climatic conditions would affect the development of crops. Thus, it is thought that risk analyses will contribute to the studies that will guide in taking measures against these risks. Within the scope of this study, GIS was also used in the process of visualising and evaluating the outputs and thus, the model results were better expressed.</p> |
| <b>Cite/Atıf</b>  | Sönmez Erdoğan, F., Berberoğlu, S., & Erdoğan, M.A. (2024). Tarımsal ürün bazlı su bütçesi modeli: Seyhan Havzası örneği. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 29 (1), 265-280. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1416035">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1416035</a>  |

## GİRİŞ

BM Genel Kurulu 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi raporlarına göre açlık küresel olarak artmaktadır (FAO, 2019). Gıda Güvenliği Bilgi Ağı (GRFC FSIN) tarafından hazırlanan 2020 Küresel Gıda Krizleri Raporu, 55 ülkede 135 milyon insanın 2021'de acil insani gıda ve beslenme yardımına ihtiyaç duyduğunu veya duyacağını tahmin etmektedir (FSIN, 2020).

Artan nüfusa bağlı olarak su talebi gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle su kaynakları yönetimi giderek önem kazanmaktadır. Tüm dünyada ve Türkiye' de tarım su kaynaklarının en fazla kullanıldığı sektördür. Kuraklığın izlenmesi ve birçok hidrolojik model için en temel veri ise bitki su tüketimidir. Su tüketiminin, iklim bölgelerine, bitkiye, her bir bitkinin gelişme dönemlerine ve tarımsal uygulamalara göre önemli seviyede farklılık gösterebilmektedir. Böylesine önemli ve değişken olan ETc'nin doğruya en yakın biçimde tahmin edilmesi için çok sayıda matematiksel model geliştirilmiştir (TAGEM & DSİ, 2009).

Su, kurak ve yarı kurak bölgelerde uzun vadede gıda güvenliği açısından çok önemli bir faktördür. Bu nedenle, suyla ilgili uluslararası bölgesel politikalara ve girişimlere katkı sağlamak amacıyla su döngüsünü ve su kaynaklarını küresel ölçekte incelemek için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır (örneğin, WMO, IGOS, GEO). Bölgesel kuraklığın izlenmesi için su döngüsünün anlamına ilişkin bilgi ve farkındalığın geliştirilmesi önemlidir (Nieuwenhuis ve ark., 2006).

Gelişmiş teknoloji ile sorgulama ve istatistiksel bilgileri üretmenin yanı sıra uydu teknolojileri ile doğru, güncel bilgilere hızlı ve ekonomik ulaşılmasıyla mevcut tarımsal yapının yüksek hassasiyette izlenmesi sağlanabilmektedir. Çok daha etkin tarım politikaları, yönetim ve planlamayı beraberinde getiren konumsal bilgi teknolojileri tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de tarımsal alanların optimal kullanım sürecine doğru ve hassas bilgi aktararak büyük destek sağlama potansiyeline sahiptir. Tarım politikalarının ülkenin tarım havzalarına ayrılarak detaylandırılması, tarımsal desteklemelerinin uydu teknolojileri ile izlenerek yönetilmesi ve tarımsal uygulamalarda da kullanılması amacıyla milli yer gözlem uydularının uzaya gönderilmesi gibi gelişmeler göstermektedir ki, tarımsal bilgi teknolojileri son yıllarda ülkemiz politikalarında da giderek artan bir öneme sahip olmaya başlamıştır (Erdoğan ve ark., 2012).

Bitki-iklim modellerinin amacı bitki gelişimini evrelerinin detaylı olarak incelenmesi ve tanınması, bitki gelişiminin aşamalarının ve verimin tahmini, toprak, bitki ve atmosfer parametrelerinin bitki gelişimine olan etkilerinin belirlenmesi, eğitim sisteminin geliştirilmesi, tarımsal politik kararların alınması için yol gösterici olmasıdır (Koç, 2011).

İklim değişiminin, bitki gelişimine ve verimine etkisinin incelenmesinde toprak-bitki atmosfer yapısının bir sistem olarak ele alması gerektiği, bu amaçla kullanılan bitki-iklim modellerinin de yine sistematik ve karşılıklı kullanılarak sonuçlanıp yorumlanmasının önemli olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Squire & Unsworth, 1988; Porter, 1990; Şaylan & Çaldağ, 1999; Çaldağ & Çaldağ, 2000).

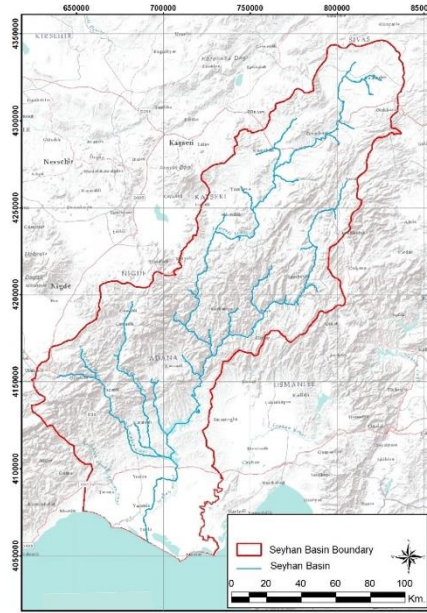
Seyhan Havzası gibi özellikle tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde alana en uygun ürün tipinin belirlenerek ekosistem dengesini sağlayan ve sürdürülebilirliği destekleyen yüksek tarımsal verimliliğe ulaşılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Çalışma alanı

Seyhan Havzası Türkiye'deki 26 hidrolojik havzadan biridir. Havza 21.000 km<sup>2</sup> alana sahip olup Türkiye'nin %2,8'sini oluşturur. Seyhan havzası tümüyle dağlık bir alan görünümündedir. Güneyde alçak ve düz Çukurova tabanı, aradaki ince seki şeridinden sonra hemen başlayıp havza kuzeyine yaklaşan yüksek dağlık alan ve kuzeydeki tepelik kesim, Seyhan havzasının ana yer şekli birimleridir (Şekil 1). Öte yandan havza alanının 185.566 hektarlık bölümü ovalık alan niteliği göstermektedir. Su toplama alanı 20.450 km<sup>2</sup> olan havzanın suları Göksu, Zamantı, Kürtün, Eğlence ve

Çakıt akarsuları ve bunların kollarıyla Seyhan Irmağı'nda toplanmaktadır. Yıllık su hacmi yaklaşık 6 milyar m<sup>3</sup> olan havza topraklarının 314625 hektarlık bölümü sulanabilecek niteliktedir. Seyhan havzasında değişik yaşta tortullar, şistler ve püskürükler yayılım gösterir. İklim bakımından üç farklı kesim olan Seyhan havzasında, kıyı kesiminde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Havzanın kuzeyi ise yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı iklim tipinin egemen olduğu kesimlerdir. Seyhan havzasında kurak kuzey kesimiyle kıyı kesimi arasında kalan ve kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan Toroslar'ın yer aldığı kesim ise öbür bölgelerden farklı olarak daha yağışlı ve daha soğuktur. En yağışlı kesim, havzanın yüksek olan orta bölümüdür (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2023). Seyhan havzasının bitki örtüsü, iklim, jeoloji, toprak ve yeryüzü şekillerindeki değişmelere bağlı olarak üç önemli yapı göstermektedir. Havzanın kuzeyindeki kurak kesimlerde doğal bitki örtüsü ot ve çayırken, bu örtünün arasında yer yer ahlata ve meşe çalısı gibi bitkilere de rastlanmaktadır. Seyhan havzasının güneyindeki alçak alana doğru inildikçe Akdeniz iklimine özgü çalı-maki topluluğunun yaygın olduğu görülür.



Şekil 1. Çalışma alanı

Figure 1. Study area

### Materyal

Çalışmanın veri düzenleme ve hazırlama aşamasında uydu görüntüleri, iklim verileri, toprak, jeoloji, meşcere verileri düzenlenmiş. İklim verileri interpolate edilerek aylık ve günlük olarak düzenlenmiştir. Elde edilen iklim verileri ilk olarak düzenlenmiş ve interpolasyon için uygun formata getirilmiştir. Söz konusu iklim verileri; ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, toplam yağışdır. İklim verilerinin interpolasyon işlemi ANUSPLIN programı kullanılarak yapılmıştır.

Seyhan Havzasında peyzaj birimleri bazında su bütçesini hesaplayabilmek için agrometshell programı kullanılmıştır. Programın ihtiyaç duyduğu temel girdiler olan yağış, potansiyel evapotranspirasyon, su tutma kapasitesi ve sulama verileri hazırlanmış ve gerekli format dönüşümleri yapılmıştır. Temel girdi verilerine ek olarak ekim dönemi ve hasat döngüsü, bitki katsayısı ve diğer veriler düzenlenerek üretilmiştir.

### Metot

Peyzaj birimi belirli peyzaj öğelerinin/veri katmanlarının çakıştırılması ile belirlenen farklı ve homojen en küçük alanlardır. Seyhan Havzası'nın ürün bazlı su yeterlilik durumunu detaylı ve doğru analiz edebilmek için peyzaj birimleri oluşturulmuştur. Peyzaj birimlerini oluştururken iklim, sayısal yüksek modeli, toprak derinliği, toprak



arazi kullanım kabiliyeti, CORINE arazi örtüsü, jeoloji verileri temin edilip her bir faktör öncelikle kendi içinde derecelendirilmiştir. İklim verisi iso cluster aracı ile yağış, ortalama sıcaklık ve neme göre yedi gruba ayrılmıştır. Sayısal Yükseklik Modeli 0-100 m., 100-500 m., 500-1000 m., 1000-1500 m., 1500-2000 m., 2000-3700 m. olarak altı gruba ayrılmıştır. Eğim verisi ise 0-2 derece düz, 2-6 derece hafif meyil, 6-12 derece orta meyil, 12-20 derece dik meyil, 20-30 çok dik meyil ve 30 derece üstü ise arızalı olarak kendi içinde altı gruba ayrılmıştır. Arazi örtüsü olarak CORINE 2. Seviye sınıfları kullanılmıştır. Bakı kendi içinde kuzey, doğu, güney, batı ve düz alanlar olarak beş sınıf altında gruplanmıştır. Toprak derinliği faktörü ise 0-20 cm çok sığ, 20-50 sığ, 50-90 orta derin, > 90 derin olarak dört grup olarak ayrılmıştır. Daha sonra tüm faktörler aynı çözünürlüğe getirilip birleştirilerek peyzaj birimleri oluşturulmuştur.

Seyhan havzası genelinde yetiştirilen 47 ürün, 2009 yılında TAGEM ve DSİ tarafından ortaklaşa hazırlanan "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi" isimli çalışmadan temin edilmiştir. Çalışma alanında yetişen ürünler literatür taraması ve uzman görüşü alınarak toplamda 23 ürün grubu belirlenmiştir. Her ürün grubu için ekim dönemi ve ürün döngüsü değerleri, aynı çalışmadan her ürün için iklim bölgeleri kapsamında ürün grupları için ortalamaları alınarak hesaplanmıştır.

Ürün bazlı su bütçesi tahmini için FAO'nun, istatistik ve bitki modelleme yaklaşımlarını kullanarak, hava koşullarının bitki üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan, farklı araçların bir araya getirildiği AgroMetShell (AMS) modeli kullanılmıştır. Bu model, genel bir ara yüzde bir araya getirilmiş yer verileri ve düşük çözünürlüklü uydu verilerinin birleştirilmiş analizi için araçların bir araya toplanmasıdır. AMS, ürün özel toprak su bütçesini hesaplamak için kullanılan bitki, hava, toprak ve iklim verilerinin üzerine inşa edilmiştir ve bitki koşullarını değerlendirmek için kullanılan bazı zirai meteorolojik anlamlı değişkenleri üretmektedir (FAO, 2004).

### Ürün su bütçesi modeli

Agrometshell, ürün özel toprak su bütçesini hesaplamak için kullanılan bitki, hava, toprak ve iklim verilerinin üzerine inşa edilmiştir ve bitki koşullarını değerlendirmek için kullanılan bazı zirai meteorolojik anlamlı değişkenleri üretmektedir (FAO, 2004). FAO tarafından geliştirilmiş olan, istatistik ve bitki modelleme yaklaşımlarını kullanarak hava koşullarının bitki üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Yazılım veri analizi ve Görüntü Veri Analizi (Image Data Analysis-IDA) fonksiyonlarını birleştirir.

