

9. | 3. | 2023

cilt  
volume

sayı  
issue

aralık  
december

e-ISSN: 2149-8245

# Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (IJAWS)

International Journal of  
Agriculture and Wildlife Science



# Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi

IJAWS

Cilt:9 Sayı:3

Aralık 2023

e-ISSN: 2149-8245

## SAHİBİ

**Prof. Dr. Mustafa ALİŞARLI**

Rektör, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

## BİLİMSEL YAYIN VE DERGİLER KOORDİNATORLÜĞÜ

**Doç. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU** - mustafayigitoglu@ibu.edu.tr  
Koordinator, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

**Doç. Dr. Fatma DEMİRAY AKBULUT** - demiray\_f@ibu.edu.tr  
Koordinator Yardımcısı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

**Dr. Öğr. Üyesi Can DOĞAN** - can.dogan@ibu.edu.tr  
Koordinator Yardımcısı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

## SORUMLU MÜDÜR

**Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ** - vahdettinciftci@ibu.edu.tr  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

## BAŞ EDITÖR

**Prof. Dr. Hakan KİBAR** - hakan.kibar@ibu.edu.tr  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

## ALAN EDITÖRLERİ

<b>Prof. Dr. Todd WEHNER</b>	North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina-USA
<b>Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO</b>	Federal University of Lavras, School of Agricultural Sciences of Lavras, Lavras-Brasil
<b>Prof. Dr. Handan ESER</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. Beyhan KİBAR</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. Halil KÜTÜK</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. Göksel ÖZER</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye
<b>Prof. Dr. Mustafa SÜRME</b>	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Aydın-Türkiye
<b>Doç. Dr. İhsan CANAN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Doç. Dr. Cihangir KIRAZLI</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Doç. Dr. Nezi OKUR</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye
<b>Doç. Dr. Gafur GÖZÜKARA</b>	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eskişehir-Türkiye
<b>Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye
<b>Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahit YEKEN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Dr. Esin HAZNECİ</b>	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

## YAYIN KURULU

<b>Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. Mustafa İMREN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. İlker KILIÇ</b>	Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bursa-Türkiye
<b>Doç. Dr. İlhan SUBAŞI</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahit YEKEN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
<b>Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Sami KOCA</b>	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

## DANIŞMA KURULU

**Prof. Dr. Maria Luisa BADENES**  
**Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER**  
**Prof. Dr. Halil KÜTÜK**  
**Prof. Dr. Anita SOLAR**  
**Prof. Dr. Petru TOMITA**  
**Prof. Dr. Süleyman TEMEL**  
**Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC**  
**Assoc. Prof. Dr. Sandeep Kumar VERMA**  
**Dr. Luiz Eduardo Santos LAZZARINI**

Valencian Institute for Agricultural Research, Valencia-Spain  
Oregon State University, College of Agricultural Sciences, Oregon-USA  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye  
University of Ljubljana, Faculty of Biotechnical, Ljubljana-Slovenia  
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova  
İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, İğdir-Türkiye  
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova  
SAGE University, Institute of Biological Science, Indore-India  
Federal University of Lavras, Agriculture Department, Lavras-Brasil

## İNGİLİZCE DİL EDITÖRÜ

**Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN**

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

## TEKNİK EDITÖRLER

**Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Sami KOCA**  
**Arş. Gör. Orkun EMİRALIOĞLU**  
**Arş. Gör. Hakkı Ekrem SOYDEMİR**  
**Arş. Gör. Mustafa Said BAYRAM**

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

## HAKEM KURULU

**Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi**, en az iki hakemin görev aldığı çift taraflı kör hakemlik sistemi kullanmaktadır. Hakem isimleri gizli tutulmakta ve yayımlanmamaktadır.

## ADRES

**Yazışma Adresi**  
**Telefon**  
**Faks**  
**E-posta**

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye  
+90 0374 253 43 45  
+90 374 253 43 46  
ijawseditor@ibu.edu.tr

## DİZİNLENME BİLGİLERİ

“**Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi [IJAWS]**” yılda üç kez (Nisan-Ağustos-Aralık) yayınlanan hakemli, akademik uluslararası bir dergidir. **IJAWS’ da** yayınlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayın dili Türkçe olmakla beraber diğer dillerde de yazılar yayınlanmaktadır. Yayınlanan yazıların bütün yayın hakları **IJAWS’ a** ait olup, yayıncının izni olmadan kısmen veya tamamen basılamaz, çoğaltılamaz ve elektronik ortama taşınamaz. Yazıların yayınlanıp yayınlanmamasından yayın kurulu sorumludur.” Ayrıca Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi Dergipark üyesidir.

**Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi [IJAWS];**  
**TÜBİTAK – ULAKBİM TR Dizin** (Ziraat ve Temel Bilimler Veri Tabanı),  
**DOAJ** (Directory of Open Access Journals)  
**Cab Abstract**

# International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences

## IJAWS

Volume:9 Issue:3

December 2023

e-ISSN: 2149-8245

### OWNER

**Prof. Dr. Mustafa ALIŞARLI**

Rektor, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-Turkey

### SCIENTIFIC PUBLICATIONS AND JOURNALS COORDINATOR

**Assoc. Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU** - mustafayigitoglu@ibu.edu.tr  
Coordinator, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-TURKEY

**Assoc. Prof. Dr. Fatma DEMİRAY AKBULUT** - demiray\_f@ibu.edu.tr  
Coordinator Assistant, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-TURKEY

**Assist. Prof. Dr. Can DOĞAN** - can.dogan@ibu.edu.tr  
Coordinator Assistant, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-TURKEY

### RESPONSIBLE MANAGING EDITOR

**Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ** - vahdettinciftci@ibu.edu.tr  
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-TURKEY

### EDITOR IN CHIEF

**Prof. Dr. Hakan KİBAR** - hakan.kibar@ibu.edu.tr  
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-TURKEY

### FIELD EDITORS

<b>Prof. Dr. Todd WEHNER</b>	North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina-USA
<b>Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO</b>	Federal University of Lavras, School of Agricultural Sciences of Lavras, Lavras-Brasil
<b>Prof. Dr. Handan ESER</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Prof. Dr. Beyhan KİBAR</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Prof. Dr. Halil KÜTÜK</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Prof. Dr. Göksel ÖZER</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK</b>	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
<b>Prof. Dr. Mustafa SÜRME</b>	Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Aydın-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. İhsan CANAN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. Cihangir KİRAZLI</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. Nezi OKUR</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. Ferit SÖNMEZ</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL</b>	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
<b>Assoc. Prof. Gafur GÖZÜKARA</b>	Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Eskişehir-Turkey
<b>Assist. Prof. Dr. Hüseyin SAUK</b>	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
<b>Assist. Prof. Dr. Mehmet Zahit YEKEN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Dr. Esin HAZNECİ</b>	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey

### EDITORIAL BOARD

<b>Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Prof. Dr. Mustafa İMREN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Prof. Dr. İlker KILIÇ</b>	Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Bursa-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. İlhan SUBAŞI</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Assist. Prof. Dr. Mehmet Zahit YEKEN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Assist. Prof. Dr. Abdurrahman Sami KOCA</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey

## ADVISORY BOARD

<b>Prof. Dr. Maria Luisa BADENES</b>	Valencian Institute for Agricultural Research, Valencia-Spain
<b>Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER</b>	Oregon State University, College of Agricultural Sciences, Oregon-USA
<b>Prof. Dr. Halil KÜTÜK</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
<b>Prof. Dr. Anita SOLAR</b>	University of Ljubljana, Faculty of Biotechnical, Ljubljana-Slovenia
<b>Prof. Dr. Petru TOMITA</b>	State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
<b>Prof. Dr. Süleyman TEMEL</b>	Iğdır University, Faculty of Agriculture, Iğdır-Turkey
<b>Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC</b>	State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
<b>Assoc. Prof. Dr. Sandeep Kumar VERMA</b>	SAGE University, Institute of Biological Science, Indore-India
<b>Dr. Luiz Eduardo Santos LAZZARINI</b>	Federal University of Lavras, Agriculture Department, Lavras-Brasil

## ENGLISH LANGUAGE EDITOR

<b>Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
------------------------------------	--

## TECHNICAL EDITORS

<b>Assist. Prof. Dr. Abdurrahman Sami KOCA</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Res. Assist. Orkun EMİRALİOĞLU</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Res. Assist. Hakkı Ekrem SOYDEMİR</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
<b>Res. Assist. Mustafa Said BAYRAM</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey

## REFEREE BOARD

**International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences**, uses double-blind review fulfilled by at least two reviewers. Referee names are kept strictly confidential.

## ADDRESS

<b>Contact Address</b>	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
<b>Telephone</b>	+90 0374 253 43 45
<b>Fax</b>	+90 374 2534346
<b>E-Mail</b>	ijawseditor@ibu.edu.tr

## ABSTRACTING AND INDEXING SERVICES

“**International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences [JAWS]**” is a peer-reviewed, international journal published three times a year (April-August-December). The scientific and legal responsibility of the articles published in **IJAWS** belongs to the authors. Although the language of publication is Turkish, articles are published in other languages. All publication rights of the published articles belong to **IJAWS** and cannot be printed, reproduced or transferred to the electronic media in whole or in part without the permission of the publisher. The editorial board is responsible for publishing the articles.

**International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences [JAWS];**  
**TUBITAK ULAKBİM TR Index** (Agriculture ve Basic Sciences Database),  
**DOAJ** (Directory of Open Access Journals)  
**Cab Abstract**

## İçindekiler/Contents

i - vii | Jenerik/Generic

### Makaleler/Articles

#### Bahçe Bitkileri / Horticulture

- 289 - 299 | Gülşah Selcen Keskinaslan, Mehmet Ali Sarıdaş, Sevgi Paydaş Kargı
- Turunçgil Budama Atığından Üretilen Biyokömürün Çileklerde Meyve Verim ve Pomolojik Özellikler Üzerine Etkileri**
- The Effects of Biochar Produced From Citrus Pruning Waste on The Yield and Pomological Properties of Strawberries
- 300 -310 | Ömer Alpaço, Mesude Figen Dönmez, Büşran Sunyar, İrfan Çoruh
- Bitki Gelişimini Uyarayan Bakterilerin Kıvrıkcık Marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi**
- The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Curly (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Lettuce Production
- 311 -333 | Ömer Sarı, Fisun Gürsel Çelikel, Halil Yaşar
- Türkiye'nin Doğal Şimşir (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) lokasyonları**
- Turkey's Natural Boxwood (*Buxus sempervirens* and *Buxus balearica*) Locations
- 334 - 348 | Yağmur Özge Öztürk, Beyhan Kibar
- Effects of Different Growing Media and Humic Acid Doses on Plant Growth and Quality in Radish**
- Farklı Yetiştirme Ortamları ve Hümik Asit Dozlarının Turpda Bitki Gelişimi ve Kalite Üzerine Etkileri

#### Bitki Koruma / Plant Protection

- 349 - 357 | Zühtü Polat, Gülay Beşirli, İbrahim Sönmez, Harun Bayraktar
- Reactions of Short, Intermediate and Long Day Onion Genotypes in Turkish National Onion Breeding Program to Fusarium Basal Rot Disease**
- Türkiye Ulusal Soğan Islahı Programı Kısa, Orta ve Uzun Gün Soğan Genotiplerinin Soğan Dip Çürüklük Hastalığına Karşı Reaksiyonları

#### Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- 358 - 369 | Sıla Ozan, Esin Hazneci
- Güneş Enerjisi Santrali Desteğinin Tarım İşletmelerine Etkileri: Ankara İli Örneği**
- Effect of Solar Energy Support on Agricultural Farms: The Case Study of Ankara

## Tarım Makinaları / Agricultural Machinery

- 370 - 378 | Akif Köktaş, Metin Güner  
**Aspir Tohumunun Farklı Çeşit ve Nemlerde Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi**  
Determination of Some Physico-Mechanical Properties of Safflower Seed at Different Varieties and Moisture Content
- 379 - 386 | Ruçhan Çömlek, Taner Yıldız  
**Farklı Dal Çapı ve Dal Açısına Sahip Yomra Çeşidi Fındık Ocaklarında Dal Fındık Verimi ve Mekanik Hasat Etkinliği**  
Hazelnut Branch Yield and Mechanical Harvest Efficiency in Hazelnut (Cv.Yomra) Quarries with Different Branch Diameters and Branch Angles

## Tarımsal Yapılar ve Sulama / Agricultural Structures and Irrigation

- 387 - 404 | Selami Yaman, Kadir Ersin Temizel  
**Çorum Alaca Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesinin İncelenmesi ve Yararları**  
The Review of Çorum Alaca Land Consolidation Project and Benefits
- 405- 415 | Abdullah Sayıcı, Harun Kaman  
**Ermenek Yöresinde Bitkisel Üretimde Sulama Amaçlı Kullanılan Suların Kalitelerinin Değerlendirilmesi**  
Evaluation of The Quality of Waters Used for Irrigation Purposes in Plant Production in Ermenek Region

## Tarla Bitkileri / Field Crops

- 416 - 435 | Betül Altınsoy, Nevzat Aydın, Yaşar Karaduman  
**The Effect of High Molecular Weight Glutenin Subunit Encoded by Glu-B1k Allele on Bread-Making Quality of Near-Isogenic Lines of Bread Wheat**  
Glu-B1k Alleli Tarafından Kodlanan Yüksek Moleküler Ağırlıklı Glutenin Alt Biriminin Ekmeklik Buğday Yakın İzogenik Hatlarının Ekmek Yapım Kalitesine Etkisi
- 436 - 447 | Zübeyde Kaymaz, Erdem Gülümser  
**Şerbetçi Otunun (*Humulus lupulus L.*) Silaj Verimi ve Kalitesi**  
Silage Yield and Quality of Hop (*Humulus lupulus L.*)

## Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi/ Wildlife Ecology and Management

- 448 - 459 | Nahit Pamukoğlu, Serpil Oğuztütün, Onur Dirican, Sezen Yılmaz Sarıaltın  
**Investigation of Glutathione S-Transferase-Alpha and Glutathione S-Transferase-Pi Expression Levels in *Spermophilus xanthoprimum* and**

**Meriones tristrami in Terms of Living Conditions and Natural Habitat Differences in Kırkkale Province**

Kırkkale İlinde Spermophilus xanthopyrnus ve Meriones tristrami'de Glutasyon S-Transferaz-Alfa ve Glutasyon S-Transferaz-Pi Ekspresyon Düzeylerinin Yaşam Koşulları ve Doğal Habitat Farklılıkları Açısından İncelenmesi

**Zootekni/ Animal Science**

460 - 476 | Onur Şahin, Mehmet İhsan Soysal, Önder Bayram Çoban

**Anadolu Mandalarında Fleckscore Yöntemine Göre Tip Özelliklerinin Sınıflandırılması**

Classification of Type Treats in Anatolian Water Buffalo According to Fleckscore Method