Bu çalışmada tarımsal ürünlere ait su kullanımı AgroMetShell kapsamında FAO Ürün Su Bütçesi Modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Ürün Su Bütçesi Modeli (ÜSBM) iklim koşullarının ürün üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan bir toprak su bütçesi modelidir (Frere & Popov, 1979; Gommès, 1993). Bu yöntemde belirli bir ürünün su bütçesi, 10 günlük zaman aralıklarından oluşan periyotlar (dekad) üzerinden hesaplanır. Su bütçesinin denklemi şu şekildedir (Eşitlik 1).

$$W_t = W_{t-1} + R - ET_m - (r + i) \quad \text{Eq.(1)}$$

Burada;

- W<sub>t</sub> : Belirli bir zamanda toprakta depolanan su miktarı
- W<sub>t</sub> – 1 : Bir önceki dönemin sonunda toprakta depolanan su miktarı
- R : t periyodu boyunca birikmiş yağış miktarı
- ET<sub>m</sub> : t periyodunda maksimum evapotranspirasyon
- r : t periyodundaki su akışından kaynaklanan su kaybı
- i : t periyodunda derin sızıntı nedeniyle su kaybı

ÜSBM genellikle etkili yağış oranı hesaba katılmaz, çünkü derin süzülme ve akışın başlangıçta sıfıra eşit olduğu varsayılır. Ancak, bitkinin kök bölgesi su tutma kapasitesine ulaştıktan sonra, kalan yağışlar akım veya derin sızma olarak kabul edilir. Bu nedenle, etkili yağış genellikle gerçek yağışın %100'ü olarak kabul edilir ve aşağıdaki gibi kabul edilebilir (Eşitlik 2).

$$W_t = W_{t-1} + R - ET_m \quad \text{Eq.(2)}$$



Bu denklemde yer alan maksimum evapotranspirasyon ise aşağıda verilen denklemdeki gibi ürün katsayısı ( $K_c$ ) ile potansiyel evapotranspirasyonun çarpımı ile elde edilmektedir. Ürün katsayısı ( $K_c$ ) ise standart koşullardaki bitki su tüketiminin referans bitki su tüketimine oranı olup ilgili referanslardan ürüne özel temin edilerek kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu eşitlik ürün bazlı su gereksinimine ( $WR$ ) de eşittir (Eşitlik 3).

$$ET_m = K_c \times PET \quad \text{Eq.(3)}$$

Burada potansiyel evapotranspirasyon ( $PET$ ), bitkiden buharlaşan maksimum su miktarıdır (Penman, 1948).  $PET$ , Penman-Monteith'in formülünü kullanan ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) model çıktılarından hesaplanmaktadır. Ürün katsayı değerleri, Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından tanımlanan AgroMetShell yöntemiyle döngü uzunluğunun yüzdesi olarak tahmin edilmektedir.  $W_t$  ve  $W_{t-1}$  denklemindeki (Doorenbos & Kassam, 1979) toprak nem içeriği, bitkinin kök bölgesinde depolanan sudur. Sezon öncesi  $K_c$ , başlangıçtaki toprak nemini hesaplamak için kullanılan ürün katsayısıdır. Dikim dekadından itibaren ürüne özgü katsayılar kullanılır. Algoritma sezon öncesi  $K_c$  değerini başlangıç için sıfır kabul etmektedir. Topraktaki su miktarı ( $W_t$ ) toprağın su tutma kapasitesinden fazla ise o toprakta su fazlalığı olduğu söylenebilir. Eğer topraktaki su miktarı ( $W_t$ ) 0'dan küçük ise toprakta su eksikliği olduğu söylenebilir.

ÜSBM modelinin iki ana çıktısının olan Gerçek evapotranspirasyon ( $ET_a$ ) ve Su Yeterlilik İndeksinin ( $SYI$ ) ürün verimi ile pozitif korelasyon gösterdiği kanıtlanmıştır.  $ET_a$ , alandaki ürün verimini etkileyecek önemli bir iklimsel değişken olan radyasyonu dahil ederek etkin kullanım sağlamaktadır. Su baskını, güçlü rüzgarlar tarafından üretilen mekanik hasarlar veya çekirgeler, kuşlar, böcekler veya bitki hastalıkları gibi ürün verimini düşüren su stresi dışındaki biyolojik faktörlerin etkisi ÜSBM modeli tarafından dikkate alınmamaktadır.

Su Yeterlilik İndeksi, mevsimin herhangi bir döneminde ürün tarafından alınan su miktarını değerlendirmek için kullanılan ÜSBM modelinin bir çıktısıdır. Normal olarak,  $SYI$  derecelendirilmiş verim sınıflarını da (iyi, orta, zayıf) göreceli olarak (ürününün optimal verim yüzdesi) tanımlamak için kullanılır.  $SYI$ , karşılanmış olan ürün su gereksiniminin yüzdesini ifade eder ve aşağıdaki gibi hesaplanır (Eşitlik 4).

$$SYI = 100(1 - (\sum |D_t| \div WR_t)) \quad \text{Eq.(4)}$$

Burada;

$SYI$  : Su yeterlilik indeksi (%)

$D_t$  : Toprak su eksikliği (mm/dekad)

$WR_t$  : Maksimum bitki su gereksinimi (mm/dekad)

Nokta tabanlı çalışan bir modeldir. İstasyon noktaları üzerinden hesaplama yapılmaktadır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

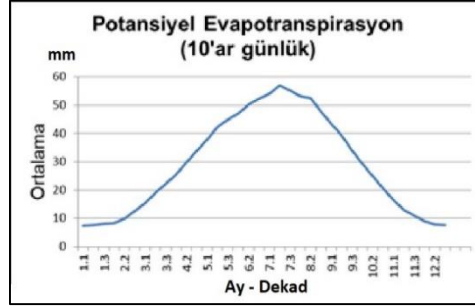
### Yağış

Ürün grupları bazında su yeterlilik indeksi üretmek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 2010-2016 yıllarına ait günlük yağış verileri kullanılmıştır. Günlük yağış verileri öncelikle 10'ar günlük toplam yağış verisi olarak düzenlenmiş, daha sonra ANUSPLIN yöntemiyle interpolasyon yapılarak 10'ar günlük yüzey verisi elde edilmiştir. Bu yöntemle çalışma alanının tamamının yağış verisi elde edilmiştir. 2010- 2015 yılları aylık yağış verisi incelendiği zaman yıllar arasında çok değişkenlik olduğu görülmektedir. 2010 – 2015 yılları arasındaki yağış eğilimi benzer olmak birlikte yağışın en az olduğu yıl 2014 yılı olarak tespit edilmiştir.

### Potansiyel evapotranspirasyon

Global-PET, girdi parametreleri olarak WorldClim Global Climate Data'dan (Hijmans ve ark., 2004) elde edilen verileri kullanarak modellenmiştir. Çok sayıda iklim gözlemine ve SRTM topografik verilerine dayanan WorldClim, aşağıdaki iklim parametreleri için aylık ortalama verilerin (1950-2015) yüksek çözünürlüklü bir küresel coğrafi veri

tabanını (30 arc saniye veya - 1km ekvatora göre) oluşturmaktadır: Yağış, ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık (Şekil 2).



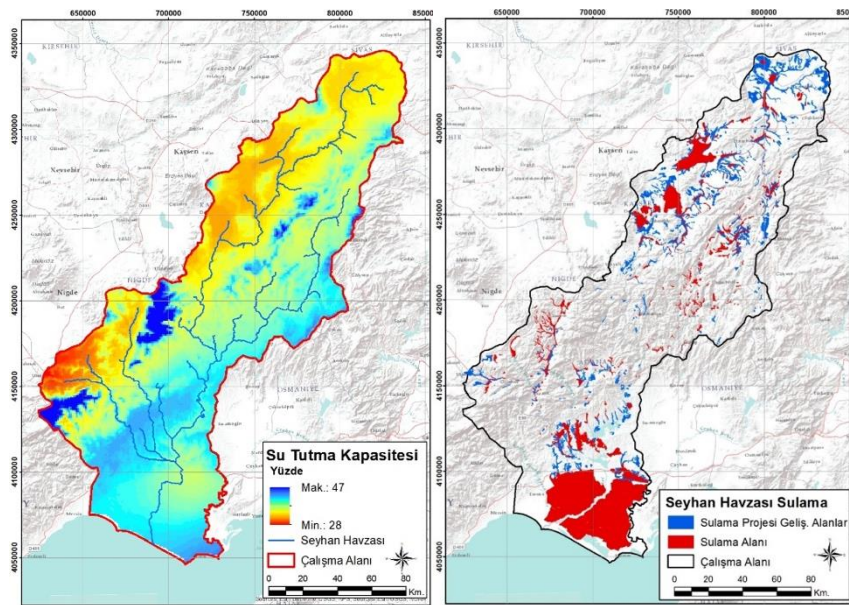
Şekil 2. Çalışma alanı potansiyel evapotranspirasyon  
Figure 2. Study area potential evapotranspiration

### Su tutma kapasitesi

ISRIC (International Soil Reference and Information Centre – Uluslararası Toprak Kaynakları ve Bilgi Merkezi) birçok farklı ülkesel, bölgesel ve yerel kuruluşların sorumlu oldukları alanlardaki topraklara dair kendi standart ve kurallarına göre sağladıkları coğrafi bilgileri, küresel ölçekte toplayan, bağdaştıran ve yayımlayan bir kuruluştur (CGIAR, 2017). SoilGrid ise ISRIC tarafından oluşturulan toprak verisini ve çevresel faktörlere ait verileri kullanarak çalışan küresel modeller ile diğer toprak özelliklerini konumsal olarak tahmin eden bir sistemdir. Sistemin web sunucusu üzerinden; makine öğrenme algoritmaları temelli otomatik toprak haritalama yöntemleri ile üretilen, tüm dünyanın 1 km ile 250 m arasındaki yerel çözünürlüklere sahip, güncellenebilir toprak özellikleri ve sınıflarına ait haritaları sunmaktadır. Bu veri tabanında yer alan 30 cm derinlik için toprak su tutma kapasitesi verisi çalışma alanı için temin edilmiştir (Şekil 3a).

### Sulama

Seyhan Havzası Toprak Kaynakları raporundan sulanan ve sulama projesi geliştirilen alanlar vektörel formatta alınmıştır. Bu alanlar modelde sulamanın var olduğu alanlar olarak kabul edilmiştir (Şekil 3b).



Şekil 3. (a) Seyhan Havzası su tutma kapasitesi, (b) Seyhan Havzası sulama haritası  
Figure 3. (a) Seyhan Basin water holding capacity, (b) Seyhan Basin irrigated land map

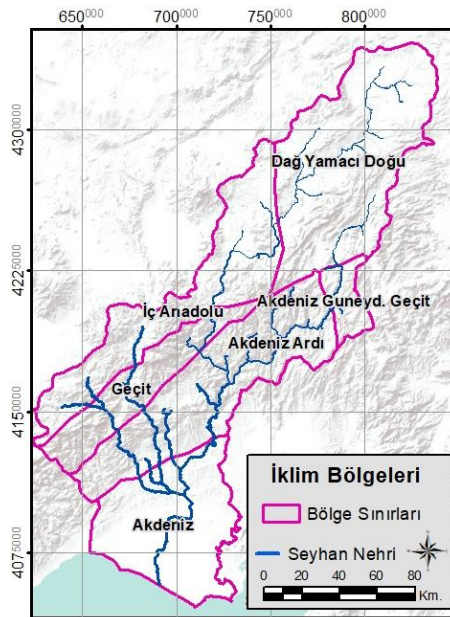
### Ekim dönemi ve ürün döngüsü

Model girdilerinden biri olan ekim dönemi ürünlerin ekiliş zamanını içeren yılın on günlük dönemini ifade ederken, ürün döngüsü ise ürünlerin ekilişinden hasadına kadar geçen sürenin onar günlük olarak kaç dönemden oluştuğunu ifade etmektedir. Her ürün grubu için ekim dönemi ve ürün döngüsü değerleri, TAGEM ve DSİ tarafından 2009 yılında ortaklaşa hazırlanan "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketim Rehberi" isimli çalışmada yer alan ürün bazlı değerlerin iklim bölgeleri bazında ürün grupları için ortalamaları alınarak hesaplanmıştır (Çizelge 1 ve 2).