477 - 489 | Ali Kaygısız, İsa Yılmaz, Kamil Emin Taşan

**Sinop İlinde Keçi İşletmelerinin Sürü Yönetimi ve Hayvan Refahına Uygunluğunun İncelenmesi**

Investigation of Suitability for Herd Management and Animal Welfare in Farm Reared Goat in Sinop Province

490 - 496 | Sabri Arda Eratalar

**Effects of Eggshell Thickness, Egg Weight and Shape Index on Hatch Window and Turkey Poults' Gender**

Yumurta Kabuğu Kalınlığı, Yumurta Ağırlığı ve Şekil İndeksinin Çıkış Penceresi ve Hindi Cıvcıvlerinin Cinsiyeti Üzerine Etkileri

497 - 504 | Ali Kaygısız

**Siyah Alaca ve Simental Sığırların Sağım Özelliklerine İlişkin Fenotipik ve Genetik Parametre Tahminleri**

Estimates of Genetic and Phenotypic Parameters of Milkability Traits in Holstein Friesian and Simmental Cows





## Turunçgil Budama Atığından Üretilen Biyokömürün Çileklerde Meyve Verim ve Pomolojik Özellikler Üzerine Etkileri\*

The Effects of Biochar Produced From Citrus Pruning Waste on The Yield and Pomological Properties of Strawberries

Gülşah Selcen Keskinaslan<sup>1</sup>, Mehmet Ali Sarıdaş<sup>2</sup>, Sevgi Paydaş Kargı<sup>3</sup>

Geliş Tarihi (Received): 27.03.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 29.08.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Çalışmada turunçgil budama atığından üretilen biyokömür uygulamasının (%0 - %1 biyokömür) Sabrina ve Fortuna çilek çeşidi ile 33, 36 ve 112 No'lu seçilmiş melez çilek genotiplerinde meyve verim ve kalite kriterleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2020-2021 yetiştirme sezonunda İspanyol tipi yüksek tünel altına yerleştirilen 3 litrelik saksılarda ve Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür. Biyokömür uygulamaları; titre edilebilir asit içeriğinde, suda çözünabilir toplam kuru madde miktarında, meyve dış renk hue<sup>0</sup> değerlerinde olumlu etkiler yapmış ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki başına toplam verimde, meyve ağırlığında, meyve et sertliğinde ise uygulamaların istatistiksel olarak önemli etkisi olmadığı, ancak 33 No'lu (109.5 g/bitki +biyokömür; 71.3 g/bitki -biyokömür) ve 36 No'lu (126.9 g/bitki +biyokömür; 93.0 g/bitki -biyokömür) genotiplerde verimi olumlu yönde etkilediği bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Atık yönetimi, *Fragaria × ananassa*, saksı denemesi, sürdürülebilir tarım

&

**Abstract:** In this study, the effects of biochar application (0 - 1% biochar) produced from citrus pruning waste on fruit yield and quality criteria were investigated in Sabrina and Fortuna strawberry cultivars and selected hybrid strawberry genotypes 33, 36 and 112. The study was carried out in 3-liter pots placed under the Spanish type high tunnel in Çukurova University Horticulture Department laboratories in the 2020-2021 growing season. Biochar applications had positive effects on titratable acid content, total amount of water-soluble dry matter, fruit outer color hue<sup>0</sup> values, and the difference between applications was found to be statistically significant. It was found that the application was not statistically significant in total yield per plant, fruit weight, fruit flesh firmness. However, genotypes 33 (109.5 g/plant +biochar; 71.3 g/plant -biochar) and 36 (126.9 g/plant +biochar 93.0 g/plant -biochar) were positive affected on yield per plant.

**Keywords:** Waste management, *Fragaria × ananassa*, pot experiment, sustainable agriculture

**Atıf/Cite as:** Keskinaslan, G.S, Sarıdaş, M.A., & Kargı P, S. (2023). Turunçgil budama atığından üretilen biyokömürün çileklerde meyve verim ve pomolojik özellikler üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 289-299. doi: 10.24180/ijaws.1271778

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Ziraat Yüksek Mühendisi Gülşah Selcen Keskinaslan, Verim Tarım, Adana gulsahselcenkeskinaslan@gmail.com

<sup>2</sup> Doç. Dr. Mehmet Ali Sarıdaş, Çukurova Üniversitesi, Ziraat fakültesi, bahçe Bitkileri Bölümü, Adana masaridas@gmail.com.

<sup>3</sup> Prof. Dr. Sevgi Paydaş Kargı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana sevpay@cu.edu.tr (Sorumlu Yazar/ Corresponding author)

\*Bu makale Gülşah Selcen KESKİNASLAN'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışıyla enerji gereksinimi hızla artmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacı endüstrileşmenin başlangıcından bugüne esas olarak kömür, doğal gaz petrol gibi fosil kaynaklardan yararlanılmaktadır. Ancak yakın zamanda bu kaynakların dünyanın enerji gereksinimini sağlayamayacak seviyeye geleceği ve tükeneceği öngörülmektedir (Schiffer, 2008; Abas vd., 2015; Rintamäki vd., 2016). Diğer yandan enerji üretimi için fosil kaynakların kullanılması sonucunda dünya atmosferindeki karbondioksit düzeyi artmıştır. Karbondioksit, dünya ikliminde bir değişim, dünya atmosferinde sera etkisi oluşturmakta ve ısınmanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Jones ve Warner, 2016).

Son 20 yıldır bitki yetiştirme ortamı olarak torf kullanımı yaygınlaşmış olup, temini de zorlaşmıştır. Torf yenilenemeyen bir kaynak olduğundan dolayı, yetiştirme ortamı olarak yeni alternatif arayışlara sebep olmuştur (Benito vd., 2005). Arayışların sonucunda torf yerine alternatif olarak atık mantar kompostu, bitki budama atıkları, atık mantar kompostu, ağaç kabukları vb. birçok atık yetiştirme ortamı kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda biyokömürün birçok farklı alanda kullanıldığı görülmektedir. Toprak yapısının düzenlenmesi, biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi, toprakta su ve besin elementlerinin tutulmasına olan etkisi gibi nitelikleri, değerlendirilen bazı etkileri arasında bulunmaktadır (Lehmann vd., 2011; Bender Özenc vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada buğday verimini arttırmak için arazi koşullarında m<sup>2</sup>'ye 3 ve 6 kg biyokömür uygulanmış, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde çok belirgin değişimler meydana gelmediği rapor edilmiştir (Castaldi vd., 2011). Öte yandan Harel vd. (2012), toprağa uyguladıkları biyokömürün bitki performansını arttırdığını gözlemlemiştir.

Pirinçde biyokömür uygulamasının protein içeriğinde ve biyokütle üretiminde artış sağladığını, solucan uygulamasının ise biyokütleyi arttırdığı ancak protein içeriğinde değişim yaratmadığı saptanmıştır (Noguera vd., 2012). Doan vd. (2015), mısır bitkilerine biyokömür (7 t . ha<sup>-1</sup>) ile organik gübre (20 t . ha<sup>-1</sup>) uygulamalarından; biyokömürün bitki gelişmesi ile veriminde önemli bir artış sağladığını, dane verimi üzerine biyokömür ve kompostun birlikte uygulanmasının ise daha etkin olduğunu belirlemiştir.

Budama sonucunda ortaya çıkan odunsu atıkları 300°C ve 500°C'de piroliz işlemine tabi tutarak biyokömür elde eden Nieto vd. (2016), saksıda yetiştirilen marul bitkisinin gelişimi üzerine biyokömürün etkilerini gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda marul bitkisinin veriminde ve biyokütlesinde önemli artışlar olduğu, biyokömürün topraksız tarımda torf yerine kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Öte yandan organik marul yetiştiriciliğinde farklı azot dozları ile farklı biyokömür uygulamalarını deneyen Pereira vd. (2017), en iyi bitki gelişmesinin biyokömür ile birlikte 225 kg N ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Hurma ağacı, çeltik kavuzu ve Hindistan cevizinden elde edilen üç farklı biyokömürün soğan bitkisinin gelişmesi ve verimi ile toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve çeltik kavuzu biyokömürü uygulamasının, Hindistan cevizi ve hurma ağacı biyokömürlerine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Rageendrathas vd., 2017).

Antonious (2018), tavuk gübresi, biyokömür, arıtma çamuru, at gübresi ve bahçe atıkları kompostunu ayrı ayrı ve değişik kombinasyonlarda denediği çalışmasında; toplam taze domates meyvesi ağırlığının tavuk gübresi ile biyokömürün birlikte uygulanmasıyla önemli düzeyde arttığını, kompost ile biyokömür ve at gübresi ile biyokömür birlikte uygulandıklarında pazarlanabilir domates veriminin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir.

Biyokömür uygulamasından sonra yapılan gözlemlerde, topraktaki toplam karbon, azot, fosfor, organik madde oranı ve su seviyesinin Kontrole göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Lu vd., 2020). Başka bir çalışmada da biyokömür uygulamasının toprağın pH değerini, katyon değişim kapasitesini ve topraktaki toplam karbon oranını arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kumlu ve asidik topraklarda biyokömür uygulamalarının bitkisel verimliliği artırdığı da vurgulanmıştır (Dai vd., 2020). Benzer şekilde Gao vd.

(2021), biyokömür kullanımının toprağın kalitesini iyileştirdiğini ve karbon tutma seviyesini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Liu vd. (2020), saksı denemelerinde alkali toprağa %0; %2.5; %5 ve %10 oranlarında biyokömür karıştırmışlar, %5 oranında biyokömür karışımında yetiştirilen soya fasulyesinden maksimum bakla verimi elde ederken, %10 seviyesinde verimde azalma görmüşlerdir.

Bu çalışmanın amacı, turunçgil budama atığı kullanılarak üretilen biyokömürün iki adet ticari çilek çeşidiyle, Üniversitemiz bünyesinde melezleme ıslahıyla elde edilen ve üstün özellikleri nedeniyle seçilen üç adet çilek genotipinde meyve verim ve kalite kriterleri üzerine etkilerini belirlemektir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma alanı ile laboratuvarlarında, 2020-2021 yetiştirme döneminde çilekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Biyokömür materyali, Bölümümüze ait turunçgil alanlarından sağlanan budama atıklarının (portakal-mandarin-limon), Fakültemiz "Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü"ne ait fırında 500°C'de 2 saat süreyle piroliz işlemine tabi tutularak hazırlanmıştır. Söz konusu işlemden sonra elde edilen biyokömür, porselen havanda ezilip, toz haline getirilerek çalışmada kullanılmıştır.

Denemede bitkisel materyal olarak; Fortuna ve Sabrina çilek çeşitleri ile 112, 33 ve 36 No'lu üstün özellikleri (tat, aroma) nedeniyle seçilmiş melez çilek genotipleri kullanılmıştır (Sarıdaş, 2018).

İspanyol tipi yüksek tünelin altına yerleştirilen 3.1 litre hacmindeki plastik saksılara 3:1 oranında torf ve perlit karışımı ile hazırlanan yetiştirme ortamları doldurulmuştur. Saksılara, Ekim ayının ikinci haftasında taze tüplü çilek fideleri dikilmiştir. Deneme bitkilerini kontrollü bir şekilde sulamak için Ekim ayının ilk haftasında, yukarıda açıklanan yetiştirme ortamından örnekler alınmış, tarla kapasitesini belirlemek üzere "Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü"nde ölçümler yapılmıştır. Her sulamada bitkilere verilen su miktarı yapılan hesaplamalara göre belirlenmiştir. Saksılara fide dikimi sonrasında temel gübreleme olarak; 100 mg N kg<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 150 mg P kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 mg K kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O uygulaması yapılmıştır. Gübreleme ile hastalık ve zararlı kontrolleri önceki tecrübelerle göre gözlemsel olarak yürütülmüştür.

Denemede uygulananlar: Turunçgil budama atıklarından üretilen biyokömür uygulaması (Biyokömür Var) ve Kontrol (Biyokömür Yok) şeklinde yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarda 3 litrelik saksıların her birine 30 g olacak şekilde biyokömür, hassas terazide tartıldıktan sonra saksılara tek tek uygulanmıştır. Deneme, 2 farklı dozda biyokömür uygulaması (%0 ve %1) X 5 çilek genotipi X 3 tekerrür X her tekerrürde 5 bitki olmak üzere 150 saksıda yürütülmüştür.

Denemede; Bitki Başına Verim, Meyve Ağırlığı, Meyve Dış Renk Değerleri (L\* ve hue<sup>0</sup>), Meyve Et Sertliği, Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı, Titre Edilebilir Asit İçeriği gibi analizler Sarıdaş (2018)'a göre yapılmıştır. Meyve; verim ve ağırlığı aralık-mayıs, kalite analizleri mart-mayıs aylarında yapılmıştır.

Deneme kapsamında genotip, ay ve biyokömür uygulaması olmak üzere 3 faktör incelenmiş ve elde edilen bütün parametreler "Tesadüf parsellerinde faktöriyel düzen" deneme desenine göre JMP 8.1.0. paket programında varyans analizine tabi tutularak istatistiksel analizleri yapılmıştır. Ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Turunçgil budama atığı kullanılarak üretilen biyokömürün beş çilek genotipinde meyve verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular sunulmuş ve tartışılmıştır.

### *Bitki Başına Toplam Verim*

Bitki başına toplam verim değerleri üzerine genotip, zaman (ay), genotip x zaman, zaman x uygulama etkileşimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken, uygulamalar ve diğer interaksiyonlar arasındaki farklar önemsiz olmuştur (Çizelge 1). Yetiştirme sezonunda aylar arasında en yüksek bitki başına verim 34.3 g olarak Mart ayında elde edilirken, en düşük değer Aralık ayında 5.8 g

olarak saptanmıştır. Genotiplerde en yüksek bitki başına toplam verim değeri (140.0 g) Sabrina çeşidinde gözlemlenirken, en düşük değer (90.4 g) 33 No'lu genotipde saptanmıştır. Biyokömür uygulanan bitkilerin verimi 118.0 g iken, Kontrol grubu bitkilerden 115.6 g ürün alınmıştır. Sabrina çeşidinin Kontrol grubu bitkilerinden en yüksek verim (156.5 g) alınırken, en düşük verim değeri 33 No'lu genotipin Kontrol grubu bitkilerinde (71.3 g) tespit edilmiştir. Bununla birlikte 33 ve 36 No'lu genotiplerde biyokömür uygulaması Konrole göre verimi sırasıyla 1.53 ve 1.36 kat arttırırken, diğer genotiplerde Kontrol bitkileri daha fazla ürün vermişlerdir. Bu durum, her ne kadar istatistiksel olarak önemli olmasa da pratikte biyokömür uygulamasının genotip seçiciliğinin olduğunu, ayrıca bu sonucun uygulanan dozun az olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Zira yapılan çalışmalarda daha yüksek biyokömür dozlarından olumlu sonuçlar alındığı dikkati çekmiştir. Genotip x zaman etkileşiminde, en yüksek verim değeri Mart ayında Sabrina çeşidinde, bu açıdan en düşük değer ise Aralık ayında 33 No'lu genotipte ölçülmüştür. Çilek yetiştiricilik sezonlarında Mart-Nisan-Mayıs aylarında elde edilen verimin diğer aylara göre yüksek olmasının nedeni, havaların yetiştiricilik bakımından uygun hale gelmesinden kaynaklanmaktadır.