Çizelge 1. Seyhan Havzası iklim bölgeleri ürün grupları ekim dönemleri

Table 1. Seyhan Basin climate zones product groups planting periods

| Grup No | Ürün Grubu               | Akdeniz | Akdeniz Ardı | Akdeniz Gneyd. Geçit | Dağ Yamacı Doğu | Geçit | İç Anadolu |
|---------|--------------------------|---------|--------------|----------------------|-----------------|-------|------------|
| 1       | Serin iklim Tahılları    | 32      | 31           | 31                   | 29              | 29    | 29         |
| 2       | Sıcak iklim Tahılları    | 13      | 12           | -                    | -               | 13    | 14         |
| 3       | Serin Mevsim Baklagiller | 10      | 11           | 11                   | 13              | 12    | 13         |
| 4       | Sıcak Mevsim Baklagiller | 9       | 10           | 12                   | 13              | 12    | 13         |
| 5       | Yağ Bitkileri            | 12      | 12           | 12                   | 13              | 13    | 13         |
| 6       | Lif Bitkileri            | 10      | 6            | 2                    | -               | 11    | -          |
| 7       | Nişasta Bitkileri        | 10      | 9            | 10                   | 2               | 10    | 11         |
| 8       | Şeker Bitkileri          | 7       | 9            | 10                   | -               | 9     | 10         |
| 9       | Maydanozgiller           | 1       | 4            | 7                    | 11              | 9     | 9          |
| 10      | Baklagil Yem Bitkiler    | 4       | 7            | 9                    | 12              | 10    | 10         |
| 11      | Yumuşak Çekirdekli Mey.  | 9       | 10           | 11                   | 11              | 10    | 11         |
| 12      | Kabakgiller              | 10      | 11           | 11                   | 13              | 13    | 13         |
| 13      | Ebegümeçgiller           | 12      | 13           | -                    | -               | 13    | -          |
| 14      | Bağcılık                 | 7       | 8            | 8                    | 1               | 9     | 10         |
| 15      | Sert Kabuklu Meyveler    | 6       | 9            | 8                    | 9               | 9     | 9          |
| 16      | Sert Çekirdekli Meyveler | 8       | 8            | 9                    | 11              | 10    | 11         |
| 17      | Subtropik meyveler       | 8       | 9            | 7                    | -               | 10    | 12         |
| 18      | Üzümü Meyveler           | 8       | 8            | 10                   | 10              | 11    | 10         |
| 19      | Turunçgiller             | 1       | 1            | -                    | -               | -     | -          |
| 20      | Patlıcangiller           | 11      | 12           | 12                   | 14              | 13    | 14         |
| 21      | Mera                     | -       | -            | -                    | 10              | -     | 10         |
| 22      | Turpgiller               | 23      | 22           | -                    | 17              | 19    | 19         |
| 23      | Soğangiller              | 7       | 7            | 9                    | 10              | 10    | 10         |



Şekil 4. Seyhan Havzası iklim bölgeleri

Figure 4. Seyhan Basin climate regions

## Çizelge 2. Seyhan Havzası iklim bölgeleri ürün grupları döngüsü

Table 2. Seyhan Basin climate zones product groups cycle

| Grup No | Ürün Grubu               | Dönem    | Akdeniz | Akdeniz Ardı | Akd. Gnyd. Geçit | Dağ Yam. Doğu | Geçit | İç Anadolu |
|---------|--------------------------|----------|---------|--------------|------------------|---------------|-------|------------|
| 1       | Serin İklim Tahılları    | Gelişim  | 14      | 15           | 16               | 20            | 19    | 20         |
|         |                          | Olgunluk | 4       | 4            | 4                | 4             | 4     | 4          |
|         |                          | Hasat    | 3       | 3            | 3                | 3             | 3     | 3          |
| 2       | Sıcak İklim Tahılları    | Gelişim  | 6       | 6            | -                | -             | 6     | 6          |
|         |                          | Olgunluk | 5       | 7            | -                | -             | 8     | 6          |
|         |                          | Hasat    | 3       | 3            | -                | -             | 4     | 3          |
| 3       | Serin Mevsim Baklagiller | Gelişim  | 6       | 6            | 6                | 6             | 6     | 6          |
|         |                          | Olgunluk | 5       | 5            | 4                | 4             | 4     | 4          |
|         |                          | Hasat    | 2       | 2            | 3                | 3             | 3     | 3          |
| 4       | Sıcak Mevsim Baklagiller | Gelişim  | 5       | 6            | 7                | 6             | 5     | 6          |
|         |                          | Olgunluk | 5       | 5            | 6                | 4             | 5     | 5          |
|         |                          | Hasat    | 2       | 2            | 3                | 3             | 2     | 2          |
| 5       | Yağ Bitkileri            | Gelişim  | 6       | 6            | 6                | 7             | 6     | 7          |
|         |                          | Olgunluk | 5       | 5            | 6                | 6             | 5     | 6          |
|         |                          | Hasat    | 3       | 3            | 3                | 3             | 3     | 3          |
| 6       | Lif Bitkileri            | Gelişim  | 8       | 8            | 8                | -             | 7     | -          |
|         |                          | Olgunluk | 6       | 6            | 6                | -             | 7     | -          |
|         |                          | Hasat    | 5       | 4            | 4                | -             | 4     | -          |
| 7       | Nişasta Bitkileri        | Gelişim  | 6       | 6            | 6                | 7             | 7     | 7          |
|         |                          | Olgunluk | 5       | 5            | 5                | 5             | 5     | 5          |
|         |                          | Hasat    | 2       | 2            | 2                | 3             | 2     | 3          |
| 8       | Şeker Bitkileri          | Gelişim  | 8       | -            | 8                | 8             | 8     | 8          |
|         |                          | Olgunluk | 7       | -            | 7                | 7             | 7     | 7          |
|         |                          | Hasat    | 4       | -            | 4                | 4             | 4     | 4          |
| 9       | Maydanozgiller           | Gelişim  | 21      | 18           | 15               | 11            | 14    | 12         |
|         |                          | Olgunluk | 9       | 8            | 7                | 4             | 6     | 5          |
|         |                          | Hasat    | 1       | 1            | 1                | 0             | 1     | 1          |
| 10      | Baklagil Yem Bitkiler    | Gelişim  | 15      | 13           | 11               | 8             | 10    | 10         |
|         |                          | Olgunluk | 8       | 7            | 6                | 4             | 6     | 5          |
|         |                          | Hasat    | 5       | 5            | 4                | 3             | 4     | 3          |
| 11      | Yumuşak Çekir. Meyveler  | Gelişim  | 7       | 8            | 8                | 8             | 9     | 9          |
|         |                          | Olgunluk | 12      | 10           | 10               | 8             | 9     | 9          |
|         |                          | Hasat    | 5       | 4            | 4                | 3             | 3     | 3          |
| 12      | Kabakgiller              | Gelişim  | 6       | 6            | 6                | 6             | 5     | 6          |
|         |                          | Olgunluk | 4       | 4            | 5                | 5             | 4     | 5          |
|         |                          | Hasat    | 2       | 2            | 2                | 2             | 2     | 2          |
| 13      | Ebegümeçgiller           | Gelişim  | 6       | 6            | -                | -             | 6     | -          |
|         |                          | Olgunluk | 6       | 6            | -                | -             | 6     | -          |
|         |                          | Hasat    | 3       | 3            | -                | -             | 3     | -          |
| 14      | Bağcılık                 | Gelişim  | 8       | 8            | 8                | 6             | 7     | 7          |
|         |                          | Olgunluk | 8       | 8            | 8                | 9             | 8     | 7          |
|         |                          | Hasat    | 7       | 8            | 7                | 4             | 6     | 6          |
| 15      | Sert Kabuklu Meyveler    | Gelişim  | 6       | 6            | 8                | 4             | 6     | 4          |
|         |                          | Olgunluk | 14      | 13           | 9                | 15            | 13    | 15         |
|         |                          | Hasat    | 5       | 5            | 6                | 4             | 4     | 4          |
| 16      | Sert Çekirdekli Meyveler | Gelişim  | 8       | 8            | 8                | 8             | 8     | 8          |
|         |                          | Olgunluk | 11      | 11           | 10               | 9             | 10    | 10         |
|         |                          | Hasat    | 5       | 4            | 4                | 3             | 3     | 3          |
| 17      | Subtropik meyveler       | Gelişim  | 10      | 10           | 11               | -             | 10    | 9          |
|         |                          | Olgunluk | 8       | 8            | 6                | -             | 7     | 4          |
|         |                          | Hasat    | 7       | 7            | 8                | -             | 7     | 7          |
| 18      | Üzümsü Meyveler          | Gelişim  | 10      | 10           | 7                | 7             | 10    | 7          |
|         |                          | Olgunluk | 10      | 10           | 9                | 9             | 8     | 9          |
|         |                          | Hasat    | 5       | 5            | 4                | 4             | 4     | 4          |
| 19      | Turunçgiller             | Gelişim  | 15      | 15           | -                | -             | -     | -          |
|         |                          | Olgunluk | 13      | 12           | -                | -             | -     | -          |
|         |                          | Hasat    | 9       | 9            | -                | -             | -     | -          |
| 20      | Patlıcangiller           | Gelişim  | 6       | 6            | 6                | 6             | 6     | 6          |
|         |                          | Olgunluk | 6       | 7            | 6                | 5             | 6     | 5          |
|         |                          | Hasat    | 3       | 3            | 3                | 3             | 3     | 3          |
| 21      | Mera                     | Gelişim  | -       | -            | -                | 4             | -     | 5          |
|         |                          | Olgunluk | -       | -            | -                | 11            | -     | 11         |
|         |                          | Hasat    | -       | -            | -                | 5             | -     | 5          |
| 22      | Turpgiller               | Gelişim  | 8       | 8            | -                | 10            | 8     | 11         |
|         |                          | Olgunluk | 4       | 4            | -                | 5             | 4     | 6          |
|         |                          | Hasat    | 1       | 1            | -                | 2             | 2     | 2          |
| 23      | Soğangiller              | Gelişim  | 6       | 6            | 7                | 5             | 6     | 5          |
|         |                          | Olgunluk | 6       | 6            | 6                | 7             | 6     | 7          |
|         |                          | Hasat    | 4       | 4            | 4                | 4             | 3     | 4          |

İklim bölgeleri bazında her ürün grubu için üretilen ekim dönemi ve ürün döngüsü verileri CBS ortamına aktarılarak iklim bölgelerine ait vektörel veriye eşleştirilmiştir (Şekil 4). Elde edilen bu veri ile peyzaj birimlerine ait vektörel veri çakıştırılarak her peyzaj birimi için, içinde yer aldığı iklim bölgesine bağlı olarak tüm ürün grupları için ekim dönemi ve ürün döngüsü değerleri elde edilmiştir.

### Ürün gelişim katsayıları (Kc)

Bitki katsayısı (Kc), standart koşullardaki bitki su tüketiminin (ETC) referans bitki su tüketimine (ETo) oranıdır. Bitki su tüketiminin tahmin edilmesinde Kc kullanımı veya Kc yaklaşımı ilk olarak Jensen (1968) tarafından önerilmiştir. Daha sonra, diğer araştırmacılar bu yaklaşımı geliştirmiştir (Doorenbos & Pruitt, 1977; Burman ve ark., 1980; Allen ve ark., 1998). FAO ve Dünya Meteoroloji Teşkilatı, bitkinin farklı gelişme dönemleri ile ilgili olarak, bitki katsayısını tanımlamak için bitki katsayısı grafiğini geliştirmiştir. Bitki katsayısını gösteren bu grafikte bitkinin başlangıç, orta ve son dönemleri esas alınmıştır (Tarantino & Spano, 2001). Kc değerleri bitkinin ilk ekim-dikim zamanında en düşük düzeyde iken bitkinin tam geliştiği dönemde ise en yüksek düzeye ulaşır ve ardından gelişme dönemi sonuna doğru azalma gösterir. Bu azalma bitkinin özelliklerine ve son dönemdeki sulama yönetimine bağlı olarak değişir (Jensen ve ark., 1990; Allen ve ark., 2000).

Bütün kaynaklarda Kc değerleri tam sulama koşulunda ve herhangi bir çevresel kısıt durumu olmayan standart koşullar altındaki sağlıklı bitkiler için verilmektedir. Hâlbuki uygulamada çoğu zaman bu standart veya ideal koşullar olmayabilir. Bu durumda Kc'nin mevcut su eksiliği koşuluna göre düzeltilmesi gerekir (TAGEM & DSİ, 2009).