**Çizelge 1.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde bitki başına verim üzerine etkileri (g bitki<sup>-1</sup>).  
Table 1. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on yield per plant (g plant<sup>-1</sup>).

Genotip	Uyg.	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg	Toplam verim
33	Var	0	4.7	25.4	35.1	17.5	26.8	109.5	90.4 B
	Yok	0	1.4	5.0	31.7	16.7	16.5	71.3	
36	Var	0	6.1	20.8	42.4	19.3	38.3	126.9	109.9 AB
	Yok	0	9.9	13.1	31.3	19.7	18.9	93.0	
112	Var	0	4.6	18.8	43.0	17.3	24.7	108.5	111.8 AB
	Yok	4.9	16.7	15.9	43.0	16.0	18.6	115.2	
Fortuna	Var	13.3	25.1	18.2	19.1	25.9	20.2	121.7	131.8 A
	Yok	27.2	23.5	22.4	26.2	29.1	13.6	141.9	
Sabrina	Var	7.5	16.0	22.3	27.3	32.7	17.7	123.5	140.0 A
	Yok	4.8	4.9	17.5	43.2	62.6	23.4	156.5	
Aya Ait Ort.		5.8 E	11.3 D	17.9 C	34.3 A	25.7 B	21.9 BC		
Uyg. Ort	Var	Yok							
		118.0	115.6						
LSDgenotip*= 32.0		LSDzaman***= 4.97		LSDdoz= Ö. D.		LSDgenx zam***= 11.1			
LSDgenxuyg= Ö. D.		LSDzamyuyg*= 7.0				LSDgenx zamxuyg= Ö. D.			

(1) : Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2) : Ö.D.: Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05

Ensarioğlu (2015), Muğla ile Yatağan arası karayolu kenarındaki çam ormanlarından çıkan atık ve budaklardan geleneksel yöntemlerle elde ettiği biyokömürden %5 ile %10 oranlarında saksılara uygulayarak yetiştirdiği buğdayların veriminde belirgin farklar olduğunu görmüştür. Vinh vd. (2014), sebzelerde komposta %5 biyokömür ilavesinin verimde artış meydana getirdiğini, fakat %25 biyokömür uygulamasının verimi düşürdüğünü, yine pirinç tarlasına NPK + %2.5 biyokömür ile verimde yaklaşık %20 artış sağlandığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte Yaman vd. (2019), ceviz kabuğundan elde ettikleri biyokömürden 5 g'ın 1 kg toprağa karıştırılmasıyla en iyi sonucun sağlandığını, bununla birlikte söz konusu uygulamanın bitkide önemli bir büyüme etkisi yaratmayıp, daha çok toprak özellikleri üzerine olumlu etki yaptığını savunmuşlardır.

Sonuçlandırılan bu çalışma, önceki çalışmalarla kıyaslandığında; verime etkisi olmadığını savunanlarla benzer, ancak verime etkisi olduğunu savunanlarla farklı bulunmuştur. Söz konusu farklılığın; tür ve genotip farklılığı, uygulama miktarı, biyokömür kaynağı, piroliz protokolü ve bitkilerin bakım koşulları gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

**Meyve Ağırlığı**

Meyvelerin ağırlık değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Üç faktörlü bu çalışmada; zaman, genotip ve genotip x zaman etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli, diğer faktör ve etkileşimlerin arasındaki farkların ise önemsiz oldukları saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve ağırlığı üzerine etkileri (g meyve<sup>-1</sup>).  
Table 2. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit weight (g fruit<sup>-1</sup>).

Genotip	Uyg.	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	0	6.3	11.5	9.7	12.2	8.2	9.8	10.0 B
	Yok	0	3.5	6.3	11.3	11.0	8.6	10.1	
36	Var	0	2.5	10.2	10.8	12.0	10.9	10.3	10.4 B
	Yok	0	17.7	8.9	9.3	10.8	21.5	10.5	
112	Var	0	4.6	13.6	13.7	16.7	13.8	14.1	13.0 A
	Yok	14.2	12.2	10.3	13.6	12.4	9.6	11.9	
Fortuna	Var	15.2	8.8	6.9	8.2	8.5	8.5	8.9	9.1 B
	Yok	14.4	6.9	12.6	10.1	7.3	7.1	9.2	
Sabrina	Var	12.3	15.3	16.1	15.2	12.0	6.7	11.9	12.0 A
	Yok	9.9	12.2	10.9	14.7	13.1	8.4	12.1	
Aya Ait Ort.		6.6 B	9.0 AB	10.8 A	11.7 A	11.6 A	10.3 A		
Uyg.Ort		Var	Yok						
		11.0	10.8						
LSDgenotip***=1.35		LSDzaman**=2.77		LSDuyg=Ö.D.			LSDgenxam***=6.20		
		LSDgenxuyg= Ö.D.		LSDzamxuyg= Ö.D.		LSDgenxamxuyg= Ö.D.			

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \* :p<0.05

Meyve ağırlığı genel olarak genetik bir faktör olarak ele alınsa da iklim koşullarından ve yetiştirme tekniklerinden etkilenebilmektedir. Bu çalışmada yetiştirme sezonundaki en ağır meyvelere, 11.7 g ve 11.6 g değerleriyle Mart ve Nisan aylarında ulaşılrken, bunları 10.8 g ve 10.3 g ile aynı istatistiksel grupta olan Şubat ve Mayıs aylarındaki meyveler izlemiştir. Bu açıdan en düşük değer (6.6 g) Aralık ayında belirlenmiştir. Aralık ayındaki değer düşük olmasının nedeni; 36 ve 112 No'lu genotiplerin Aralık ayında meyve vermemesinden kaynaklanmıştır. Genotipler arasında en yüksek meyve ağırlık değerleri (13.0 g) 112 No'lu genotip ile Sabrina çeşidinde (12.0 g) bulunmuştur. Bunları istatistiksel olarak aynı grupta bulunan 36 No'lu, 33 No'lu genotipler ile Fortuna çeşidi izlemiştirlerdir. Genotip x zaman etkileşiminde, en ağır meyveler 36 No'lu genotipin Mayıs ayında (16.2 g) hasat edilenlerde tespit edilmiştir. Biyokömür uygulanan bitkilerden 11.0 g, Kontrol grubu bitkilerden 10.8 g ağırlığında meyveler elde edilmiştir. Bu gözlemler sonucunda yapılan uygulamanın meyve ağırlığı üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tarakçıoğlu vd. (2019), denemelerde verim ve biyokütle parametrelerine ilişkin değerlerde belirlenen yüksek varyasyon kaynağının, düşük dozda kullanılan biyokömürün topraklara homojen karıştırılmasının mümkün olmaması veya etkinin başlaması için yeterince beklenilmemesi ile ilgili olduğunu savunmuşlardır. Biyokömürün özgül ağırlığının topraktan yaklaşık 5 kat daha düşük olması, homojen karışım oluşturmada büyük sorun teşkil etmektedir. Saksı denemelerinde bile karışma probleminden söz ediliyor olması, tarlada kullanımında daha dikkatli olunması gerektiğine de açık işaretlerdir. Daha kolay uygulama sağlanabilmesi için biyokömürün üretildikten sonra pelet haline getirilmesinin yararlı olabileceği rapor edilmiştir.

**Meyve Et Sertlik Değerleri**

Meyvelerin et sertlik değerleri bakımından; uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olurken, diğer faktörler ve bütün etkileşimler arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve et sertliği üzerine etkileri (lb inch<sup>-2</sup>).  
 Table 3. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit firmness (lb inch<sup>-2</sup>).

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	2.3 e-1	1.1 k	1.8 f-k	1.7 ef	1.5 D
	Yok	2.3 e-1	1.8 g-k	0 l	1.4 f	
36	Var	2.5 e-h	2.1 f-j	2.6 c-f	2.4 cd	2.4 C
	Yok	2.5 c-g	2.5 d-g	2.3 e-1	2.5 c	
112	Var	1.6 ijk	1.8 f-k	1.4 jk	1.6 ef	1.8 D
	Yok	2.4 e-h	1.9 f-j	1.7 h-k	2.0 de	
Fortuna	Var	3.3 bc	3.3 bcd	2.9 b-e	3.1 b	3.1 B
	Yok	3.0 b-e	4.2 a	2.2 e-1	3.1 b	
Sabrina	Var	4.3 a	4.3 a	3.4 b	4.0 a	3.7 A
	Yok	3.6 ab	3.5 b	2.9 b-e	3.3 b	
Aya Ait Ort.		2.8 A	2.7 A	2.1 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		2.6	2.5			
LSDgenotip ***= 0.31		LSDzaman***= 0.24		LSDuyg= Ö.D.		LSDgenx zam**= 0.53
LSDgenxuyg**= 0.44		LSDzamxuyg**= 0.34		LSDgenx zamxuyg**= 0.75		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

Genotipler arasından en yüksek meyve et sertlik değeri (3.7 lb inch<sup>-2</sup>) Sabrina çeşidinde, en düşük değer ise 33 No'lu genotip (1.5 lb inch<sup>-2</sup>) ile onunla aynı istatistiksel grupta yer alan 112 No'lu genotipde (1.8 lb inch<sup>-2</sup>) saptanmıştır. Aylar arasında en sert meyveler Mart ayında toplanmış olup, onu çok yakın değerler Nisan ayı izlemiştir. Bununla birlikte Sabrina çeşidinin Mart ve Nisan aylarındaki, Fortuna çeşidinin Nisan ayındaki meyvelerinin oldukça sert etli oldukları tespit edilmiştir. Bu açıdan en düşük değeri ise, 33 No'lu genotipde Mayıs ayında saptanmıştır. Öte yandan en sert etli meyveler Sabrina çeşidine biyokömür uygulanmış bitkilerden, en yumuşak meyveler ise 33 No'lu genotipin Kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Denemedeki üç faktörün birlikte etkileşimleri bakımından yapılan değerlendirmede; Sabrina çeşidinde Mart ayında Biyokömür uygulanmış bitkilerden, Fortuna çeşidinde Nisan ayında Kontrol grubu bitkilerden en sert etli meyvelerin elde edildiği dikkati çekmiştir.

Yola dayanım ve muhafaza bakımından en etkili faktör olan meyve et sertlik değerleri üzerine genel olarak, genotip, ekoloji, bitki besleme koşulları ile yetiştiricilik sistemlerinin önemli etkiler yaptığı bilinmekte olup, bu çalışmada da genotip ve olgunlaşma zamanı etkileri açıkça görülmüştür.

#### Titre Edilebilir Asit Miktarı

Meyvelerin titre edilebilir asit değerleri üzerine, deneme kapsamında incelenen bütün faktörler ile bunların bütün etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları saptanmıştır (Çizelge 4).

Genotipler arasında en yüksek değer (% 2.3) 36 No'lu genotipde, en düşük değer ise (% 1.2) 33 No'lu genotipde saptanmıştır. Analiz yapılan aylar arasında Nisan, titre edilebilir asit miktarının en yüksek (% 2.1) olduğu ay olarak belirlenirken, bunu % 1.9 ile Mayıs ayı takip etmiştir. En düşük değer ise, Mart ayında ölçülmüştür. 36 No'lu genotipin Nisan ayı meyveleri en yüksek asit içeriğine sahip meyveleri üretirken, bu açıdan en düşük değer 33 No'lu genotipin Mayıs ayı meyvelerinde tespit edilmiştir. Biyokömür uygulanan bitkilerin (%2.0), kontrole (%1.8) göre biraz daha asitli meyveler ürettikleri dikkati çekmiştir. Hatta 36 No'lu genotipde biyokömürün meyve suyundaki titre edilebilir asit miktarı üzerine etkisi daha belirgin olmuştur. Yine biyokömür uygulanan ve Nisan ayında hasat edilen meyvelerde de asit içeriği bulunmuştur. Çalışmadaki en asitli meyvelerin, 112 No'lu genotipin Mayıs ayındaki Kontrol grubuna ait bitkilerden hasat edilen meyvelerde olduğu da dikkati çekmiştir. Bu durumda biyokömürün meyve asitliğini bir miktar yükseltme etkisinin olduğu, ancak bu etkinin düzeyinin zaman ve genotipe bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde titre edilebilir asit üzerine etkileri (%).  
Table 4. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on titratable acidity (%).

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	1.3 k	1.5 h-k	1.5 ı-k	1.5 f	1.2 E
	Yok	1.7 f-h	1.4 jk	0.0 l	1.0 g	
36	Var	1.7 f-h	3.0 b	2.7 c	2.5 a	2.3 A
	Yok	1.5 ı-k	3.2 a	1.5 ı-k	2.1 c	
112	Var	1.6 h-k	2.6 c	1.5 h-j	1.9 d	2.0 C
	Yok	1.6 g-ı	1.6 g-ı	3.3 a	2.2 b	
Fortuna	Var	1.6 f-ı	2.2 de	2.3 d	2.1 c	2.2 B
	Yok	1.8 f	1.7 fg	3.2 a	2.3 b	
Sabrina	Var	1.7 fg	2.6 c	1.5 h-j	1.9 d	1.8 D
	Yok	2.0 e	1.5 h-k	1.4 jk	1.6 e	
Aya Ait Ort.		1.7 C	2.1 A	1.9 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		2.0 A	1.8 B			
LSDgenotip***= 0.07		LSDzaman***= 0.06		LSDuyg***= 0.05		LSDgenxzam***= 0.13
LSDgenxuyg***= 0.11		LSDzamxuyg***= 0.08		LSDgenxamxuyg***= 0.18		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

#### Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı

Meyvelerin SÇKM değerleri üzerine deneme kapsamında incelenen zaman dışındaki faktörler ile bunların etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları saptanmıştır (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde suda çözünebilir toplam kuru madde üzerine etkileri (%).  
Table 5. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on total soluble solids (%).