Her ürün grubuna ait Kc değerleri; TAGEM ve DSİ (2009)'da yer alan Türkiye'de iklim bölgeleri ve istasyonlar bazında tarımsal ürünlerin gelişme dönemlerine göre bitki katsayıları başlıklı tablodan yararlanılarak hesaplanmıştır. Bu tablodan çalışma alanı içinde yer alan istasyonlar için üretilmiş her ürünün üç aşamasına (gelişim, olgunluk, hasat) ait bitki katsayıları alınarak ürün grupları bazında ortalamalar hesaplanmıştır. Böylelikle tüm çalışma alanı için her ürün grubu bazında temel üç gelişim aşamasında ürün katsayıları elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ürün grupları Kc değerleri

Table 3. Product groups Kc values

| Grup No | Ürün Grubu                  | Kc <sub>1</sub> | Kc <sub>2</sub> | Kc <sub>3</sub> |
|---------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1       | Serin İklim Tahılları       | 0.77            | 1.16            | 0.28            |
| 2       | Sıcak İklim Tahılları       | 0.30            | 1.22            | 0.74            |
| 3       | Serin Mevsim Baklagiller    | 0.40            | 1.15            | 0.64            |
| 4       | Sıcak Mevsim Baklagiller    | 0.39            | 1.08            | 0.73            |
| 5       | Yağ Bitkileri               | 0.36            | 1.14            | 0.46            |
| 6       | Lif Bitkileri               | 0.40            | 1.22            | 0.62            |
| 7       | Nişasta Bitkileri           | 0.43            | 1.18            | 0.78            |
| 8       | Şeker Bitkileri             | 0.46            | 1.23            | 0.72            |
| 9       | Maydanozgiller              | 0.22            | 1.07            | 0.97            |
| 10      | Baklagil Yem Bitkiler       | 0.23            | 1.22            | 1.17            |
| 11      | Yumuşak Çekirdekli Meyveler | 0.47            | 1.00            | 0.72            |
| 12      | Kabakgiller                 | 0.41            | 1.01            | 0.77            |
| 13      | Ebegümecigiller             | 0.34            | 1.25            | 0.65            |
| 14      | Bağcılık                    | 0.52            | 0.81            | 0.48            |
| 15      | Sert Kabuklu Meyveler       | 0.54            | 1.09            | 0.67            |
| 16      | Sert Çekirdekli Meyveler    | 0.48            | 1.00            | 0.72            |
| 17      | Subtropik meyveler          | 0.55            | 0.77            | 0.71            |
| 18      | Üzümsü Meyveler             | 0.66            | 0.87            | 0.76            |
| 19      | Turunggiller                | 0.80            | 0.70            | 0.72            |
| 20      | Patlıcangiller              | 0.34            | 1.12            | 0.89            |
| 21      | Mera                        | 0.41            | 0.97            | 0.91            |
| 22      | Turpgiller                  | 0.07            | 1.06            | 0.97            |
| 23      | Soğangiller                 | 0.36            | 1.05            | 0.76            |

Agrometshell programı, Kc değerlerini ürün gelişimini temsil eden ürün döngüsüne bağlı olarak dokuz ürün katsayısı ile kullanmaktadır. Bunlardan ilk altısı gelişim evresini, sonraki ikisi olgunluk evresini ve sonuncu ise hasat evresini temsil edecek şekilde ürünün gelişimini ortaya koyan bir grafiği ortaya koyacak şekilde hesaplanmıştır.

### **Diğer girdi verileri**

Yukarıda bahsedilen girdi verilerine ek olarak etkin yağış katsayısı, sulama set yüksekliği ve döngü öncesi Kc verilerine de ihtiyaç duyulmaktadır. İncelenen literatüre bağlı kalınarak tüm çalışma alanında bütün ürün grupları için etkin yağış katsayısı 100, sulama set yüksekliği 150 olarak alınmıştır. Ürün öncesi Kc verisi için ise her ürün grubu için üretilen ürün döngüsüne bağlı Kc değerler grafiğinin başlangıç değeri esas alınmıştır.

### **Ürün su bütçesi tahmini**

Her ürün grubu için üretilen girdi verileri kullanılarak Agrometshell programı için Çizelge 4'de bir kısmı örnek olarak verilen girdi veri formatına dönüştürülmüştür. Bu çerçevede konumsal dağılım gösteren girdi verileri (yükseklik (ALT), su tutma kapasitesi (WHC), ürün döngüsü (Cycle), ekim dönemi (Pldek), sulama (Irrig) ve sezon öncesi Kc (pre\_kc)) zonal istatistik uygulanarak her peyzaj birimi için ortalama değerler şeklinde hesaplatılmıştır.

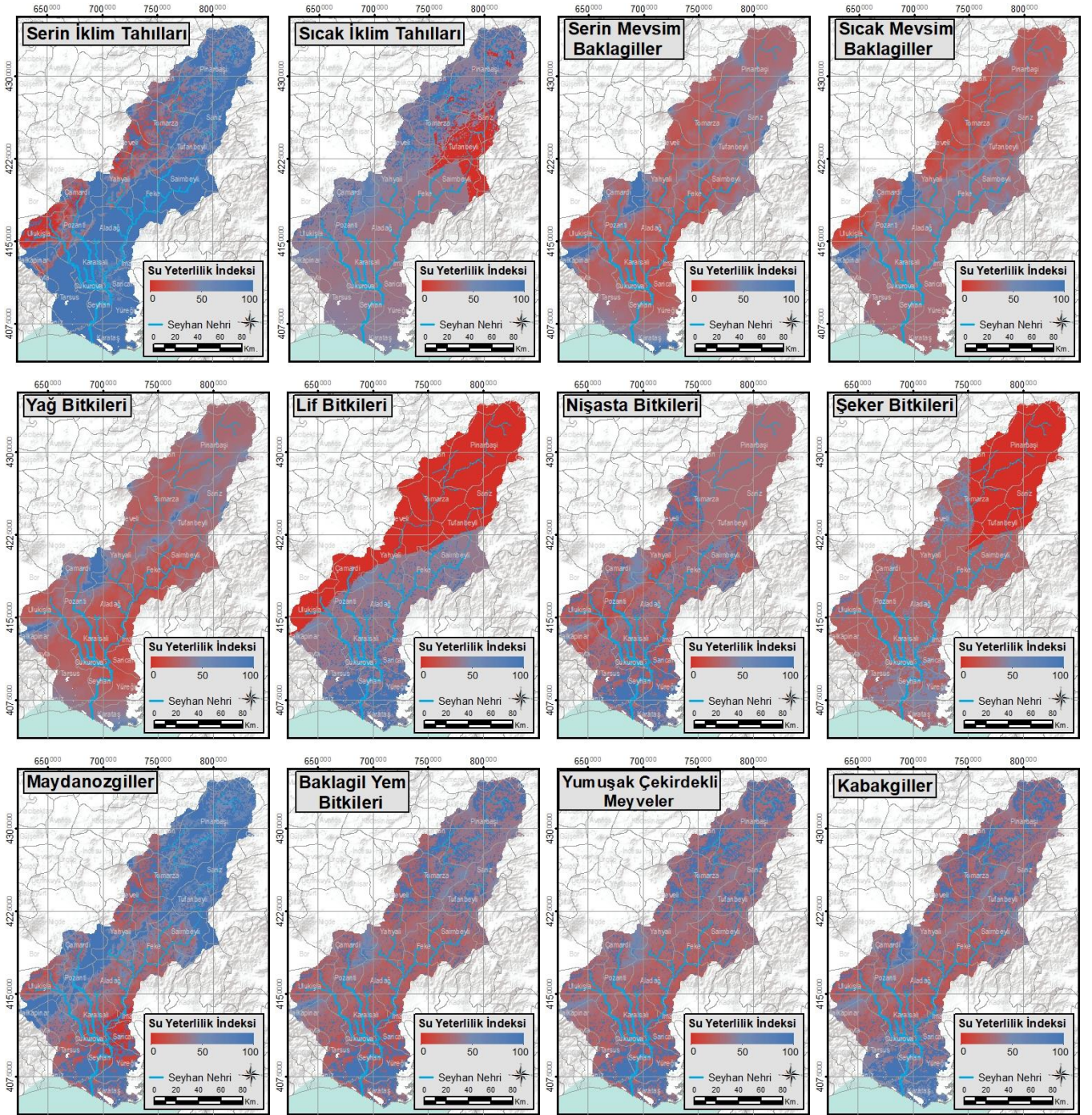
Oluşturulan veri setine peyzaj birimlerinin rumuzları (Name), boylam (LONG) ve enlem (LAT) bilgileri de eklenmiştir. Bunlara ek olarak tüm peyzaj birimleri için; etkin yağış katsayısı (Efrain) literatüre bağlı kalarak 100 ve sulama set yüksekliği ise 150 olarak kabul edilmiştir. Veri setinin hangi ürün grubuna ait olduğu ise ürün grup no (Crop\_Id) sütununda tanımlanmıştır.

Her ürün grubu için üretilen veri setindeki her bir satır bir peyzaj birimini ifade edecek şekilde 31.367 satırdan oluşmuştur. Agrometshell programı ise her çalışmada en fazla 8192 satır veri ile çalışabilmektedir. Bu nedenle her ürün grubu için hazırlanan veri seti dört parçaya ayrılarak program her biri için ayrı olarak çalıştırılmıştır.

Her ürün grubunun her bir türü için çalıştırılarak sonuçlar metin formatında elde edilmiştir. Çıktı olarak 23 ürün grubu (serin iklim tahılları, sıcak iklim tahılları, serin mevsim baklagiller, sıcak mevsim baklagiller, yağ bitkileri, lif bitkileri, nişasta bitkileri, şeker bitkileri, maydanoz, baklagil yem bitkileri, yumuşak çekirdekli meyveler, kabakgil, bağcılık, sert kabuklu meyveler, sert çekirdekli meyveler, üzümü meyveler, patlıcan, mera, soğangiller, ebegümecigiller, turpgiller, turunçgiller, subtropik meyveler) özelinde her peyzaj birimi için su yeterlilik indeksi, toplam su ihtiyacı, fazla su ve eksik su değerleri tahmin edilmiştir. Bu çıktılar her ürün grubu için ayrı vektörel dosyalar olarak peyzaj birimleri dosyası ile CBS ortamında eşleştirilerek konumsal hale getirilmişlerdir. Bu çıktı değişkenlerinden su yeterlilik indeksi her ürün grubu için görselleştirilmiştir (Şekil 5a, Şekil 5b).

23 ürün grubu için elde edilen su yeterlilik indeksi 0 ile 100 arasında değerler almaktadır. Sıfır değeri alan yerlerde su eksikliği olduğu, 100 değerine yaklaştıkça o ürün için su düzeyinin yeterli olduğundan söz edilebilir. Su yeterlilik haritalarının istatistiklerine bakıldığında en yüksek ortalama su yeterlilik yüzdesinin baklagil yem bitkileri, turpgiller ve bağcılıkta olduğu görülmüştür. Ortalama su yeterlilik yüzdesinin en düşük olduğu ürün grupları ise patlıcangiller, sert kabuklu meyveler, sıcak iklim tahılları olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5).

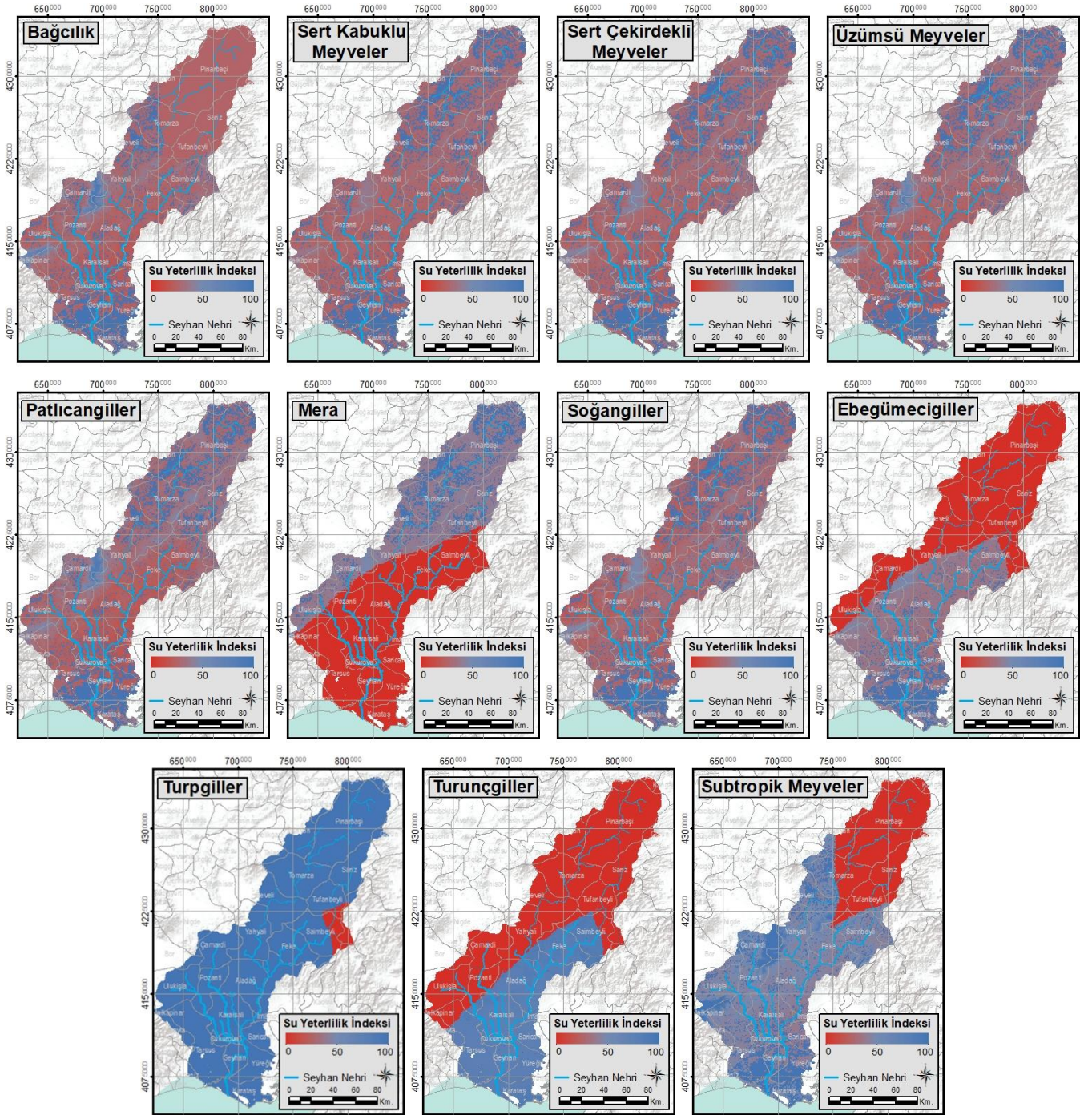




Şekil 5a. Seyhan Havzası ürün grupları su yeterlilik indeksi haritaları (a)

Figure 5a. Seyhan Basin product groups water satisfaction index maps





Şekil 5b. Seyhan Havzası ürün grupları su yeterlilik indeksi haritaları (b)  
 Figure 5b. Seyhan Basin product groups water satisfactio index maps (b)

Çizelge 5. Seyhan Havzası su yeterlilik indeksi

Table 5. Seyhan Basin water sufficiency index

| ÜRÜN GRUPLARI   | Ort. | Std. Sap. | SU YETERLİLİK İNDEKSİ (Yüzde) |                   |                 |                  |                     |                 |
|---|------|-----------|-------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------|
|   |      |           | Çok Yük.<br>(100-90)          | Yüksek<br>(90-80) | Orta<br>(80-70) | Düşük<br>(70-60) | Çok Düş.<br>(60-50) | Değil<br>(50-0) |
| <b>BAKLAGİL YEM BİTKİLER</b><br>(fiğ, korunga, yonca)             | 98.0 | 3.8       | 96                            | 4                 | 1               | 0                | 0                   | 0               |
| <b>TURPGİLLER</b><br>(lahana)                                     | 97.3 | 16.1      | 97                            | 0                 | 0               | 0                | 0                   | 3               |
| <b>BAĞCILIK</b>   | 92.1 | 8.1       | 59                            | 32                | 9               | 0                | 0                   | 0               |
| <b>TURUNÇGİLLER</b>   | 80.9 | 13.5      | 31                            | 4                 | 39              | 25               | 0                   | 0               |
| <b>MAYDANOZGİLLER</b><br>(havuç, maydanoz)                        | 79.8 | 13.7      | 31                            | 1                 | 42              | 27               | 0                   | 0               |
| <b>SERT ÇEKİRDEKLİ MEYVELER</b><br>(erik, kayısı, kiraz, şeftali) | 79.0 | 14.8      | 31                            | 1                 | 27              | 36               | 5                   | 0               |
| <b>YAĞ BİTKİLERİ</b><br>(ayçiçeği, soya, susam, yer fıstığı)      | 78.7 | 14.5      | 31                            | 0                 | 26              | 43               | 0                   | 0               |
| <b>SERİN MEVSİM BAKLAGİLLER</b><br>(bakla, mercimek, nohut)       | 78.2 | 15.0      | 31                            | 1                 | 36              | 28               | 5                   | 0               |
| <b>ÜZÜMSÜ MEYVELER</b><br>(çilek)                                 | 78.2 | 14.8      | 31                            | 0                 | 18              | 51               | 0                   | 0               |
| <b>KABAKGİLLER</b><br>(hıyar, kabak, karpuz, kavun)               | 77.6 | 15.4      | 31                            | 1                 | 19              | 47               | 3                   | 0               |
| <b>NIŞASTA BİTKİLERİ</b><br>(patates)                             | 77.3 | 15.4      | 31                            | 0                 | 19              | 46               | 4                   | 0               |
| <b>SOĞANGİLLER</b><br>(soğan, sarımsak)                           | 77.2 | 16.0      | 31                            | 1                 | 27              | 31               | 10                  | 0               |
| <b>LİF BİTKİLERİ</b><br>(pamuk)                                   | 76.9 | 16.0      | 31                            | 0                 | 22              | 35               | 13                  | 0               |
| <b>ŞEKER BİTKİLERİ</b><br>(şeker pancarı)                         | 76.6 | 16.0      | 31                            | 0                 | 12              | 49               | 8                   | 0               |
| <b>EBEGÜMECİGİLLER</b><br>(bamya)                                 | 75.0 | 16.9      | 31                            | 0                 | 1               | 57               | 11                  | 0               |
| <b>SERİN İKLİM TAHILLARI</b><br>(arpa, buğday)                    | 72.4 | 25.0      | 31                            | 0                 | 15              | 42               | 6                   | 7               |
| <b>YUMUŞAK ÇEKİRDEKLİ MEY.</b><br>(elma, armut)                   | 72.4 | 18.5      | 31                            | 0                 | 0               | 33               | 37                  | 0               |
| <b>SUBTROPİK MEYVELER</b><br>(nar, zeytin)                        | 70.6 | 33.9      | 31                            | 10                | 35              | 7                | 0                   | 17              |
| <b>MERA</b>   | 60.8 | 46.8      | 63                            | 0                 | 0               | 0                | 0                   | 37              |
| <b>SICAK MEVSİM BAKLAGİLLERİ</b><br>(fasulye)                     | 55.1 | 39.8      | 31                            | 0                 | 2               | 26               | 11                  | 31              |
| <b>SICAK İKLİM TAHILLARI</b><br>(mısır, çeltik, sorgum)           | 52.3 | 40.4      | 31                            | 0                 | 0               | 15               | 20                  | 33              |
| <b>SERT KABUKLU MEYVELER</b><br>(badem, ceviz)                    | 50.9 | 42.6      | 31                            | 0                 | 0               | 30               | 0                   | 39              |
| <b>PATLICANGİLLER</b><br>(biber, domates, patlıcan)               | 45.3 | 37.7      | 31                            | 0                 | 0               | 0                | 0                   | 69              |

Sonuç olarak, çalışmada ürünlerin ihtiyaç duyduğu ürün su bütçesi durumunun tespiti için Gıda Tarım Örgütü (FAO) tarafından geliştirilen agrometshell modeli kullanılmıştır. 23 ürün grubu için elde edilen su yeterlilik indeksi 0 ile 100 arasında değerler almaktadır. Sıfır değeri alan yerlerde su eksikliği olduğu, 100 değerine yaklaştıkça o ürün için su düzeyinin yeterli olduğundan söz edilebilir. Su yeterlilik haritalarının istatistiklerine bakıldığında ortalama su yeterlilik yüzdesi en yüksek baklagil yem bitkileri, turpgiller ve bağcılık ürün gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Ortalama su yeterlilik yüzdesinin en düşük olduğu ürün grupları ise patlıcangiller, sert kabuklu meyveler, sıcak iklim tahılları olarak tespit edilmiştir.

Ürün izleme ve verim tahmini çalışmalarının; ülke kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması, risk analizi yardımıyla nerede hangi ürünün ekilmesinin uygun olacağı belirlenmesi, meteorolojik, fenolojik ve istatistiksel verilerin en doğru bir şekilde üretilmesinin sağlanması, çiftçilerin ürünlerinin durumunu görerek zamanında tedbir alması, karar vericilerin ürünün durumunu görerek hasattan önce gerekli ithalat ve ihracat bağlantılarını yapması ve hassas toplum kesimlerinin belirlenerek gerekli yardım çalışmalarının başlatılması gibi birçok konuda fayda sağlayarak ülke kalkınmasına katkı yapması beklenmektedir (Şimşek ve ark., 2008).

FAO tarımsal alanların korunması ve mevcut risk faktörlerinin tespit edilerek önlem alınması konusunda çalışmalar yapmaktadır. FAO-Türkiye Ortaklık Programı gıda güvenliği, tarımsal ve kırsal kalkınma, ormancılık ve balıkçılığı kapsayan doğal kaynaklar yönetimi, tarım politikaları, gıda güvenilirliği konularında Türkiye ile birlikte ortaklaşa çalışmalar yürütmektedir. Tarımsal alanların agroekolojik uygunluk durumunun tespit edildiği çalışmalarda agrometshell modeli kullanan ve öneren FAO bu tür çalışmalara örnek olacak planlamalar yapmaktadır.

Bu bağlamda ürün su bütçesinin hesaplanmasında FAO'nun ürettiği agrometshell modeli kullanılmıştır. Agrometshell modeli bitkilerin gelişimlerini ve gelişimlerini etkileyen faktörlerin bir arada değerlendirilmesine imkân sağlamaktadır. Bu model bitkilerin fenolojik gelişiminin takibine imkân vermesinin yanı sıra değişen iklimsel koşulların bitkilerin gelişimlerini nasıl etkileyeceği bilgisine ulaşılmasını da sağlaması bakımından avantaj sağlamaktadır. Böylelikle risk analizleri yapılarak bu risklere karşı önlem alınmasında yol gösterici olacak çalışmalar yapılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ürünlerin ekolojik isteklerini dahil etmesi açısından su yeterlilik indeksi tahmini yaklaşımının önemli olduğu görülmektedir. Su yeterlilik indeksi hesaplanmasında kullanılan agrometshell modelinin birbirinden farklı veri türlerini aynı anda değerlendirilmesine imkan vermesi bu modelin avantajları arasında yer almaktadır. Fakat tüm bu avantajlarının rağmen model 8.000 veriden fazlasını bir defada analiz edilmesine imkan vermemesi nedeniyle geniş veya detaylı alanların analizinde çalışma süresinin uzamasına ve daha fazla sayıda girdi dosyası hazırlaması zorunluluğu nedeniyle zorluklar barındırmaktadır. Bu çalışma kapsamında çok sayıda girdi dosyası olması nedeniyle bahsedilen modelin eksikliklerini giderme adına çalışmaya yazılım boyutunun dahil edilmesi ile zaman kaybı ve veri yönetimi açısından avantaj sağlanmıştır.

Uzaktan algılama ve CBS'nin sayıca fazla olan ve değişik kategorideki verilerin aynı anda değerlendirilmesine imkan vermesi sayesinde çok sayıda değişkenin etkili olduğu tarımsal alanların analizinde önemli bir araç olduğu ortaya koyulmuştur. Bu çalışma kapsamında çıktılarının görselleştirilmesi ve değerlendirilmesi sürecinde de CBS'den yararlanılmış ve böylelikle model sonuçlarının daha iyi ifade edilmesi sağlanmıştır.