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	7.0 h-l	6.5 klm	8.0 efg	7.2 c	6.0 D
	Yok	7.3 g-j	7.2 h-k	0.0 o	4.8 e	
36	Var	9.0 bc	9.0 bc	9.0 bc	9.0 a	9.2 A
	Yok	9.0 bc	9.3 abc	10.0 a	9.4 a	
112	Var	7.7 fgh	6.2 m	8.5 cde	7.4 bc	7.6 C
	Yok	8.2 def	6.8 ı-m	8.7 cde	7.9 b	
Fortuna	Var	4.7 n	6.3 lm	6.7 j-m	5.9 d	5.8 D
	Yok	4.8 n	5.2 n	7.0 h-l	5.7 d	
Sabrina	Var	9.8 a	8.2 def	9.7 ab	9.2 a	8.4 B
	Yok	6.7 j-m	8.8 cd	7.5 fghı	7.7 b	
Aya Ait Ort.		7.4	7.3	7.5		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		7.7 A	7.1 B			
LSDgenotip***= 0.33		LSDzaman= Ö.D.		LSDuyg***= 0.21		LSDgenxzam***= 0.56
LSDgenxuyg***= 0.46		LSDzamxuyg***= 0.36		LSDgenxamxuyg***= 0.80		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

En yüksek SÇKM miktarı (% 9.2) 36 No'lu genotipde, en düşük değer (% 5.8) ise Fortuna çeşidinde bulunmuştur. Hatta 36 No'lu genotipin Mayıs ayında hasat edilen meyvelerinde SÇKM değerinin bir miktar daha yükseldiği (% 9.5) belirlenmiştir. Biyokömür uygulaması (%7.7), Kontrole (%7.1) göre daha tatlı meyvelerin elde edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte uygulamanın genotip seçiciliği değerlendirildiğinde; en yüksek SÇKM miktarının (%9.4) 36 No'lu genotipin Kontrol grubu bitkilerine ait meyvelerinde ölçüldüğü, ancak biyokömür uygulanan Sabrina (%9.2) ve 36 No'lu (%9.0) genotiplere ait bitkilerin ise en yüksek düzeye yakın değerler sergileyen meyveler ürettikleri dikkati çekmiştir. Bu

bağlamda en düşük SÇKM değeri 33 No'lu genotipin Kontrol grubundan elde edilmiştir. Denemedeki en tatlı meyveler; 36 No'lu genotipin Mayıs ayında Kontrol grubu ile Sabrina çeşidinin biyokömür uygulamalı bitkilerinin Mart ve Mayıs ayında olgunlaşan meyvelerinden elde edilmiştir. Sonuç olarak uygulamaların genotip ve zamana bağlı olarak meyvelerin tadı üzerine etki yaptığı ortaya konulmuştur.

Turhan (2022), arazi koşullarında biyokömür uyguladığı ıspanak bitkilerinde suda çözünebilir toplam kuru madde miktarında artış olduğunu rapor etmiştir. Yapılan çalışma ile çıkan sonuçlar benzerlik göstermiştir. İslah programlarından gelen 42 çeşitle yapılan bir çalışmada; en yüksek SÇKM içeriklerinin %9.4 ile %9.7 arasında ('Kaşka', 'Osmanlı', 'Arnavutköy', 'Ebru'), bu açıdan en düşük değerlerin ise %5.1 ile %5.2 arasında ('Dorit', 'Dorukhan 77', 'Cal Giant 3', 'Cal Giant 5', 'Sweet Charlie', 'Tioga') dağılım gösterdiklerini bildirmişlerdir (Gündüz ve Bayazıt, 2017). Adak vd. (2016), Camarosa çeşidinde SÇKM değerlerinin aylara göre %8.43 ile %9.33 arasında dağılım gösterdiğini saptamışlardır. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği; çeşit, ekolojik koşullar, kültürel bakım şartları, yapılan uygulamalar, bitki başına verim, derim zamanı gibi birçok faktöre bağlı olarak farklılık göstermektedir.

### Meyve Dış Renk L\* Değeri

Meyvelerin dış renk L\* değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Deneme kapsamındaki bütün faktörler ile bunların etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları bulunmuştur.

**Çizelge 6.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve dış renk L\* değerleri üzerine etkileri.

Table 6. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit outer color "L\*".

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	80.5 a-e	82.8 a-d	79.7 a-e	81.0 a	66.9 B
	Yok	75.1 d-f	83.5 a-d	0.0 g	52.9 b	
36	Var	84.2 a-c	79.2 a-f	82.5 a-d	81.9 a	79.6 A
	Yok	70.9 f	77.6 b-f	83.5 a-d	77.4 a	
112	Var	81.1 a-d	86.4 a	76.3 c-f	81.3 a	80.5 A
	Yok	78.5 a-f	79.6 a-e	81.1 a-d	79.7 a	
Fortuna	Var	75.7 c-f	81.2 a-d	85.4 ab	80.8 a	81.3 A
	Yok	78.9 a-f	85.5 ab	80.8 a-e	81.7 a	
Sabrina	Var	83.8 a-c	77.4 b-f	72.5 ef	77.9 a	78.8 A
	Yok	81.5 a-d	81.6 a-d	76.0 c-f	79.7 a	
Aya Ait Ort.		79.0 A	81.5 A	71.8 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		80.6 A	74.3 B			
LSDgenotip***= 3.51		LSDzaman***= 2.72		LSDuyg***= 2.22		LSDgenxam***= 6.08
LSDgenxuyg***= 4.96		LSDzamxuyg***= 3.84		LSDgenxamxuyg***= 8.59		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

Genotiplerin L\* değerleri birbirlerine çok yakın seyretmiş ve aynı istatistiksel grupta yer alanlar, Fortuna (81.3), 112 No'lu (80.5), 36 No'lu (79.6) ve Sabrina (78.8) şeklinde sıralanmıştır. Bu açıdan 33 No'lu genotip, en düşük L\* değeriyle (66.9) oldukça farklı parlaklığa sahip olmuştur. Analiz yapılan aylar arasında; Nisan L\* değeri en yüksek (81.5) ay olarak belirlenirken, bunu 79.0 ile Mart ayı takip etmiştir. En düşük değer ise, Mayıs ayında 71.8 olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Nisan ayında derilen meyvelerden L\* değeri en yüksek olanlar Fortuna çeşidinde (83.4) saptanmıştır. Biyokömür uygulanan bitkilerden elde edilen meyvelerin dış renk L\* değeri 80.6 olup, bu değer Kontrol grubu meyvelerde belirlenen 74.3 değerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Uygulamaların genotip seçiciliğinde 36 No'lu genotipe biyokömür uygulanmış bitkilerin meyvelerinde en yüksek L\* değerine (81.9) ulaşıldığı, bununla birlikte denemedeki en yüksek L\* değerinin (86.4) 112 No'lu genotipin Nisan ayında biyokömür uygulanan bitkilere ait meyvelerinde ölçüldüğü dikkati çekmiştir. Sonuç olarak meyvelerin parlaklık değerinin kısmen de olsa uygulamalardan etkilendiği dikkati çekmiştir.

Pılanalı vd. (2002), katı humik asit uygulamaları sonucunda meyvenin L\* değeri ile toprağın organik madde miktarı arasında olumlu ( $r=0.646^{**}$ ) ilişki olduğunu, başka bir deyimle katı humik asit



uygulamalarının toprağın organik madde miktarını arttırarak, meyvelerin L\* değerini yükselttiğini saptamışlardır. Yapılan bu çalışmada da genel olarak biyokömür uygulamalarının meyvelerin parlaklık değerleri üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Söz konusu parametre bakımından her genotipin uygulamadan az veya çok etkilendiği, Nisan ayındaki meyvelerin daha parlak oldukları, 33 No'lu genotipin diğerlerinden belirgin derecede farklı olduğu bulunmuştur.

#### Meyve Dış Renk Açı Değeri

Çizelge 7'de sunulan meyvelerin dış renk "hue<sup>0</sup>" değerleri üzerine deneme kapsamında incelenen bütün faktörler ile bunların etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları saptanmıştır.

Genotipler arasındaki  $h^0$  değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek değer Sabrina çeşidinde 36.2 olarak tespit edilmiş olup, en düşük değer ölçüldüğü 33 No'lu genotip (28.8) hariç, denemedeki diğer çeşit ve genotiplerin birbirlerine çok yakın değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Analiz yapılan aylar arasında Nisan  $h^0$  değeri en yüksek (35.9) meyvelerin hasat edildiği ay olmuştur. Söz konusu ayı, Mart ayında hasat edilen meyveler yakın değerle izlemişlerdir. Bu açıdan en düşük değer ise Mayıs ayında 32.3 olarak ölçülmüştür.

**Çizelge 7.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve dış renk aç değeri üzerine etkileri (hue<sup>0</sup>).

Table 7. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit outer color "hue<sup>0</sup>".

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	33.1 bc	33.6 bc	34.2 bc	33.6 b	28.8 B
	Yok	33.8 bc	38.1 ab	0 d	23.9 c	
36	Var	34.4 bc	36.8 a-c	37.6 ab	36.3 ab	35.5 A
	Yok	34.0 bc	33.0 bc	37.5 ab	34.8 ab	
112	Var	35.5 a-c	33.9 bc	36.0 a-c	35.2 ab	35.3 A
	Yok	35.8 a-c	33.3 bc	37.3 ab	35.4 ab	
Fortuna	Var	31.6 c	37.7 ab	35.9 a-c	35.0 ab	36.0 A
	Yok	36.8 a-c	40.0 a	34.4 bc	37.1 a	
Sabrina	Var	37.9 ab	37.4 ab	34.2 bc	36.5 ab	36.2 A
	Yok	36.1 a-c	35.7 a-c	36.2 a-c	36.0 ab	
Aya Ait Ort.		34.9 A	35.9 A	32.3 B		
Uyg.Ort	Var		Yok			
		35.3 A	33.4 B			
LSDgenotip***= 2.23		LSDzaman***= 1.73		LSDuyg*=1.41	LSDgenxam***= 3.86	
LSDgenxuyg***= 3.15		LSDzamxuyg***= 2.44		LSDgenxamxuyg***= 5.46		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

Biyokömür uygulaması ( $h^0 = 35.3$ ) ile kontrol grubu bitkilerin ( $h^0 = 33.4$ ) meyve dış renk hue<sup>0</sup> değerleri arasındaki küçük fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Söz konusu parametrenin, Kontrol grubu bitkilerin Mayıs ayı meyvelerinde önemli düzeyde düşük değer aldığı görülmüştür.

Adak vd. (2016), çilek meyvelerinin istatistiksel olarak  $h^0$  değerleri üzerine ayların etkisinin önemli olduğunu, en düşük  $h^0$  değerlerini tüm uygulamalarda sezon sonunda kaydettiklerini bildirmişlerdir. Bu değerler modern serada topraksız yetiştiricilikte 30.37, modern serada geleneksel yetiştiricilikte 20.99, yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilikte 27.26 olarak ölçülmüştür. Yapılan bu çalışmada Çizelge 7'den de görülebileceği gibi, elde edilen  $h^0$  değerlerinin, Adak vd. (2016)'nın elde ettiği değerlerden biraz yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumun farklı yetiştirme koşulları ve genotiplerden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

#### SONUÇ

İspanyol Tipi Yüksek Tünelin altına yerleştirilmiş, 3 litrelik saksılarda beş farklı çilek genotipi kullanılarak yürütülen bu çalışmada turunçgil budama atığından üretilen biyokömürün meyve verim ve

kalite parametreleri (bitki başına verim, meyve ağırlığı, meyve et sertliği, SÇKM, titre edilebilir asit miktarı, meyve dış renk değerleri) üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırmada elde edilen bulgulara göre; yapılan biyokömür uygulamalarının verimde artışa neden olmadığı gözlemlenmiştir. Biyokömür uygulaması bitki başına toplam verimde, meyve ağırlığında, meyve et sertliğinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmamıştır. Bu sonucun kontrol olarak 3:1 oranında torf ve perlit karışımının kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumda sürdürülebilir tarım ve tarımsal atıkların geri dönüşümü açısından topraktaki yetiştiricilikte biyokömür uygulamasının denenmesinde büyük yarar vardır.

Ancak 33 No'lu ve 36 No'lu genotiplerde kontrole göre verim artışı olduğu dikkati çekmiş olup, genotipin baskın etkisi görülmüştür.

Biyokömür uygulamaları titre edilebilir asit içeriğinde, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarında, meyve dış renk parlaklık ve açılış değerlerinde olumlu etkiler yapmış ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu bulgulardan hareketle biyokömürün her bitki, toprak, iklim koşullarında aynı etkiyi gösteremediği belirtilebilir.

Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, biyokömür uygulamasının bazı parametrelere olumlu etki yapmadığı, bunun farklı atıklardan biyokömür üreterek, farklı piroliz işlemi uygulayarak ve uygulanan doz miktarını değiştirerek daha yararlı hale getirilebileceği düşünülmektedir.

Bundan sonra yürütülecek çalışmalarda, her biyokömür hammaddesi her yerde aynı etkiye sahip olmayacağı sonucundan dolayı, biyokömür uygulaması yapılmadan önce o bölgede, seçilen biyokömür hammaddesi ile yürütülen bilimsel çalışmalar incelenmelidir.

Ülkemiz için nispeten yeni bir konu olan biyokömür uygulamalarına yönelik elde yeterli bulgular olmamasından dolayı tüm alana uygulama yapmak yerine üretim yapılacak alanın bir kısmına uygulama yapılması ve alınan sonuçlara göre işleme devam edilmesi önerilmektedir. Bu husus dikkate alınmadan yapılacak çalışmalardan, biyokömürün toprakta uzun ömürlü olmasından dolayı dönüş yapmak zordur.

Yapılan çalışmanın başka çalışmalara kaynak olması ile farklı biyokömür çeşitlerinde, farklı dozlarında, farklı bitki çeşitlerinde, farklı ortamlarda yetiştiricilikte verim ve kaliteye etkisinin incelenmesi önerilmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## YAZAR KATKISI

Yazarların makaleye katkıları eşit düzeydedir.

## KAYNAKLAR

- Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.03.003>.
- Adak N., Tetik, N., Güneş, E., Balkıç, R., Gübbük, H. & Kulcan, A. A. (2016). Değişik yetiştirme sistemlerinin çilek (*Fragaria×ananassa* Duch.) meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(2), 33-38.
- Antonious, G. F. (2018). Biochar and animal manure impact on soil, crop yield and quality. *Agricultural Waste and Residues*, 2, 45-67. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77008>.
- Bender Özenç, D., Irmak Yılmaz, F., Tarakçıoğlu, C. & Aygün, S. (2019). Fındıktan üretilen atıkların toprağın fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, Cilt: 32 Sayı: Özel Sayı, 7-13. DOI: 10.29136/mediterranean.558856.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R. & Moliner, A. (2005). Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96, 597-603. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.006>.
- Castaldi, S., Riondino, M., Baronti, S., Esposito, F. R., Marzaioli, R., Rutigliano, F. A. & Miglietta, F. (2011). Impact of biochar application to a Mediterranean wheat crop on soil microbial activity and greenhouse gas fluxes. *Chemosphere*, 85(9), 1464-1471. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.08.031>.