Son olarak tarımsal peyzajların sürdürülebilirliğinin sağlanması tarımsal üretimin uzun dönemli ve verimli geçmesini sağlayarak bu alanların optimal kullanımı sağlarken aynı zamanda doğal alanların tarım alanı olarak kullanılmasının önüne geçecektir. Kaynakların sürdürülebilir kullanımının sağlanması özellikle tarımsal peyzajların gelecek nesillerin besin ihtiyacını karşılayabilmesi için hayati öneme sahiptir. Bu nedenle bilimsel araştırma ve değerlendirmeler sonucunda planlanmalı ve yönetilmelidir.

## ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

## ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## ETİK ONAY BEYANI

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

## KAYNAKLAR

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper 56*. FAO, Rome, 300 (9), D05109.
- Allen, R.C., Smith, M., Pereira, L.S., Raes, D., & Wright, J.L. (2000). Revised FAO procedures for calculating evapotranspiration. *Revised FAO procedures for calculating evapotranspiration–Irrigation and Drainage Paper, N° 56 with testing in Idaho*.
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2024, January). *Seyhan havzası*. Kayseri İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. <https://kayseri.ktb.gov.tr/TR-54983/seyhan-havzasi.html>
- CGIAR. (2017, April). Global *high-resolution soil-water balance*. Consultative Group on International Agricultural Research Web Sitesi. <http://www.cgiar-csi.org/data/global-high-resolution-soil-water-balance#description>
- Burman, R.D., Wright, J.L., Nixon, P.R., & Hill, R.W. (1980). Irrigation management-water requirements and water balance. *In: Irrigation, Challenges of the 80's, Proc. Of the Second National Irrigation Symposium*, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, pp. 141-153.
- Doorenbos, J., & Kassam, A.H. (1986). Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 33*. FAO, Rome, Italy.
- Doorenbos, J., & Pruitt, W.O. (1981). Guidelines for predicting crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 24*. FAO, Rome, Italy.
- Erdoğan, M.A., Berberoğlu, S., & Aksaker, N. (2014). Konumsal bilgi sistemleri tabanlı Çukurova tarımsal karar destek sistemi. TÜBİTAK Projesi (113Y194) Sonuç Raporu.
- FAO. (2004). AgroMetShell toolbox CD-ROM. *FAO-SDRN Working Paper Series*. Rome, Italy.
- FAO. (2019, November 20). *State of food security and nutrition in the world*. <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>
- Frere, M., & Popov, G. (1979). Agrometeorological crop monitoring and forecasting. *FAO Plant Production and Protection Paper No. 17*. Rome, Italy.
- FSIN. (2020, May 7). *Global report on food security crises 2020*. Food Security Information Network. <https://www.wfp.org/publications/2020-global-report-food-crises>
- Gommes, R. (1993). *FAOINDEX, Version 2.1*. FAO Agrometeorology Group. Rome, Italy.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., & Jarvis, A. (2004). *The WorldClim interpolated global terrestrial climate surfaces, Version 1.3*. <http://biogeo.berkeley.edu/>
- Jensen, M.E., Bunnann, R.D., & Allen, R.G. (1990). Evaporation and irrigation water requirements. *ASCE Manuals and Reports on Eng. Practices No. 70*. New York, s360.
- Koç, E.M. (2011). İklim değişikliğinin tarıma olası etkilerinin wofost bitki iklim modeli ile araştırılması (Tez no: 350494). Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Meteoroloji Mühendisliği.
- Nieuwenhuis, G.J.A., Wit, A.J.W., Kraalingen, D.W.G., Diepen, C.A., & Boogaard, H.L. (2006). Monitoring crop growth conditions using the global water satisfaction index and remote sensing. *In: ISPRS Commission VII Mid-term Symposium Remote Sensing: From Pixels to Processes*, Enschede: The Netherlands.



- Penman, H.L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. R. Soc. London Series A. Mathematical and Physical Sciences*, 193 (1032), 120-145.
- Porter, J.R. (1990). Modelling effects of climate change on crop production. J. Goudriaan & HH van Laar (Eds.), *Primary productivity of European agriculture and the greenhouse effect*. Wageningen: Pudoc.
- Squire, G.R., & Unsworth, M.H. (1988). Effects of CO<sub>2</sub> and climatic change on agriculture. Contract Report to the Department of the Environment, Department of Physiology and Environmental Science, University of Nottingham, Sutton Bonnington, UK.
- Şaylan, L., & Çaldağ, B. (1999). Türkiye’de kullanılabilir tarımsal meteorolojik modellerin analizi. İTÜ Araştırma Fonu Projesi Sonuç Raporu.
- Şaylan, L., & Çaldağ, B. (2000). Potential impact of climate change on agriculture. *AGROESTIRON-2000 2nd International Symposium On New Technologies For Environmental Monitoring And Agro-Applications*, Tekirdag.
- Şimşek, O., Murat, A., & Çakmak, B. (2008). 2006-2007 tarım yılı kuraklık analizi. *Kuraklık ve Su Yönetimi Toplantısı Bildiri Kitabı*, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantısı. ÇOB DSİ Genel Müdürlüğü V. Bölge Müdürlüğü, s.199-213, Ankara.
- TAGEM ve DSİ. (2009). Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberi. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tarantino, E., & Spano, D. (2001). La valutazione dei fabbisogni irrigui. *Irrigazione E Drenaggio*, 48 (4), 21-35.




## Is dual-purpose flax production feasible in the Amik Plain? A preliminary study on cultivar performance and harvesting stage

Amik Ovası'nda çift amaçlı keten üretimi yapılabilir mi? Çeşitler ve hasat zamanları üzerine bir araştırma

Yusuf Ziya AYGÜN<sup>1</sup>, Aysel ARSLAN<sup>2</sup>, Mehmet MERT<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 31040 Antakya, Hatay, Türkiye.

<sup>2</sup>Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Malatya Turgut Özal University, 44000, Battalgazi, Malatya, Türkiye.

| ARTICLE INFO  | ABSTRACT  |
|---|---|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 25.11.2023<br/>Accepted / Kabul: 29.01.2024</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Flax<br/>Cultivar<br/>Harvesting stage<br/>Fiber<br/>Seed</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Keten<br/>Çeşit<br/>Hasat zamanı<br/>Lif<br/>Tohum</p> <p>✉ Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Yusuf Ziya AYGÜN<br/>yusufziyaaygun@mku.edu.tr</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd</a></p> <p>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p>  | <p>The research aimed to investigate the yield and quality parameters of three flax varieties (<i>Linum usitatissimum</i> L.) at four different harvesting stages in Amik Plain in the 2021 growing seasons. The experimental design was a randomized complete block in split plot arrangement with three replications. Seed yield and quality parameters were determined after the maturation of seeds at the final harvesting. Harvesting stages (beginning of flowering, capsule formation, green-yellow ripening, and full ripening stages) significantly affected plant height, technical stem length, stem ratio, moisture, and plant fresh weight. Among the cultivars, significant differences were observed in terms of technical stem length, fiber ratio, stem ratio, 1000 seed weight and seed yield. Interaction effects were determined in terms of plant height and moisture ratio. While the cv. Noreum had greater fiber ratio (19.45%), stem ratio (50.97%) and seed yield (241.33 kg da<sup>-1</sup>), the cv. Karakız had the highest 1000 seed weight (7.99 g). The cv. Beyaz Gelin had the highest technical stem length (67.39 cm). In terms of technical stem length, fiber ratio, and stem ratio parameters, the cv. Beyaz Gelin and the cv. Noreum were in the same statistical group. The fact that harvesting stages do not affect the fiber ratio has led to the conclusion that planting for both purposes may be appropriate in the region.</p> <p><b>ÖZET</b></p> <p>Araştırma, Amik Ovası koşullarında üç farklı keten çeşidinin (<i>Linum usitatissimum</i> L.) dört farklı hasat zamanındaki verim ve kalite unsurlarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, çalışma 2021 üretim sezonunda tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tohum verim ve kalitesi üzerine incelemeler son hasat zamanında tohumların olgunlaşması sonrasında yapılmıştır. Hasat zamanları (çiçeklenme başlangıcı, kapsül oluşumu, yeşil-sarı olum ve tam olum aşamaları) bitki boyu, teknik sap uzunluğu, sap oranı, nem oranı, bitki yaş ağırlığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkilere neden olmuştur. Çeşitler arasında ise teknik sap uzunluğu, lif oranı, sap oranı, 1000 tohum ağırlığı ve tohum verimi açısından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Bitki boyu ve nem oranı bakımından interaksiyon etkisi belirlenmiştir. Noreum çeşidi, lif oranı (%19.45), sap oranı (%50.97) ve tohum verimi (241.33 kg da<sup>-1</sup>) ile öne çıkarken, Karakız çeşidi en yüksek 1000 tohum ağırlığı (7.99 g) ile dikkat çekmiştir. Beyaz Gelin çeşidi ise en yüksek teknik sap uzunluğu (67.39 cm) değerine sahiptir. Teknik sap uzunluğu, lif oranı ve sap oranı parametrelerinde Beyaz Gelin çeşidi ile Noreum çeşidi aynı istatistiksel grupta bulunmaktadır. Hasat zamanlarının lif oranını etkilememesi, bölgede her iki amaca yönelik ekim yapmanın uygun olabileceği sonucuna ulaştırmıştır.</p> |
| <p><b>Cite/Atıf</b></p>   | <p>Aygün, Y.Z., Arslan, A., &amp; Mert, M. (2024). Is dual-purpose flax production feasible in the Amik Plain? A preliminary study on cultivar performance and harvesting stage. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 281-289. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1394730">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1394730</a></p>  |

## INTRODUCTION

Flax (*Linum usitatissimum* L) is one of approximately 260 species belonging to the Linaceae family. Historically, flax stands out as one of the oldest fibers and indeed one of the oldest cultivated plants. The first records related to its use date back 9000 years, with its estimated initiation into cultivation approximately 8000 years ago (Cullis, 2007). Although its exact origin remains uncertain, it is known that flax was cultivated for fiber in Ancient Egypt (El-Hariri et al., 1994). Today, flax is a versatile plant cultivated for its seeds, fibers, and dual-purpose production (seed and fiber), with its height ranging between 60-120 cm depending on the variety, planting density, and weather conditions (Muir & Westcott, 2003; Mert, 2020; Aygün & Mert, 2022). Flax, with its extensive history and diverse applications, holds a significant position among cultivated plants. *Linum usitatissimum* L., is a widely cultivated oilseed plant globally. While its durable fibers are mainly used in the textile industry alone or together with cotton fibers in the production of high-quality fabrics, its seeds, rich in healthy oils, find application in various food products. One notable feature of flax is its rich diversity, encompassing cultivars that adapt to different climatic and soil conditions. Additionally, the growth stages and harvesting stages of flax can have a decisive impact on the quantity and quality of the obtained products. Understanding the effects of diversity and harvesting stages on flax cultivation becomes crucial in optimizing agricultural practices and maximizing the industrial utility of this versatile plant.

While flax seed and fiber production have increased globally in the last 20 years, this trend is not observed in Türkiye. Although flax cultivation has been prevalent along the Black Sea coastal region, the production has significantly decreased to almost negligible levels after the Ottoman Empire. The coastal areas of Anatolia are suitable for fiber flax production, and particularly in the Mediterranean Region, the possibilities of dual-purpose production during the winter season have been explored (Aygün & Mert, 2022).

This article aims to comprehensively examine the potential impacts of different flax cultivars and harvesting stages on yield parameters. The results of this study will provide valuable information on new perspectives in flax cultivation and development of sustainable flax cultivation practices.

## MATERIALS and METHODS

Field trial was established in the Research and Experimental Fields of Hatay Mustafa Kemal University in December 2020. The soil characteristics of the experimental area are given in Table 1. Soil analysis was carried out at Hatay Mustafa Kemal University, Technology and Research & Development Center.