- Dai, Y., Zheng, H., Jiang, Z & Xing, B. (2020). Combined effects of biochar properties and soil conditions on plant growth: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 713. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136635>.
- Doan, T. T., Tureaux, T. H., Rumpel, C., Janeau, J. L. & Jouquet, P. (2015). Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three-year mesocosm experiment. *Science of the Total Environment*, 514, 147-54. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.005>.
- Ensarioğlu, K. (2015). *Biochar'ın bitki gelişimine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi], Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Gao, M., Yang, J., Liu, C., Gu, B., Han, M., Li, J. & Han, X. (2021). Effects of long-term biochar and biochar-based fertilizer application on brown earth soil bacterial communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 309, <http://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107285>.
- Gündüz, K. & Bayazıt, S. (2017). Farklı ıslah programlarından elde edilen çilek çeşitlerinde fenotipik çeşitlilik. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(2), 35-48.
- Harel, Y. M., Elad, Y., Rav-David, D., Borenstein, M., Shulchani, R. & Lew, B. (2012). Biochar mediates systemic response of strawberry to foliar fungal pathogens. *Plant and Soil*, 357(1-2), 245-257. <http://doi.org/10.1007/s11104-012-1129-3>.
- Jones, G. A. & Warner, K. J. (2016). The 21<sup>st</sup> century population-energy-climate nexus. *Energy Policy*, 93, 206-212. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.044>.
- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C. & Crowley, D. (2011). Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), 1812-1836. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.04.022>.
- Liu, D., Feng, Z., Zhu, H., Yu, L., Yang, K., Yu, S. & Guo, W. (2020). Effects of corn straw biochar application on soybean growth and alkaline soil properties. *Bio Resources*, 15(1), 1463-1481.
- Lu, H., Yan, M., Wong, M. H., Mo, W. Y., Wang, Y., Chen, X. W. & Wang, J. J. (2020). Effects of biochar on soil microbial community and functional genes of a land fill cover three years after ecological restoration. *Science of the Total Environment*, 717. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137133>.
- Nieto, A., Gascó, G., Paz-Ferreiro, J., Fernández, J. M., Plaza, C. & Méndez, A. (2016). The effects of pruning waste and biochar addition on brown peat based growing media properties. *Scientia Horticulturae*, 199, 142-148. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.012>.
- Noguera, D., Barot, S., Laossi, K. R., Cardoso, J., Lavelle, P. & de Carvalho, M. C. (2012). Biochar but not earthworms enhances rice growth through increased protein turnover. *Soil Biology and Biochemistry*, 52, 13-20.
- Pereira, E. I. P., Conz, R. F. & Six, J. (2017). Nitrogen utilization and environmental losses in organic greenhouse lettuce amended with two distinct biochars. *Science of the Total Environment*, 598, 1169-1176. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.062>.
- Pılanalı, N., Kaplan, M. & Karkacier, M., (2002). Farklı formlarda humik asit uygulamalarında çileğin meyve şekeri ile toprağın bitki besin kapsamı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1-2), 13-21.
- Rageendrathas, T. & De Silva, C. S. (2017). Effect of bio-char on growth and yield of onion (*Allium cepa*) and soil properties of calcic red yellow latasols in Jaffna district. *Journal of Engineering and Technology of the Open University of Sri Lanka*, 5(1), 21-35.
- Rintamäki, H., Rikkonen, P. & Tapio, P., (2016). Carrot or stick: Impacts of alternative climate and energy policy scenarios on agriculture. *Futures*, 83, 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.03.004>
- Sarıdaş, M. A. (2018). *Mezleme ıslahıyla seçilmiş çilek genotiplerinin verim, kalite özelliklerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu* [Doktora Tezi]. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Schiffer, H. W. (2008). WEC energy policy scenarios to 2050. *Energy Policy*, . 36(7), 2464-2470.
- Tarakçıoğlu, C., Bender Özenç, D., Yılmaz, F. I., Kulaç, S. & Aygün, S. (2019). Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 107-117. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.433030>.
- Turhan, A. S. (2022). *Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının Van ekolojik koşullarında ıspanak (Spinacia oleracea L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri*. [Doktora Tezi]. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Vinh, N., Hien, N., Anh, M., Lehmann, J. & Stephen, J. (2014). Biochar treatment and its effects on rice and vegetable yields in mountainous areas of Northern Vietnam. *International Journal of Agricultural and Soil Science*, 2(1), 5-13.
- Yaman, E., Apaydın-Varol, E., Gültaş, H. T. & Özbay, N. (2019). Ceviz kabuğunun karbonizasyonu ile elde edilen katı ürününün toprak düzenleyicisi olarak kullanılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6, 106-116. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.571391>.



## Bitki Gelişimini Uyarayan Bakterilerin Kıvrıkcık Marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi\*

The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Curly (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Lettuce Production

Ömer Alpago<sup>1</sup> , Mesude Figen Dönmez<sup>2</sup> , Büşran Sunyar<sup>3</sup> , İrfan Çoruh<sup>4</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 15.05.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 24.08.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Bu çalışma farklı bakteri strainlerinin (*Brevibacillus parabrevis* strain SB29, *Herbaspirillum huttiense* strain SK4 ve *Virgibacillus pantothenicus* strain YÖ19) kıvrıkcık marul tohumunun çimlenmesine, marul bitkisinin gelişimine etkisini belirlemek ve bazı etki mekanizmalarını araştırmak amacıyla yapılmıştır. *In vitro* testte bakteri uygulamalarının tohumların çimlenme hızını ve çimlenme oranını arttırdığı tespit edilmiştir. Marul bitkisinin gelişme parametrelerine bakteri uygulamalarının etkisi tesadüf blokları deneme desenine göre 6 uygulama (SB29, SK4, YÖ19, SB29+ SK4+ YÖ19, kimyasal gübre ve kontrol) ile araştırılmıştır. Uygulamalarının hepsinin marulda kök kuru madde oranı, yaprak sayısı ve bitki kuru ağırlığı bakımından gübre uygulamasından daha iyi sonuç verdiği, yaprak kuru madde üzerine etkilerinin ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Bitki ağırlığı, bitki çapı, bitki boyu, gövde çapı, kök kuru ağırlığı ve ham protein oranı üzerinde kontrole göre uygulamaların etkili olduğu görülmüştür. Strainlerin hepsinin IAA ürettiği ve katalaz pozitif olduğu belirlenmiştir. Strain YÖ19 ve SK4'de siderofor üretimi tespit edilirken üç strainin ACC deaminaz negatif olduğu saptanmıştır. Marul tohumlarının çimlenmesinde strainlerin IAA üretmelerinin, azot fikse edebilmelerinin ve fosfat çözebilme özelliklerinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** PGPR, *Lactuca sativa* var. *crispa*, çimlenme, verim, IAA

&

**Abstract:** In this study, it was carried out to determine the effects of different bacterial strains (*Brevibacillus parabrevis* strain SB29, *Herbaspirillum huttiense* strain SK4 ve *Virgibacillus pantothenicus* strain YÖ19) on the germination of curly lettuce seeds and the development of lettuce plants and to investigate some of their mechanisms of action. In the *in vitro* test, it was determined that bacterial applications increased the germination rate and germination rate of seeds. The effect of bacterial applications on the growth parameters of the lettuce plant was investigated with 6 applications (SB29, SK4, YÖ19, SB29+ SK4+ YÖ19, chemical fertilizer and control) according to the randomized blocks experimental design. It was found that all of the applications gave better results than fertilizer application in terms of root dry matter ratio, leaf number and plant dry weight in lettuce, but their effects on leaf dry matter were insignificant. It was observed that the treatments compared to the control were effective on plant weight, plant diameter, plant height, stem diameter, root dry weight and crude protein ratio. It was determined that all strains produced IAA and were catalase positive. Siderophore production was detected in Strain YÖ19 and SK4, while three strains were found to be ACC deaminase negative. It was concluded that IAA production, nitrogen fixation and phosphate solubility properties of the strains were effective in the germination of lettuce seeds.

**Keywords:** PGPR, *Lactuca sativa* var. *crispa*, germination, yield, IAA

**Atıf/Cite as:** Alpago, Ö., Dönmez, M. F., Sunyar, B., & Çoruh, İ. (2023). Bitki gelişimini uyarayan bakterilerin kıvrıkcık marul (*Lactuca Sativa* Var. *Crispa*) gelişimine etkisinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 300-310. doi: 10.24180/ijaws.1297251.

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Ziraat Yüksek Mühendisi, Ömer ALPAGO, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, omeralpago\_76@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi Mesude Figen DÖNMEZ, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, sudefigen@hotmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

<sup>3</sup> Ziraat Yüksek Mühendisi, Büşran SUNYAR, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, busran-21@hotmail.com

<sup>4</sup> Prof. Dr. İrfan ÇORUH, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, icoruh@atauni.edu.tr

## GİRİŞ

Marul (*Lactuca sativa* L.) Asteraceae familyasında bulunan ve dünyanın hemen her yerinde yetiştirilebilen tek yıllık serin iklim sebze türüdür. Morfolojik olarak oldukça çeşitli olan marul, yaprakları yenen sebzeler arasında ilk sırada yer almakta (Eşiyok, 2012) ve yıl boyunca kolaylıkla bulunmaktadır. Marul, örtü altında ve açıkta yetiştirilebilmekte, mineral ve vitamin kaynağı olarak insan beslenmesinde taşıdığı önemle sofralardan eksik olmamaktadır (Koike vd., 2007).

Sebze üretimini ve kalitesini artırmak, biyotik faktörlerden kaynaklı kayıpları azaltmak için gübre ve pestisit gibi kimyasallar yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde tarımsal kimyasalların bilinçsizce uygulanması toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkileyerek üretkenliğinin sınırlandırılmasına, çevre, gıda ve yeraltı sularının kirlenmesine, patojen yoğunluğunun artmasına neden olmakta, maalesef üretimde sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Bunun sonucunda tüm dünyada yeterli miktar ve kalitede gıda temininin sağlanamayacağı endişesi yaygınlaşmaktadır. Bu noktada, tarımsal üretim sistemlerinde kimyasal kullanımının azaltılarak toprak verimliliğinin ve biyoçeşitliliğin korunmasını sağlayan biyolojik uygulamalar ayrı bir önem taşımaktadır (Toprak, 2012). Biyolojik uygulamalar içerisinde oldukça önemli bir yer tutan Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteriler (BGTB), bitki köklerindeki mikroflora kompozisyonunu değiştirmesi, besin maddesi alımını arttırması (siderofor üretimi, azot fiksasyonu, çözünmeyen organik ve inorganik besin formlarının çözünür duruma getirilmesi), çeşitli stres faktörlerine karşı bitkiyi dayanıklı kılması, fitohormonlar (indol asetik asit, etilen) salgılaması, kök gelişimini uyararak bitki büyümesini ve gelişimini arttırması gibi etkileriyle öne çıkmaktadır (Grover vd., 2021). Son yıllarda yapılan çalışmalarda BGTB'ler hem bitki gelişmesini uyarıcı olarak hem de biyokontrol elemanı olarak kullanılmakta ve bitkisel üretimin nicelik ve niteliği üzerine oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Lehtonen, 2009; Pérez-Jaramillo vd., 2016; Fahsi vd., 2021). BGTB'ler hem bitki gelişiminde sundukları biyogübre özellikleri hem de biyolojik kontrolde rol oynayan antagonistik etkileri ile bitki gelişiminde olumlu katkı sağladıklarından dolayı yapılan bu çalışmada 3 BGTB straini ve strainlerin karışımlarının kıvrırcık marul gelişimine etkisinin araştırılması, sonuçların kimyasal gübre ile karşılaştırılması ve bazı etki mekanizmalarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Çalışmada Yer Alan Bitki Materyali, Kimyasal Gübreler ve Bakteri Strainleri

Çalışmada kıvrırcık marul çeşidi (BT Şamba) kullanılmıştır. Gübre olarak GÜBRETAS (Gübre Fabrikaları Türk A. Ş.) firmasından alınan triple süper fosfat (10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), üre (15 kg da<sup>-1</sup> N) ve potasyum sülfat (20 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) kullanılmıştır. Bakteri strainlerini 2017-FBE-A26'nolu Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi kapsamında elde edilen SB29, YÖ19 ve SK4 strainleri oluşturmuştur. Belirtilen araştırmada strainlere ait tespit edilen bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

### Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bakteri strainleri.

Table 1. Bacterial strains used in the study.

Strain No	MIS Tanı Sonucu	Izole Edildiği Bitki	Izolasyon Materyali	A	P	Ka	F
SK4	<i>Herbaspirillum huttiense</i>	<i>Trifolium repens</i>	Yaprak	K <sup>+</sup>	-	-	K <sup>+</sup>
YÖ19	<i>Virgibacillus pantothenicus</i>	<i>Thymus vulgaris</i>	Kök	K <sup>+</sup>	-	-	K <sup>+</sup>
SB29	<i>Brevibacillus parabrevis</i>	<i>Chenopodium botrys</i>	Çiçek	+	+	K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>

MIS: Mikrobiyal identifikasyon sistemi, A: Azot fiksasyon özelliği, P: Potasyum çözme Ka: Kalsiyum çözme F: Fosfat çözme, K<sup>+</sup>: Kuvvetli pozitif sonuç.

### PGPR Strainlerine Ait Solüsyonların Hazırlanması

Nutrient Agar (NA) besiyerinde 48 saat geliştirilen bakteri kültürlerinden alınan koloniler Nutrient Broth (NB) sıvı besi yerine aktarılmıştır. Bakteri gelişimi için ekim yapılan tüpler çalkalayıcıda (140 rpm) bir gece inkübasyona bırakılmıştır. Ardından steril distile su (sdH<sub>2</sub>O) ile turbidimetre kullanılarak solüsyon yoğunluğu 10<sup>7</sup> cfu ml<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır.

**Çalışmada Kullanılan Tohumların Dezenfeksiyonu ve Bakterizasyonu**

Marul tohumları 5 dk %70 etil alkol içerisinde bekletilmiş ve daha sonra sdH<sub>2</sub>O ile yıkanmıştır. Ardından 3 dk %5'lik NaOCl'de tutulmuş ve tekrar sdH<sub>2</sub>O ile yıkandıktan sonra kuruması için kurutma kağıdına bırakılmıştır. Dezenfekte edilen tohumlar 10<sup>7</sup> cfu ml<sup>-1</sup> konsantrasyonundaki bakteri süspansiyonları içerisine bırakılarak çalkalayıcıda (140 rpm) iki saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda süzülen tohumlara sukroz uygulanmıştır.

**In Vitro Ortamda Bakteri Uygulamalarının Tohum Çimlenmesine Etkisi**

Uygulamalarının tohumların çimlenmesine etkisi agar (%1.5) içeren besi ortamında 25±0.5°C'de test edilmiştir. Her bir petriye dezenfeksiyonu yapılmış 20 adet tohum bırakılmış ve üç tekerrürlü olarak çalışma yürütülmüştür. Çimlenen tohumlar günün aynı saatinde sayılmıştır ve kökçük 10 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak değerlendirilerek ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Çimlenme tamamlandıktan sonra çimlenme hızı (çimlenen tohum sayısı çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısına oranlanarak bulunmuştur), çimlenme oranı (Eşitlik 1) ve ortalama çimlenme zamanı (Eşitlik 2) aşağıda belirtilen formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Yıldırım ve Güvenç, 2006).

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = \frac{\text{Çimlenen tohum sayısı} \times 20}{100} \quad (1)$$

$$\text{Ortalama Çimlenme Zamanı (gün)} = \frac{\sum (fx)}{\sum f} \quad (2)$$

**Bakteri Strainlerinin Etki Mekanizmalarının Belirlenmesi****Katalaz Testi**

Katalaz enziminin varlığı Klement vd. (1990)'ın belirttiği yöntemle yapılmıştır. NA ortamında strainler 24-48 saat geliştirilmiştir. Ardından gelişen bakteri kültüründen koloniler alınarak lam üzerine bırakılmış ve üzerine %70'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solüsyonundan ilave edilmiştir. Gözlemlenen kabarcık oluşumu katalaz pozitif olarak değerlendirilmiştir.

**1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate (ACC) Deaminaz Aktivitesi**

Bakteri strainlerinin bitkilerde oluşan zararlı etilen üretimini baskılayan 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase (ACC-deaminaz) enzimini üretebilme yetenekleri Penrose ve Glick (2003)'in belirttiği yöntemle göre DF besi ortamı kullanılarak değerlendirilmiştir. Strainlerin çizgi ekim metodu ile ekimleri yapılmış ve ardından petrilere 27°C'ye ayarlı inkübatörde 48-72 saat bekletilerek koloni gelişimleri gözlemlenmiştir. Gelişim gösteren strainler ACC-deaminaz pozitif olarak belirlenmiştir.

**Siderofor Üretiminin Belirlenmesi**

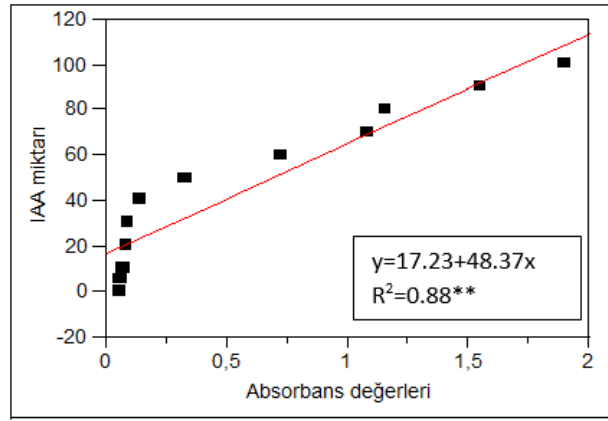
Strainlerin siderofor üretimi Crom Azurol S (CAS) agar besi ortamında test edilmiştir. Besi ortamı aşağıda belirtilen şekilde hazırlanmıştır:

CAS solüsyonu; a (0.06 g CAS 50 ml sdH<sub>2</sub>O), b (0.0027 g FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 10 ml HCl) ve c (0.073 g HDTMA 40 ml saf su) çözeltileri ayrı ayrı hazırlanıp birleştirilerek otoklavlanmıştır. Mineral tuz solüsyonu; pH~ 12 olan salt stok solüsyonu (15 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 25 g NaCl, 50 g NH<sub>4</sub>Cl, 500 ml saf su) ve %20 glukoz stok solüsyonu (20 g glukoz, 100 ml saf su) ayrı ayrı hazırlanmıştır. Casamino asit solüsyonu; 4 g casamino asit, 36 ml saf su ve 1.08 g %3'lük 8-hydroxyquinoline 36 ml kloroform karıştırılarak hazırlanmıştır ve 24 saat bekletildikten sonra 0.22 µl'lik filtreden geçirilerek besi ortamına katılmıştır. D solüsyonu; 750 ml saf suya 100 ml salt stok solüsyonundan ilave edilmiş, pH 6'ya ayarlandıktan sonra 32.24 g Pipes (piperazine-N,N'-bis(2-ethanesulfonic acid)) yavaş yavaş eklenmiştir. pH 6.8'e ayarlandıktan sonra 15 gram agar ilave edilerek ortam otoklavlanmıştır. Steril kabin içerisinde D solüsyonuna 30 ml steril casamino asit solüsyonu ve 10 ml steril %20'lik glukoz solüsyonundan eklendikten sonra 100 ml olan A solüsyonu yavaşça köpük oluşumuna izin vermeden ortama eklenmiştir. Hazırlanan besi ortamı dikkatli bir şekilde petrilere

dökülerek soğutulmuştur. Bakteri strainleri çizgi ekimle 4 ayrı noktaya inokule edilmiş ve 27°C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bakteri gelişiminin etrafında portakal renkli alanın oluşması siderofor üretimi pozitif olarak değerlendirilmiş ve bu alanın çapı ölçülerek kaydedilmiştir (Louden vd., 2011).

#### Strainlerin İndol Asetik Asit (IAA) Üretimi

Bakteri strainlerinin IAA üretimi hazırlanan spesifik besi ortamında belirlenmiştir (Asghar vd., 2002). İçerisinde 20 ml NB besi ortamı bulunan 250 ml'lik erlenmayerler steril edilmiş ve her bir erlenmayer içerisine 0.2 µm por çaplı filtreden geçirilen %0.5'lik 5 ml tryptophane (L-TRP) ilave edilmiştir. Ardından bakteri kolonileri (1 öze) ilave edildikten sonra 24°C'ye ayarlı çalkalayıcıda 120 rpm'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra süspansiyonlar falkon tüplere konularak 6000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Filtre kağıdından (Whatman, No:2) süzülerek elde edilen filtrat 10.000 rpm'de 5 dk santrifüje tabi tutulmuştur. Santrifüj işleminden sonra süpernatanttan 3 ml alınarak steril tüp içerisine aktarılmış ve üzerine 2 ml Salkowski ayracı (2 ml 0.5 M FeCl<sub>3</sub>+98 ml %35 HClO<sub>4</sub>) eklendikten sonra pembe renk oluşumu için 30 dk bekletilmiştir. Spektrofotometrede 535 nm'de okuması örneklerin absorbans değerleri kaydedilmiştir. Farklı ppm dozlarında (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ppm) IAA standart solüsyonları hazırlanmış ve 535 nm'de okunan absorbans değerleri kullanılarak JMP istatistik programında regresyon analizi yapılarak standart doğru grafiği (Şekil 1) çizilmiş ve standart doğru denklemi ( $y=17.23+48.37x$ ) bulunmuştur. Örneklere ait değerler bu denklemde yerine yazılarak bakterilerin ürettiği IAA miktarları µg/ml olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. İndol asetik asit standart eğrisi.

Figure 1. Indole acetic acid standard curve.

#### Tarla Denemesinde Bakteri Strainlerinin Etkinliğinin Belirlenmesi

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 bakteri straini (*Brevibacillus parabrevis* strain SB29, *Herbaspirillum huttiense* strain SK4, *Virgibacillus pantothenticus* strain YÖ19), strainlerin kombinasyonu (SB29+ SK4+ YÖ19), kimyasal gübre ve kontrol olmak üzere 6 uygulama ile 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Fide elde etmek amacıyla tohumlar perlit+torf (1:2) yetiştirme ortamında viyoller içerisine ekilmiştir. Gelişen bir aylık marul fideleri 3x3 m (9m<sup>2</sup>)'lik tavalarda 50x50 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde, her parselde 30 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Gübre uygulamasında fide başına 50 ppm N, 250 ppm K ve 100 ppm P, kontrol olarak ise sdH<sub>2</sub>O uygulaması yapılmıştır. Birinci bakteri uygulaması fidelerin köklerinin hazırlanan bakteri solüsyonlarında (10<sup>7</sup> cfu ml<sup>-1</sup>) 30 dk bekletilmesi ile yapılmış ve ardından dikim gerçekleştirilmiştir. İkinci bakteri uygulaması ise gerçek marul yaprakları çıktıktan sonra 10<sup>7</sup> cfu ml<sup>-1</sup> yoğunluğunda olan bakteri solüsyonlarının sprey ile bitkilere inokule edilmesiyle yapılmıştır. Araştırmada uygulamalar arasında fark oluşturmayacak şekilde çapalama, sulama ve yabancı ot mücadelesi gibi gerekli bakım işlemleri zamanında düzenli olarak yapılmıştır. Marul bitkileri dikimden 45 gün sonra kenar tesirleri bırakılarak hasat edilmiştir.

**Hasat Sonrası İncelenen Verim Parametreleri**

Hasat sonrası incelenen parametrelerin belirlenmesinde Kaçar ve İnal (2008)'den faydalanılmıştır. Yaprak sayısı (adet), bitki ağırlığı (g), bitki boyu (cm), bitki çapı (cm), gövde çapı (mm), kök kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru madde oranı (%), bitki kuru ağırlığı (g), yaprak kuru madde oranı (%) ve ham protein oranı (%) belirlenmiştir.

**İstatistiksel Değerlendirme**

*In vitro* ve *in vivo* ortamda elde edilen veriler SAS 9.1 istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir ( $p \leq 0.05$ ).

**BULGULAR VE TARTIŞMA****Bakteri Uygulamalarının Kıvrıkcık Marul Tohumunun Çimlenmesine Etkisi**

Bakteri uygulamalarının marul tohumunun ortalama çimlenme hızı, çimlenme zamanı ve çimlenme oranına etkisi Çizelge 2'de sunulmuştur. Uygulamaların belirtilen parametreler üzerindeki etkisinin kontrole kıyasla istatistiki olarak önemli ( $p \leq 0.05$ ) olduğu görülmüştür. Bakteri uygulaması yapılan tohumların kontrole kıyasla daha hızlı ve %100 çimlendiği saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Petri ortamında uygulamaların çimlenmeye etkisi.

Table 2. The effect of applications on germination in Petri dish.

	SB29	YÖ19	SK4	MIX	Kontrol
<b>Ortalama Çimlenme Zamanı (Gün)</b>	3.4667±0.20 b*	3.6000 ± 0.16 a	4.1833±0.09 cb	3.7833± 0.15 b	5.7133±0.25 cb
<b>Çimlenme Hızı</b>	5.9433±0.27 a	5.6367±0.10 a	4.9400±0.13 b	5.5600±0.19 a	2.6633±0.14 c
<b>Çimlenme Oranı (%)</b>	100.000±0.00 a	100.000±0.00 a	100.000±0.00 a	100.000±0.00 a	73.333±1.67 b

SB29: *Brevibacillus parabrevis*, YÖ19: *Virgibacillus pantothenicus*, SK4: *Herbaspirillum huttiense*, MIX: SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı.

\*Değerler 3 tekrerrör ortalamasıdır, aynı satırda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiki anlamda fark yoktur ( $P \leq 0.05$ ).

**Bakteri Strainlerinin Bitki Gelişimini Teşvik Mekanizmaları**

Bakteri strainlerinin etki mekanizmaları Çizelge 4'te verilmiştir. Test edilen bakteri strainlerin katalaz enzimini ürettiği ACC-Deaminaz aktivitesine ise sahip olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan 3 bakteri strainin de IAA ürettiği, 31.74  $\mu\text{g ml}^{-1}$  ile *V. pantothenicus* strain YÖ19'un en yüksek IAA üretimine sahip olduğu belirlenmiştir. *H. huttiense* strain SK4 ve *V. pantothenicus* strain YÖ19'un düşük miktarda siderofor ürettiği saptanırken *B. parabrevis* strain SB29'un siderofor üretmediği bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin mekanizmalarının üretme potansiyellerinin test sonuçları.

Table 3. Test results of the production potentials of the mechanisms of plant growth promoting bacteria.

Strain No	Katalaz Testi	Acc-Deaminaz Aktivitesi	Siderofor Testi (mm)	IAA Üretim ( $\mu\text{g ml}^{-1}$ )
SB29	+	-	-	24.77
YÖ19	+	-	9	31.74
SK4	+	-	11	22.55

SB29: *Brevibacillus parabrevis*, YÖ19: *Virgibacillus pantothenicus*, SK4: *Herbaspirillum huttiense*, IAA: İndol Asetik Asit.

**Uygulamaların Kıvrıkcık Marul Verim Parametrelerine Etkisi****Bitki Ağırlığı (g)**

Uygulamaların bitki ağırlığına etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. En iyi sonuç *B. parabrevis* strain SB29 (165.79 g) ve *V. pantothenicus* strain YÖ19 (165.36 g) uygulamalarından alınmış, bu sonucu MIX (125.48 g), gübre (121.21 g) ve *H. huttiense* strain SK4 (95.16 g) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer negatif kontrol (63.28 g) uygulamasından alınmıştır.



#### **Bitki Çapı (cm)**

Bitki çapına uygulamaların etkisi Çizelge 3'te gösterilmiştir. SK4 uygulaması hariç bakteri uygulamalarının gübre ve negatif kontrol uygulamalarından daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek bitki çapı *V. pantothenicus* strain YÖ19 (29.523 cm) ve *B. parabrevis* strain SB29 (27.820 cm) uygulamalarından elde edilmiştir. Gübre (24.547 cm) ve *H. huttiense* strain SK4 (23.913 cm) uygulamalarının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı ve negatif kontrole (20.477 cm) göre bitki çapı üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır.

#### **Bitki Boyu (cm)**

En yüksek bitki boyu (48.157cm) *V. pantothenicus* strain YÖ19 inokulasyonu yapılan bitkilerde bulunmuştur. Bu uygulamayı gübre (40.190 cm), *H. huttiense* strain SK4 (40.167 cm), mix (39.713 cm) ve *B. parabrevis* strain SB29 (39.433 cm) uygulamalarının izlediği görülmüştür. *B. parabrevis* strain SB29, *H. huttiense* strain SK4 ve Mix uygulamalarının gübre uygulamasına kıyasla bitki boyu üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir (Çizelge 3).