Table 1. Soil parameters of the experimental area

Çizelge 1. Deneme arazisinin toprak parametreleri

| Parameters                             | Results |
|--|---------|
| pH                                     | 7.43    |
| Conductivity ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) | 328     |
| Phosphorus ( $\text{kg ha}^{-1}$ )     | 24.40   |
| Potassium ( $\text{kg ha}^{-1}$ )      | 854.0   |
| Calcium (ppm)                          | 8900    |
| Iron (ppm)                             | 14.04   |
| Copper (ppm)                           | 1.59    |
| Manganese (ppm)                        | 20.66   |
| Zinc (ppm)                             | 2.28    |
| Magnesium (ppm)                        | 1679.2  |
| Organic Matter (%)                     | 1.65    |
| Lime (%)                               | 2.4     |

The experimental design was a randomized complete block in split plot arrangement with three replications. Cultivars were assigned to main plots and harvesting stages were assigned to subplots. Three cultivars of *Linum usitatissimum* L. were used as plant material Karakız, Beyaz Gelin and Noreum. Each experimental plot consisted of 5 rows, 5 meters in length, with a row spacing of 20 cm. Seeding process was carried out in December 2020. A total of 10 kg da<sup>-1</sup> of nitrogen was applied, half during sowing and half during the flowering stage. Phosphorus and potassium, on the other hand, were applied at 5 kg da<sup>-1</sup> during sowing. Throughout the cultivation period, irrigation was not applied and the plant water needs were met under natural rainfall conditions. The plants were exposed to a total of 624.3 mm of precipitation from sowing to harvest. According to Kozłowski et al. (2005), flax fibers can grow in regions receiving an annual rainfall of 600-800 mm, with 110-130 mm during the vegetation period. In this regard, the amount of rainfall in the region is deemed sufficient. Climate data were taken from Hatay Meteorology Directorate in order to use the data of the station closest to where the study was conducted. The climatic data for the region are given in Table 2.

Table 2. Climatic data covering the cultivation period and long-term averages (LTA)

Çizelge 2. Deneme alanının yetiştiricilik dönemini ve uzun yıllar ortalamalarını (LTA) kapsayan iklim verileri

| Month    | Average Monthly Temperature (°C) |                 | Total Monthly Precipitation (mm) |                 |
|----------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
|          | 2020-21                          | LTA (1940-2020) | 2020-21                          | LTA (1940-2020) |
| December | 10.7                             | 9.5             | 79.3                             | 184.1           |
| January  | 9.5                              | 8.1             | 334.8                            | 196.9           |
| February | 11.1                             | 9.8             | 37.5                             | 170.0           |
| March    | 12.5                             | 13.1            | 98.4                             | 143.3           |
| April    | 16.8                             | 17.2            | 73.9                             | 103.5           |
| May      | 22.2                             | 21.3            | 0.0                              | 81.0            |
| June     | 24.4                             | 24.8            | 0.4                              | 32.0            |

To observe the development of fibers in plants, the harvesting process was conducted at four different phenological stages, namely beginning of flowering, capsule formation, green-yellow ripening, and full ripening stages (Sequentially 1, 2, 3, 4). At this stage, the technical stems of the harvested plants were separated and retted in a water tank for 15 days. After retting, the dried stems were stripped using a manually operated decorticator (designed by Yusuf Ziya AYGÜN) (Figure 1) to obtain fibers (n=50).

During the full ripening stage, both fiber and seed harvesting were conducted. The last harvest was carried out in June 2021. Yield components were determined.

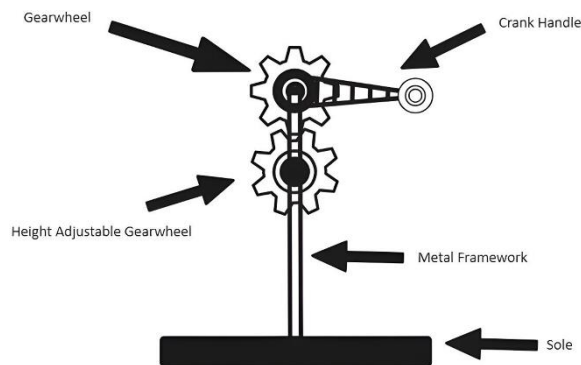


Figure 1. Drawing of the hand-operated decorticator used in the study

Şekil 1. Çalışmada kullanılan elle çalıştırılan dekortikatörün çizimi

The experimental data were subjected to analysis of variance using IBM SPSS Statistics 24 software. Means were grouped using the Tukey multiple comparison test.

## RESULTS and DISCUSSIONS

While no significant differences were observed among the cultivars in terms of plant height, the harvesting times and interactions had significant differences. Plant height values varied with respect to harvesting stages, with the highest value recorded in the fourth harvest and the lowest in the first harvest (Table 3). In terms of interaction, the maximum plant height was attained during the final harvesting stage for cultivar Beyaz (Figure 2).

This outcome underscores the importance of considering not only the cultivar itself but also harvest stages for optimizing plant height in agricultural practices. The variation in plant height across different harvesting stages emphasizes the dynamic nature of plant growth, which may be influenced by environmental factors and developmental stages. The observed interaction effect highlights the need for a nuanced approach in managing harvest schedules, particularly for maximizing the growth potential of specific cultivars such as 'Beyaz Gelin'.

Further investigation into the underlying mechanisms contributing to these variations is warranted, as it could provide valuable insights into optimizing cultivation practices and improving overall crop yield. These findings contribute to the broader understanding of the intricate relationships between harvesting stages, plant cultivars, and their interactive effects on plant growth.

Plant heights in oil-type flax range from 25 to 80 cm and fiber-type flax typically fall within the range of 80 to 120 cm (Kymäläinen et al., 2004). The variation in flax plant height is influenced by several factors, including plant type (fiber or oil), nitrogen fertilizer and growth regulator levels, air temperature, day length, irrigation volume, and notably, the plant genotype (Kymäläinen et al., 2004; Koçak & Bayraktar, 2011; Mert, 2020). The extent of these variables underscores the complex interplay of environmental and genetic factors in determining the ultimate height of flax plants.

Table 3. Mean values of some yield components for the three cultivars and four harvesting stages

Çizelge 3. Bazı verim unsurlarının üç farklı çeşit ve dört farklı hasat zamanlarına göre ortalama değerleri

|                               | Plant Height (cm)   | Technical Stem Length (cm) | Fiber Ratio of Stem (%) | Stem Ratio (Dry/dry w/w) | Moisture (%)        | Fresh Weight (g plant <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| <b>Cultivars</b>              |                     |                            |                         |                          |                     |                                       |
| Karakız                       | 82.65±1.00          | 60.82±0.63 <b>b</b>        | 15.62±0.31 <b>b</b>     | 42.63±1.86 <b>b</b>      | 54.08±5.30          | 6.01±0.65                             |
| Beyaz Gelin                   | 86.42±2.36          | 67.39±1.10 <b>a</b>        | 18.94±0.44 <b>a</b>     | 48.13±2.32 <b>a</b>      | 50.70±7.94          | 5.05±0.68                             |
| Noreum                        | 86.79±1.74          | 66.69±0.79 <b>a</b>        | 19.45±0.45 <b>a</b>     | 50.97±2.78 <b>a</b>      | 53.23±5.72          | 4.90±0.62                             |
| <b>Harvesting Stages (HS)</b> |                     |                            |                         |                          |                     |                                       |
| 1                             | 77.20±1.16 <b>c</b> | 62.79±1.17 <b>b</b>        | 17.44±0.86              | 56.58±2.28 <b>a</b>      | 75.42±0.66 <b>a</b> | 6.61±0.36 <b>ab</b>                   |
| 2                             | 87.91±1.27 <b>b</b> | 64.76±1.36 <b>ab</b>       | 18.79±0.68              | 38.41±0.96 <b>d</b>      | 66.11±0.83 <b>b</b> | 7.16±0.52 <b>a</b>                    |
| 3                             | 86.21±1.49 <b>b</b> | 66.95±1.48 <b>a</b>        | 17.77±0.64              | 42.91±1.43 <b>c</b>      | 48.10±1.03 <b>c</b> | 5.27±0.41 <b>b</b>                    |
| 4                             | 89.82±1.55 <b>a</b> | 65.36±1.38 <b>ab</b>       | 18.01±0.78              | 51.07±1.82 <b>b</b>      | 21.06±3.37 <b>d</b> | 2.25±0.24 <b>c</b>                    |
| F <sub>Cultivar</sub>         | 1.89ns              | 16.31*                     | 129.37***               | 28.26**                  | 2.24ns              | 6.54ns                                |
| F <sub>HT</sub>               | 164.25***           | 3.70*                      | 1.43ns                  | 56.62***                 | 588.26***           | 42.58***                              |
| F <sub>Cultivar*HT</sub>      | 6.44***             | 0.12ns                     | 0.63ns                  | 0.72ns                   | 12.67***            | 0.34ns                                |
| CV (%)                        | 7.39                | 6.41                       | 12.19                   | 18.30                    | 41.14               | 42.07                                 |
| SEM                           | 1.05                | 0.69                       | 0.37                    | 1.44                     | 3.61                | 0.37                                  |

CV: Coefficient of variation, SEM: Standard error of mean, ns: non significant, \*: significant at P ≤ 0.05, \*\*: significant at P ≤ 0.01 \*\*\*: significant at P ≤ 0.001

It was observed that the technical stem length means differed significantly across cultivars and harvesting stages (Table 3). However, the interaction effect was found to be insignificant. The cv. 'Beyaz Gelin' exhibited the highest technical stem length, while 'Karakız' had the shortest. In terms of harvesting stage, the technical stem length was shortest in the first harvest and increased until the third harvest, with a subsequent decrease observed in the final harvest. This trend can be attributed to the downward expansion of the flowering zone as the flax harvest is delayed. As branching progresses downward, the technical stem shortens. The term 'first branch height' denotes the length of the technical stem from which fibers are extracted in fiber-type plants. This parameter exhibits a strong correlation with various fiber-related characteristics, including fiber length, fiber fineness, fiber ratio, and fiber yield, as indicated by studies such as El-Hariri et al. (2004) and Aydın (2020). Additionally, in oil-type plants, this measurement demonstrates a significant correlation with seed yield, as highlighted in the findings of Çoban et al. (2021). The results of this study are in parallel to the findings of the previous research indicating cultivars in technical stem length among different flax cultivars (Yıldırım, 2005; Tunçtürk, 2007; Örs & Öztürk, 2018; Aslan & Sarıhan, 2020; Aydın, 2020).

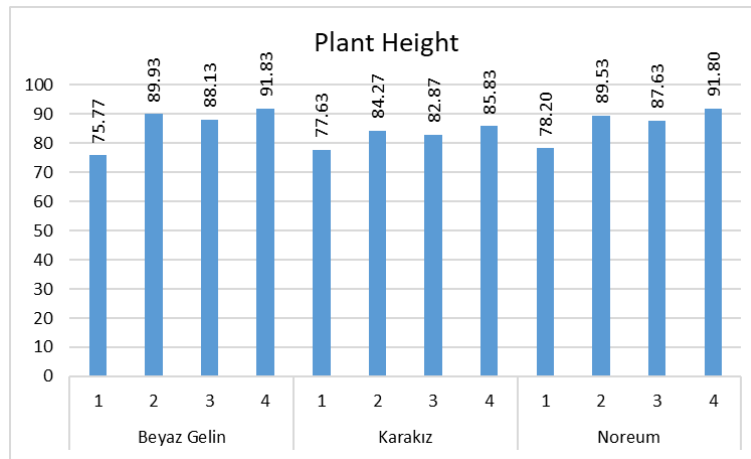


Figure 2. Cultivar x harvesting stage interaction on plant height  
Şekil 2. Bitki boyuna ilişkin çeşit x hasat zamanı interaksiyon grafiği

While the impact of cultivars was significant on the bast fiber ratio, the effects of harvesting stages and interaction were found to be insignificant. The 'Noreum' cultivar exhibited the highest bast fiber ratio, whereas 'Karakız' had the lowest (19.45% and 15.62%, respectively). Rashwan et al. (2016) reported significantly different fiber ratios ranging from 10.95% to 18.94% across three different flax cultivars, emphasizing the genotype-dependent nature of fiber content. Similarly, fiber ratios are notably high in fiber-type flax compared to oil-type and dual-type flax, ranging around 60-70% (Abd El-Fatah, 2007; El-Refaey et al., 2010; Bauer et al., 2015).

The effects of cultivars and harvesting stages on the stem ratio were significant, while the interaction effect was found to be insignificant. The cv. 'Noreum' exhibited the highest stem ratio, followed by 'Beyaz Gelin' and 'Karakız' having the lowest ratio. In terms of harvesting stages, the highest stem ratio was observed during the first harvest, followed by a sharp decline in the subsequent harvests and a subsequent increase. This can be attributed to the relatively low branching of the plant during the initial harvest period, which coincides with the onset of flowering. Subsequent harvests witnessed an increase in stem ratio due to a significant weight gain in the fruiting zone as capsule formation progressed.

In later harvest periods, the plants lost a considerable amount of moisture in the fruiting zone, primarily because drying in the stem and shedding of leaves begins during capsule formation in flax. Subsequently, as the capsules get yellow, there is a decrease in mass in the fruiting zone, accompanied by thickening of the stem.