#### **Gövde Çapı (mm)**

Bakteri ve gübre uygulamaların bitki gövde çapına etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. İstatistiki olarak *B. parabrevis* strain SB29 (14.47 mm) ve *V. pantothenicus* strain YÖ19 (12.55 mm) uygulamalarının gövde çapı üzerindeki etkisi %5 düzeyinde önemli bulunurken diğer uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur.

#### **Yaprak Sayısı (adet)**

Uygulamalarının yaprak sayısına etkisi incelendiğinde negatif kontrol ve gübre uygulamasına oranla bakteri uygulamalarının daha başarılı olduğu saptanmıştır. Strainlerin karışımı şeklinde uygulanan inokulantın yaprak sayısı üzerinde en etkili uygulama olduğu tespit edilmiştir. *V. pantothenicus* strain YÖ19'un 19.33 değeriyle etkili ikinci uygulama olduğu bulunmuştur (Çizelge 3).

#### **Kök Yaş Ağırlığı (g)**

Uygulamaların kök yaş ağırlığına etkisi değerlendirildiğinde negatif kontrol grubuna kıyasla bütün uygulamaların başarılı olduğu tespit edilmiştir. Gübre ve bakteri uygulamalarının istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı saptanmıştır. En yüksek kök ağırlığı 5.1833 g olarak *H. huttiense* strain SK4 uygulamasında, en düşük kök ağırlığı ise 2.3567 g değeriyle negatif kontrol grubunda belirlenmiştir (Çizelge 3).

#### **Kök Kuru Ağırlığı (g)**

Kök kuru ağırlığına ait en iyi sonuç strainlerin karışım şeklinde uygulandığı bitkilerde tespit edilmiş ve ortalama ağırlık 0.7333 g olarak belirlenmiştir. *V. pantothenicus* strain YÖ19 ve gübre uygulamalarının kontrole göre kök kuru ağırlığını artırdığı ve istatistiki olarak aralarında fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

#### **Kök Kuru Madde Oranı (%)**

Kök kuru madde oranı üzerinde uygulamaların etkisinin önemli ( $p \leq 0.05$ ) olduğu bulunmuştur. *Herbaspirillum huttiense* strain SK4'ün %16.807 oranı ile en başarılı sonucu veren uygulama olduğu görülmüştür. Bakteri uygulamalarını gübre ve negatif kontrol grubuna göre kök kuru madde oranını artırdığı saptanmıştır (Çizelge 3).

#### **Bitki Kuru Ağırlığı (g)**

Bitki kuru ağırlığına ait sonuçlar değerlendirildiğinde en iyi sonuç 9.97 g ile *B. parabrevis* strain SB29 olarak 8.85 g ile *V. pantothenicus* strain YÖ19 'dan elde edilmiştir. *H. huttiense* strain SK4 ve Mix uygulamaları arasında istatistiki olarak bir farklılığın bulunmadığı, genel olarak bakteri uygulamalarının gübre ve kontrol uygulamalarına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

#### **Yaprak Kuru Madde Oranı (%)**

Yaprak kuru madde oranına bakteri uygulamalarının etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Bakteri uygulamalarının yaprak kuru madde oranı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

**Ham Protein Oranı (%)**

Uygulamaların bitkinin ham protein oranı üzerindeki uygulamaların etkisi  $p \leq 0.05$  seviyesinde önemli bulunmuştur. *B. parabrevis* strain SB29, *V. pantothenicus* strain YÖ19 ve *H. huttiense* strain SK4 uygulamalarının en başarılı sonuçları veren uygulamalar olduğu saptanmıştır. Gübre, Mix ve kontrol uygulamalarının aynı grupta yer aldığı ve ham protein üzerinde istatistiksel olarak etkilerinin önemli taşımadığı görülmüştür (Çizelge 3).

**Çizelge 4.** Bakteri, gübre ve negatif kontrol uygulamalarının bitkideki etkisi.

Table 4. The effect of bacteria, fertilizer and negative control applications on the plant.

	SB29	YÖ19	SK4	MIX	GÜB	Kontrol
<b>Bitki Ağırlığı(g)</b>	165.36±6.62 a*	165.79±20.52a	95.16±4.36 bc	125.48±7.55 ba	121.21±19.26 b	63.28 ± 9.72 c
<b>Bitki Çapı(cm)</b>	27.823±1.20 b	29.523±0.69 a	23.913±0.56 bc	24.900±0.56 b	24.547±1.04 bc	20.477±2.64 c
<b>Bitki Boyu(cm)</b>	39.433±1.42 b	48.157±3.17 a	40.167±1.98 b	39.713±0.97 b	40.190±1.69 b	32.890±0.59 c
<b>Gövde Çapı(mm)</b>	14.4700±0.92 a	12.5567±0.29 ba	11.1533±0.53 b	11.9200±0.76 b	12.1667±0.75 b	12.1467±0.29 b
<b>Bitki Yaprak Sayısı(ad)</b>	19.777±0.40 a	19.333±1.02 ba	19.000±1.26 bac	16.000±1.35 bac	15.113±1.24 c	15.667±1.50 bc
<b>Kök Yaş Ağırlığı (g)</b>	5.1833±0.98 a	4.6900±0.22 a	4.2500±0.51 a	4.7767±0.24 a	4.3600±0.50 a	2.3567±0.24 b
<b>Kök Kuru Ağırlığı(g)</b>	0.6867±0.12 a	0.6167±0.02 ba	0.7200±0.12 a	0.7333±0.07 a	0.5167±0.07 ba	0.3967±0.06 b
<b>Bitki Kök Kuru Madde Oranı (%)</b>	13.227±0.27 bc	13.297±0.58 bc	16.807±1.3 a	16.030±1.45 ba	11.933±0.25 c	12.01±1.02 b
<b>Bitki Kuru Ağırlığı(g)</b>	9.977±1.32 a	8.853±0.17 ba	7.747±0.73 bac	8.150±0.30 bac	6.473±1.14 bc	5.790 ±0.96 c
<b>Yaprak Kuru Madde Oranı (%)</b>	5.8067±0.35 b	5.0667±0.23 b	8.0033±0.61 a	6.3067±0.59 b	5.1167±0.08 b	8.7767±0.49 a
<b>Ham Protein Oranı (%)</b>	14.517±0.58 a	14.250±0.75 a	13.457±0.39 a	8.46±1.08 b	9.767±0.32 b	7.96±0.32 b

SB29: *Brevibacillus parabrevis*, YÖ19: *Virgibacillus pantothenicus*, SK4: *Herbaspirillum huttiense*, MIX: SB29, YÖ19 ve SK4 karışımı.

\*Değerler 3 tekrerrüt ortalamasıdır, aynı satırda aynı harfle ifade edilen değerler arasında istatistiksel anlamda fark yoktur ( $P \leq 0.05$ ).

Yapılan bu çalışmada bakteri uygulamalarının marul tohumlarının ortalama çimlenme zamanı, çimlenme hızı ve oranı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Benzer çalışmalarda da bakteri strainlerinin tohumların çimlenme hızı ve oranını arttırdığı tespit edilmiştir. Marul tohumlarının *Azospirillum brasilense* ve *Herbaspirillum serpedicea* strainleri ile inokulasyonunun tohumların çimlenme hızını arttırdığı saptanmıştır (Mangmang vd., 2016). Szczech vd. (2016) tarafından marul ile yapılan çalışmada B125 (*Enterobacter* sp.) ve PZ9 (*Bacillus* sp.) strainlerinin tohum çimlenmesini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Bitki gelişimini teşvik eden 5 bakteri straini (*Agrobacterium rubi* strain A16, *Bacillus megaterium* strain M3, *Burkholderia gladii* strain BA7, *Bacillus subtilis* strain BA142 ve *Pseudomonas putida* strain BA8) ile yapılan tohum uygulamalarının yüksek NaCl konsantrasyonlarında turp tohumunun çimlenmesini önemli derecede arttırdığı saptanmıştır (Kaymak vd., 2009). *Serratia marcescens* AF8I1, *P. putida* AF1I1, *P. fluorescens* AF8I4, *Klebsiella aerogenes* AF3I1 ve *Bacillus cereus* AF8I13 ile inokule edilen tohumların çimlenmesini sırasıyla %156.88 ± 2.35, %125.64 ± 12.1, %116.8 ± 1.11, %115.9 ± 2.67 ve 115.28 ± 2.56 oranında arttırdığı belirlenmiştir (Fiodor vd., 2023). Tohum çimlenmesinde bakteri strainlerinin indol asetik asit (IAA) (Hagaggi ve Mohamed, 2020) ve siderofor üretiminin (Mahdi vd., 2020), ACC deaminaz aktivitesinin (Brahim vd., 2022) ve fosfat çözünmesinin (Mahdi vd., 2020; Pandey ve Gupta, 2020) etkili olduğu bulunmuştur. Mevcut çalışmada da tohum çimlenmesinde etkili olan strainlerin hepsinin IAA ürettiği, kuvvetli bir şekilde fosforu çözdükleri tespit edilmiştir. Strainlerden 2 tanesinin de (YÖ19 ve SK4) siderofor üretiminin pozitif olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırma sonucunda bakteri uygulamalarının hepsinin marulda kök kuru madde oranı, yaprak sayısı ve bitki kuru ağırlığı bakımından gübre uygulamasından daha iyi sonuç verdiği bulunmuştur. Bazı bakteri uygulamalarının ise bitki ağırlığı (YÖ19, SB29 ve Mix), bitki çapı (YÖ19, SB29 ve Mix), bitki boyu (YÖ19), gövde çapı (YÖ19 ve SB29), kök kuru ağırlığı (SB29, SK4 ve Mix) ve ham protein oranı (SB29, SK4 ve Mix) üzerinde gübreden daha etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan bakteri uygulamalarının yaprak kuru madde üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Bu konuda yapılan farklı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. *P. polymyxa*, *B.megaterium* ve *P.agglomerans* türlerine ait 11 bakteri strainin marulun yaprak sayısına etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunurken, *P.agglomerans* strain RK126 hariç diğer bakteri uygulamalarının bitkinin kök uzunluğunu, kök ağırlığını arttırdığı tespit edilmiştir. *P. agglomerans*'ın 5 straini (RK32, RK72, RK77, RK92, RK126) dışındaki bakteri uygulamalarının kontrole göre gövde ağırlığında artış sağladığı belirlenmiştir (Karagöz vd., 2010). Mevcut çalışmada en yüksek bitki ağırlığı 165.36 g, baş çapı 29.52 cm olarak belirlenmiştir. Yıldız (2019) tarafından baş salata ile yapılan sera denemesinde ise *Pseudomonas fluorescens* uygulaması sonucunda en yüksek ortalama baş ağırlığı 125.22 g olarak elde edilirken, en yüksek baş çapı *Pantoea agglomerans* uygulaması sonrasında 12.16 cm olarak belirlenmiştir. Aynı konuda kıvrıcık marul ile yapılan bir başka çalışmada iki haftada bir yapılan bakteri uygulamasının kök kuru ağırlığını artırdığı ve en yüksek bitki ağırlığının 253.71 g olduğu saptanmıştır (Naikofi vd., 2017). *Pseudomonas protegens* Pf-5, *Azospirillum argentinense* Az39, *Bacillus* sp. Dm-B10 ve *Gluconacetobacter diazotrophicus* PAL-5 strainlerinin marul bitkisinin gelişimini etkili bir şekilde iyileştirdiği tespit edilmiştir (Vio vd., 2023). Akbay (2012) tarafından yapılan çalışmada farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi alımı ve verim üzerine *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının olumlu etki gösterdiği, bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki gelişimini önemli derecede arttırdığı saptanmıştır. Çelik (2021) tarafından yapılan tarla denemesinde farklı bakteri (*Erwinia chrysanthemi* strain SA7, *Pseudomonas fluorescens* strain YÖ15, *Virgibacillus pantothenicus* strain YÖ19, *Bacillus cereus* strain YÖ41, *Bacillus pumilus* strain SB39 ve *Bacillus subtilis* SK72) uygulamalarının kontrol grubuna göre marul bitki kök yaş ağırlığında artış sağladığı bulunmuştur. Uygulanan bakteri strainlerinin kök kuru ağırlığı ve baş çapını %28.82, baş boyunu %6, kök boğazı çapını %8, baş ağırlığını %33, yaprak sayısını %7.8 arttırdığı belirlenmiştir. Farklı rizobakterilerin (*Bacillus mycoides*, *Bacillus subtilis* ve *Microbacterium liquefaciens*) marulun gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada uygulamalar tohum, yaprak ve tohum+yaprak şeklinde yapılmıştır. En yüksek bitki ağırlığı tohum+yaprak uygulamasının yapıldığı bitkilerde tespit edilmiştir ve bakterilerin uygulama şeklinin marul bitkisinin gelişimini etkilediği belirtilmiştir (Ekinci vd., 2008). Mevcut çalışmada da bakteri strainleri hem tohuma hem de yapraklara inokulasyon şeklinde uygulanmıştır ve parametrelerde artış sağlanmıştır. Başka bir çalışmada *Rhizobium leguminosarum* strain PEPV16'nın marul ve havuç köklerine kolonize olarak bitkilerin köklerinde kuru madde artışına neden olduğu ve bitki büyümesini teşvik ettiği saptanmıştır (Flores-Félix vd., 2013). Bununla birlikte Taşbaşı (2013) tarafından yapılan çalışmada farklı tuz konsantrasyonlarında bakteri uygulamalarının (*Bacillus subtilis* strain E2, *Bacillus atrophaeus* strain E6, *Pseudoalteromonas nigrifaciens* strain E38 ve *Kocuria erythromyxa* strain E43) kıvrıcık marulun bitki boyuna, yaprak sayısına, kök uzunluğuna, yaprak kuru madde miktarına, kök yaş ağırlığına, kök kuru ağırlığına, kök kuru madde miktarına, gövde ve kök çapına etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur.

Bakteri uygulamalarının hangi mekanizmalarla bitki gelişim parametrelerinde artışa neden oldukları incelendiğinde çalışmada kullanılan strainlerin hepsinin azotu fikse ettiği, fosfatı çözdüğü, IAA ürettiği görülmektedir. Strainlerden iki tanesinde ise (*V. pantothenicus* strain YÖ19 ve *H. huttiense* SK4) siderefor üretiminin pozitif olduğu dikkat çekmektedir. Nitekim İndol Asetik Asit (IAA) gibi artan bitki hormonu sentezinin, tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini destekleyen spesifik enzimlerin aktivitesinin ana tetikleyicisi olduğu ifade edilmektedir (Balloi vd., 2010). Rusya'da yapılan bir çalışmada farklı cinslere ait (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Erwinia*, *Burkholderia*, *Chryseobacterium*, *Agrobacterium* *Stenotrophomonas* ve *Flavobacterium*) bakteri strainlerinin indol asetik asit üretimleri test edilmiştir ve türlerin indol asetik asit üreterek kök oluşumu arttırdıkları ve bitki büyümesinde IAA'nin önemli bir uyarıcı olduğu belirlenmiştir (Tsavkelova vd., 2007).