The influence of cultivars on plant moisture content was found to be insignificant, while the effects of harvesting stage and interaction were significant. From the first harvest to the final harvest, there were dramatic reductions in the moisture content. While all cultivars exhibited similar moisture levels up to the third harvest, the sharp decrease in moisture observed in the final harvest, particularly in the 'Beyaz Gelin' cultivar, can be attributed to the interaction effect (Figure 3). This phenomenon is linked to a genetic trait related to the rapid transition of the cultivar into its full maturity phase.

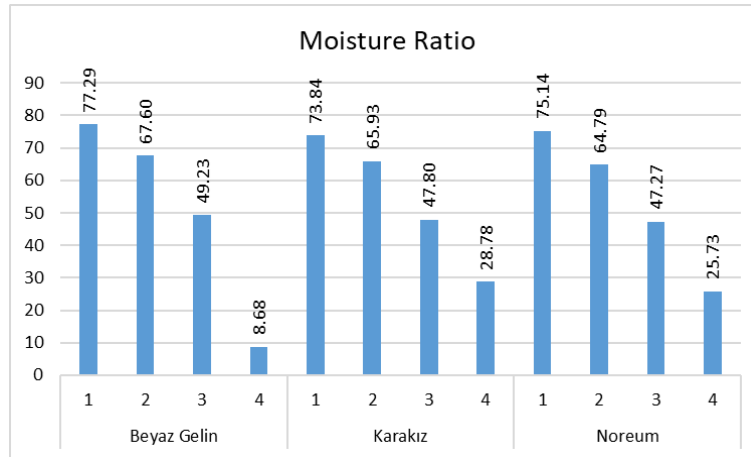


Figure 3. Cultivar x harvesting stage interaction on moisture content.

Şekil 3. Nem oranına ilişkin çeşit x hasat zamanı interaksiyon grafiği

The effect of harvest stage on plant fresh weight was significant, while the effects of cultivars and interaction were found to be insignificant. The plant fresh weight increased until the second harvest and then started to decline. Despite the accumulation of dry matter in the plant as harvesting stage was delayed, the observed decrease in plant fresh weight after the second harvest is quite normal due to dramatic moisture reductions. Consequently, the highest fresh weight was recorded at the second harvest while the lowest was observed in the final harvest (7.16–2.25 g, respectively).

The impact of cultivars on seed number per capsule was found to be insignificant with values ranging between 7.90 and 8.32 seeds capsule<sup>-1</sup>. The highest value was observed in the cv. 'Beyaz Gelin' while the lowest was in the cv. 'Karakız' (Table 4). Similar studies have also suggested that the number of seeds in the capsule is not influenced by cultivars (Yıldırım, 2005; Kurt et al., 2006). However, it is important to note that this outcome may vary based on ecological conditions and cultivation practices. Seed number per capsule is considered a crucial parameter for achieving high seed yield (Aygün & Mert, 2022).

Table 4. Some seed yield component of the three flax cultivars

Çizelge 4. Üç keten çeşidine ait bazı tohum verimi bileşenleri

|                       | Seed number per capsule | 1000 Seed Weight (g) | Number of Branches | Number of Capsules | Seed Yield (kg da <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|
| <b>Cultivars</b>      |                         |                      |                    |                    |                                   |
| Karakız               | 7.90±0.35               | 7.99±0.02 a          | 6.17±0.30          | 15.83±0.87         | 174.33±11.98 b                    |
| Beyaz Gelin           | 8.32±0.35               | 6.35±0.05 b          | 6.33±0.44          | 18.20±1.32         | 234.00±22.91 a                    |
| Noreum                | 8.17±0.49               | 5.96±0.13 c          | 5.73±0.18          | 16.53±1.56         | 241.33±6.94 a                     |
| F <sub>Cultivar</sub> | 0.19ns                  | 173.82**             | 5.45ns             | 0.87ns             | 10.19*                            |
| CV (%)                | 7.73                    | 13.91                | 9.12               | 13.02              | 18.18                             |
| SEM                   | 0.21                    | 0.31                 | 0.18               | 0.73               | 13.12                             |

CV: Coefficient of variation, SEM: Standard error of mean, ns: non significant, \*: significant at P ≤ 0.05, \*\*: significant at P ≤ 0.01



The effect of cultivars on the thousand seed weight was found to be significant. The highest thousand seed weight was observed in the cv. 'Karakız' while the lowest was in the cv. 'Noreum' (7.99-5.96 unit plant<sup>-1</sup>, respectively). Studies have reported significant differences among cultivars in terms of thousand seed weight (Yıldırım, 2005; Tunçtürk, 2007; Örs & Öztürk, 2018; Aslan & Sarıhan, 2020; Aydın, 2020) a parameter highly correlated with seed yield (Çopur et al., 2005; Aydın, 2020).

The effect of cultivars on the number of branches was found to be insignificant. The number of branches varied between 5.73 and 6.33 unit plant<sup>-1</sup> across cultivars. While plant density can influence the number of branches in flax, branching remains a genetic trait. Studies indicate variations in the number of branches among flax cultivars, possibly influenced by plant types (oil, fiber, and dual type), cultural practices, plant density, and ecological differences (Yıldırım, 2005; Tunçtürk, 2007; Aslan & Sarıhan, 2020; Aydın, 2020).

The impact of cultivars on capsule number per plant was not significant, with counts ranging between 15.83 and 18.20 unit plant<sup>-1</sup>. According to Yıldırım (2005) and Aydın (2020), there is a linear relationship between capsule count and seed yield. However, the simultaneous formation and/or ripening of all capsules on branches terminating with capsules may not occur uniformly, as the cultivation period may not be sufficient for all branches to end with capsules (Aygün & Mert, 2022). The results align with the previous studies indicating that capsule count is not significantly influenced by cultivars (Yıldırım, 2005; Kurt et al., 2006; Aydın, 2020). However, similar to the number of branches, capsule count varies significantly based on plant type in studies using different cultivars (Örs & Öztürk, 2018; Aslan & Sarıhan, 2020; Aygün & Mert, 2022).

The impact of cultivars on seed yield was found to be significant, with the highest seed yield recorded in the cv. 'Noreum' at 241.33 kg da<sup>-1</sup> and the lowest in the cv. 'Karakız' at 174.33 kg da<sup>-1</sup>. While seed yield is a crucial parameter for oil-type and dual-type flax, it is not as sought after for fiber-type flax. This is because in flax plants harvested for fiber, seed maturation is not anticipated and they are harvested earlier. Seed yield is influenced by plant types and, naturally, genotype. Studies indicate significant differences in seed yield among flax cultivars (Yıldırım, 2005; Tunçtürk, 2007; Örs & Öztürk, 2018; Aslan & Sarıhan, 2020; Aydın, 2020).

In conclusion, this study comprehensively investigated the impact of different harvesting stages of flax cultivars on various agricultural parameters and provided important information.

Significant technical stem length variation was identified among different cultivars, suggesting that genetic diversity plays a role in morphological traits. Harvest stages were found to be significant effect on the technical stem length, highlighting the importance of strategic planning for optimum harvesting time. Considerable disparities were observed among cultivars concerning fiber content and seed yield. The cv. 'Noreum' demonstrated superiority, excelling in both fiber content and seed yield.

Meticulous planning of agricultural practices and cultivar selection is essential to meet specific goals. Tailoring cultivar choices based on whether the emphasis is on fiber or seed production is crucial. Determining optimal harvesting stage is critical for maximizing both fiber and seed yields. This decision should factor in diverse agricultural strategies and prevailing climate conditions.

In conclusion, the outcomes of this study highlight the pivotal roles of cultivar selection and harvesting stages in shaping the agricultural performance of flax. Future research endeavors, comparing results across diverse ecosystems and under varied climatic conditions, will contribute to a more comprehensive understanding of the genetic diversity and adaptability of the flax plant.

#### **STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST**

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

#### **AUTHOR'S CONTRIBUTIONS**

The contribution of the authors is equal.

**STATEMENT OF ETHICS CONSENT**

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

**REFERENCES**

- Abd El-Fatah, A.A.E. (2007). Comparative study on some flax cultivars. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 71 (9), 11-19.
- Aslan, Ö., & Sarihan, E.O. (2020). Uşak ili ekolojik koşullarında bazı keten hat ve çeşitlerinin verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 105-113.
- Aydın, D. (2020). Determination of different irrigation times on yield, yield components and quality characteristics in oil flax (*Linum usitatissimum* L.) genotypes. Doctoral dissertation, Eskisehir Osmangazi University, Institute of Science and Technology, 121 s.
- Aygün, Y.Z., & Mert, M. (2022). Determination of yield characters of some linseed (*Linum usitatissimum*) cultivars under rainfed condition in Eastern Mediterranean. *Journal of Applied Biological Sciences*, 16 (3), 527-536.
- Bauer, Ph.J., Stone, K.C., Foulk, J.A., & Dodd, R.B. (2015). Irrigation and cultivar effect on flax fiber and seed yield in the Southeast USA. *Industrial Crops and Products*, 67, 7-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.12.053>
- Cullis, C.A. (2007). Flax. In *Oilseeds* (pp. 275-295). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Çoban, A., Şahin, C.B., & İşler, N. (2021). Effects of different row spacing on yield and yield components of linen varieties. *Biological Diversity and Conservation*, 14 (2), 208-213. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.891740>
- Çopur, O., Gür, M.A., Karakuş, M., & Demirel, U. (2005). Determination of correlation and path analysis among yield components and seed yield in oil flax varieties (*Linum usitatissimum* L.). *Türkiye VI. Field Crops Congress*, 5-9.
- El-Hariri, D.M., Anderson, J.F., & Schiavoni, M.A. (1994). in El-Hariri, D.M., Anderson, J.F., & Schiavoni, M.A. *Proceedings World Fibre Flax Symposium*, The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, Conn.
- El-Hariri, D.M., Hassanein, M.S., & El-Sweify, A.H. (2004). Evaluation of some flax genotypes straw yield, yield components and technological characters. *Journal of Natural Fibers*, 1 (2), 1-12.
- El-Refaey, R.A., El-Seidy, E.H., Abou-Zaied, T.A., & Rashwan, E.A. (2010). Evaluation of some genotypes of flax (*Linum usitatissimum* L.) for fiber and its related characters under different plant densities and retting methods (pp. 165-187). *The 12th Conference of Agronomy*, Suez Canal Univ., Fac., Environ., Agric. Sci., September 20-22, 2010, El-Arish, Egypt.
- Koçak, N., & Bayraktar, N. (2011). Türkiye’de keten tarımı. *Ziraat Mühendisliği*, 357, 13-17.
- Kozłowski, R., Baraniecki, P., & Barriga-Bedoya, J. (2005). Bast fibres (flax, hemp, jute, ramie, kenaf, abaca). *Biodegradable and Sustainable Fibres*, 36-88.
- Kurt, O., Doğan, H., & Demir, A. (2006). Samsun ekolojik koşullarına uygun kışlık keten çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi)*, 21 (1), 1-5.
- Kymäläinen, H.R., Koivula, M., Kuisma, R., Sjöberg, A.M., & Pehkonen, A. (2004). Technologically indicative properties of straw fractions of flax, linseed (*Linum usitatissimum* L.) and fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Bioresource Technology*, 94 (1), 57-63.
- Mert, M. (2020). *Lif bitkileri* (üçüncü baskı). Nobel Yayınları.
- Muir, A.D., & Westcott, N.D. (Eds.). (2003). *Flax: The genus Linum*. CRC Press.
- Örs, Ö., & Öztürk, Ö. (2018). Konya koşullarında yağlık keten (*Linum usitatissimum* L.) çeşitlerinin verim ve bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32 (3), 305-311.
- Rashwan, E., Mousa, A., El-Sabagh, A., & Barutçular, C. (2016). Yield and quality traits of some flax cultivars as influenced by different irrigation intervals. *Journal of Agricultural Science*, 8 (10), 226-240.

- Tukey, J.W. (1953). The Problem of Multiple Comparisons. Unpublished Manuscript, Princeton University, Princeton, NJ.
- Tunçtürk, M. (2007). Van koşullarında bazı keten *Linum usitatissimum* L. çeşitlerinin verim ve bazı verim öğelerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 13 (04), 365-371.
- Yıldırım, M.U. (2005). Seçilmiş alternatif keten (*Linum usitatissimum* L.) hatlarının verim ve verim öğeleri bakımından karşılaştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 83 s.