## SONUÇ

Tohum çimlenmesi, bitki yaşamında önemli bir gelişimsel süreçtir ve bu nedenle bitki yetiştiriciliği için son derece önemlidir. Bu süreçte, sürekli çalışan bir gen ve hormon ağı nedeniyle birçok biyokimyasal değişiklik meydana gelmektedir. Tohum çimlenmesinin hızı, tekdüzeliği ve kalitesi, bitkinin sonraki büyümesini ve durumunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu yönüyle çalışmada yer alan bakteri strainleri marul tohumunun çimlenme hızı ve oranında olumlu etkisiyle dikkat çekmektedir. Çalışmanın sonuçları tohum çimlenmesinde esas olarak oksinlerin rol aldığını, fosfat çözünürlüğünün de önem taşıdığını göstermektedir. Bu nedenle başarılı bulunan strainlerle yapılacak tohum bakterizasyonunun marul tohumlarının çimlenmesini arttıracığı ve fide büyümesi için erken destek sağlama potansiyeline sahip olacağı görülmektedir. Bakteri strainlerinin marul gelişim parametrelerine etkisi genel olarak değerlendirildiğinde bakteri uygulamalarının tamamının gübre uygulaması ile eşdeğer ve/veya daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. İncelenen 11 parametre açısından *Brevibacillus parabrevis* strain SB29'un 8 parametrede gübre uygulamasından daha iyi sonuç verdiği, kalan parametreler için ise gübre ile aynı etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın sonuçları *Brevibacillus parabrevis* strain SB29'un sahip olduğu bitki gelişimini teşvik mekanizmaları ile (azot fikse etme, fosfor, potasyum ve kalsiyumu çözme, IAA üretme) marul yetiştiriciliğinde gübreleme programına dahil edilebileceğini göstermiştir. Böylece kimyasal gübre kullanımı azaltılarak uzun vadede toprak sağlığı korunacak ve bitki veriminin artırılması sağlanacaktır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZAR KATKISI

Bitki gelişimini uyarıcı bakterilerin kıvrıkcık marul (*Lactuca sativa* var. *crispa*) yetiştiriciliğine etkisi Ö. ALPAGO; fikir, veri analizi M. F. DÖNMEZ (I. Danışman); etkili bulunan bakteri strainlerinin mekanizmalarının belirlenmesi B. SUNYAR; yazma-inceleme ve düzenleme Ö. ALPAGO, M. F. DÖNMEZ, B. SUNYAR ve İ. ÇORUH (II. Danışman). Tüm yazarlar makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

## TEŞEKKÜR

2019-FBE-L08 numaralı projenin desteklenmesinde verdikleri katkıdan dolayı Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akbay, F. T. (2012). Farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda (*Lactuca sativa* L.) *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının verim, bitki gelişimi ve besinelementi içeriğine etkisi. [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Asghar, H., Zahir, Z., Arshad, M., & Khaliq, A. (2002). Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 231-237. <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0462-8>.
- Balloi, A., Rolli, E., Marasco, R., Mapelli, F., Tamagnini, I., Cappitelli, F., & Daffonchio, D. (2010). The role of microorganisms in bioremediation and phytoremediation of polluted and stressed soils. *Agrochimica*, 54(6), 353-369.
- Brahim, A. H., Ali, M. B., Daoud, L., Jlidi, M., Akremi, I., & Hmani, H. (2022). Biopriming of durum wheat seeds with endophytic diazotrophic bacteria enhances tolerance to *Fusarium* head blight and salinity. *Microorganisms* 10:970. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10050867>.
- Çelik, Y. (2021). Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteri (PGPR) ve Artan Dozlarda Deniz Yosunu Uygulamalarının Marul (*Lactuca Sativa* L) Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi, Verim ve Besin Elementi İçerikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 219-225. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.1114264>.
- Ekinci M., Dursun A., & Dönmez M. F. (2008). *Farklı rizobakterilerin marulda bitki gelişimi üzerine etkileri*. [Sözlü bildiri]. 7. Sebze Tarımı Sempozyumu. Yalova.
- Eşiyok, D. (2012). *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.



- Fahsi, N., Mahdi, I., Mesfioui, A., Biskri, L., & Allaoui, A. (2021). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria isolated from the Jujube (*Ziziphus lotus*) plant enhance wheat growth, Zn uptake, and heavy metal tolerance. *Agriculture*, 11(4), 316. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040316>.
- Fiodor, A., Ajjah, N., Dziewit, L., & Pranaw, K. (2023). Biopriming of seed with plant growth-promoting bacteria for improved germination and seedling growth. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1142966>.
- Flores-Félix, J. D., Menéndez, E., Rivera, L. P., Marcos-García, M., Martínez-Hidalgo, P., Mateos, P. F., & Rivas, R. (2013). Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176(6), 876-882. <https://doi.org/10.1002/jpln.201300116>.
- Grover, M., Bodhankar, S., Sharma, A., Sharma, P., Singh, J., & Nain, L. (2021). PGPR mediated alterations in root traits: way toward sustainable crop production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 618230. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.618230>.
- Hagaggi, N. S. A., & Mohamed, A. A. (2020). Enhancement of *Zea mays* (L.) growth performance using indole acetic acid producing endophyte *Mixta theicola* isolated from *Solenostemma argel* (Hayne). *South African Journal of Botany*, 134, 64-71. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.034>.
- Kaçar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Fen Bilimleri Nobel Yayınları.
- Karagöz, K., & Kotan, R. (2010). Bitki gelişimini teşvik eden bazı bakterilerin marulun gelişimi ve bakteriyel yaprak lekeli hastalığı üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(2), 165-179. ISSN 2146-0035.
- Kaymak, H. Ç., Güvenç, İ., Yaralı, F., & Dönmez, M. F. (2009). The effects of bio-priming with PGPR on germination of radish (*Raphanus sativus* L.) seeds under saline conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(2), 173-179. <https://doi.org/10.3906/tar-0806-30>.
- Klement, Z., Rudolph, K., & Sands, D. C., (1990). *Methods in Phytobacteriology*. Akademia Kiado, Budapest.
- Koike, S. T., Gladders, P., & Paulus, A. O. (2007). *Vegetable diseases: a color handbook*. Gulf Professional Publishing.
- Lehtonen, M. J. (2009). *Rhizoctonia solani* as a potato pathogen variation of isolates in Finland and host response. University of Helsinki Finland, *Academic Dissertation in Plant Pathology*, 81. <http://hdl.handle.net/10138/20748>.
- Louden, B. C., Haarmann, D., & Lynne, A. M. (2011). Use of blue agar CAS assay for siderophore detection. *Journal of Microbiology and Biology Education*, 12(1):51-53. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v12i1.249>.
- Mahdi, I., Fahsi, N., Hafidi, M., Allaoui, A., & Biskri, L. (2020). Plant growth enhancement using rhizospheric halotolerant phosphate solubilizing bacterium *Bacillus licheniformis* QA1 and *Enterobacter asburiae* QF11 isolated from *Chenopodium quinoa* willd. *Microorganisms*, 8(6), 948. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060948>.
- Mangmang, J. S., Deaker, R., & Rogers, G. (2016). Inoculation effect of *Azospirillum brasilense* on basil grown under aquaponics production system. *Organic agriculture*, 6(1), 65-74. <https://doi.org/10.1007/s13165-015-0115-5>.
- Naikofi, Y. M., & Rusaie, A. (2017). Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) application and pesticide type on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Savana Cendana*, 2(04), 71-73. <https://doi.org/10.32938/sc.v2i04.160>.
- Pandey, S., & Gupta, S. (2020). Evaluation of *Pseudomonas* sp. for its multifarious plant growth promoting potential and its ability to alleviate biotic and abiotic stress in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. *Scientific Reports*, 10(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77850-0>.
- Penrose, D. M., & Glick, B. R. (2003). Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia plantarum*, 118(1), 10-15. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2003.00086.x>.
- Pérez-Jaramillo, J. E., Mendes, R., & Raaijmakers, J. M. (2016). Impact of plant domestication on rhizosphere microbiome assembly and functions. *Plant molecular biology*, 90, 635-644. <https://doi.org/10.1007/s11103-015-0337-7>.
- Szczeczek, M., Szafirowska, A., Kowalczyk, W., Szejda-Grzybowska, J., Włodarek, A., & Maciorowski, R. (2016). The effect of plant growth promoting bacteria on transplants growth and lettuce yield in organic production. *Journal of Horticultural Research*, 24(2), 101-107. <https://doi.org/10.1515/johr-2016-0026>.
- Taşbaşı, B. İ. (2013). *Farklı Rhizobakteri Uygulamalarının Tuzlu Koşullarda Kıvrıkcık Marul (Lactuca sativa var. crispa) Çeşitlerinde Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Toprak, E. (2012). *Kök bakterilerinin farklı substratlarda domates yetiştiriciliğine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Tsavkelova, E. A., Cherdyntseva, T. A., Botina, S. G., & Netrusov, A. I. (2007). Bacteria associated with orchid roots and microbial production of auxin. *Microbiological research*, 162(1), 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2006.07.014>.
- Vio, S. A., Galar, M. L., Gortari, M. C., Balatti, P., Garbi, M., Lodeiro, A. R., & Luna, M. F. (2023). Multispecies Bacterial Bio-Input: Tracking and Plant-Growth-Promoting Effect on Lettuce var. sagess. *Plants*, 12(4), 736. <https://doi.org/10.3390/plants12040736>.

- Yıldırım, E., & Güvenç, İ. (2006). Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(5), 347-353. <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol30/iss5/5>.
- Yıldız, M.A. (2019). *Farklı Baş Salata (Lactuca sativa Var. Capitata) Çeşitlerinde Pgpr Kullanımının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri*. [Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.



## Türkiye'nin Doğal Şimşir (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) Lokasyonları

Turkey's Natural Boxwood (*Buxus sempervirens* and *Buxus balearica*) Locations

Ömer Sarı<sup>1</sup> , Fisun Gürsel Çelikel<sup>2</sup> , Halil Yaşar<sup>3</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 24 Mayıs 2023

Kabul Tarihi (Accepted): 20 Kasım 2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Türkiye dünyada çok önemli bir şimşir havzasına sahiptir. Bu durum hem ekonomik hem de kültürel olarak coğrafyayı ve insanları oldukça etkilemiştir. Türkiye kuzeyi, güneyi ve batısı olmak üzere dünyada ender ve oldukça büyük şimşir ormanlarına sahip olmasına rağmen, son 10-15 yılda bu orman varlığının büyük bir kısmı yok olmuştur. Bu çalışmada elde edilen bilgiler ve arazi çalışmaları sonucu ülke genelinde ilk kez şimşir lokasyonları kapsamlı olarak belirlenmiştir. Türkiye genelinde yapılan çalışma sonucunda Karadeniz Bölgesinde 14, Marmara Bölgesinde 5 ve Akdeniz Bölgesinde 5 ilde olmak üzere toplam 24 ilde şimşir varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan Adana ve Antalya lokasyonlarında sadece *B. balearica* türü yayılış gösterirken Hatay ilinde ise her iki tür (*B. sempervirens* ve *B. balearica*) yayılış göstermektedir. *B. sempervirens* Doğu Karadenizde, Rize, Trabzon ve Giresun'da büyük ormanlar, Orta Karadenizde, Ordu, Samsun ve Sinop'ta küçük alanlar, Batı Karadenizde ise Kastamonu, Karabük, Bartın ve Bolu'da yine büyük ormanlar oluşturduğu belirlenmiştir. Marmara Bölgesinde ise Sakarya ilinde orman büyüklüğünün hatırı sayılır büyüklükte olduğu, Bursa ve Bilecik'te ise küçük alanlarda yayılış gösterdiği görülmüştür. İstanbul, Kocaeli gibi illerde ise canlı lokasyon tespit edilememiş olmakla birlikte, tespit edilen kuruyan alanlarda oldukça küçüktür. Doğu Akdeniz Bölgesinde ise Karhanmaraş, Osmaniye ve Hatay'a uzanan hatta *B. sempervirens* ormanları oldukça büyüktür. Adana, Hatay ve Antalya'da yayılış gösteren *B. balearica* lokasyonları ise küçük ve korumasız alanlardır. Son yapılan çalışmalarda şimşir varlığının bulunduğu lokasyonlar güncellenerek 24 il, 62 ilçe, 200 ana lokasyon olarak yeniden belirlenmiştir. Bu lokasyonların alan ölçümleri ve haritalanması yapılmamıştır. Bu nedenle bu lokasyonların alanlarının belirlenmesi ve haritalarının yapılması önem arz etmektedir. Ayrıca kuruyan alanların lokasyon bilgilerine dayanarak, eldeki genetik kaynakların çoğaltılarak yeniden ağaçlandırılması yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** *B. sempervirens*, *B. balearica*, yayılış, doğal lokasyonlar, Türkiye florası

&

**Abstract:** Türkiye has a very important boxwood basin in the world. This situation has greatly affected the geography and people both economically and culturally. Although Turkey has rare and very large boxwood forests in the world, in its north, south and west, a large part of these forests have disappeared in the last 10-15 years. As a result of the information obtained in this study and field studies, boxwood locations were determined throughout the country for the first time. As a result of the study conducted throughout Türkiye, the presence of boxwood was detected in a total of 24 provinces, 14 in the Black Sea Region, 5 in the Marmara Region and 5 in the Mediterranean Region. While only *B. balearica* species are distributed in Adana and Antalya locations, both species (*B. sempervirens* and *B. balearica*) are widespread in Hatay province. It has been determined that *B. sempervirens* forms large forests in Rize, Trabzon and Giresun in the Eastern Black Sea Region, small forests in Ordu, Samsun and Sinop in the Central Black Sea Region, and large forests in Kastamonu, Karabük, Bartın and Bolu in the Western Black Sea Region. In the Marmara Region, it has been observed that the forest size is considerable in Sakarya province, while it is spread in small areas in Bursa and Bilecik. In provinces such as İstanbul and Kocaeli, although it is not a live location, it is quite small in dry areas. In the Eastern Mediterranean Region, *B. sempervirens* forests are quite large, extending to Karhanmaraş, Osmaniye and Hatay. *B. balearica* locations, distributed in Adana, Hatay and Antalya, are small and unprotected areas. In recent studies, the locations where boxwood is found have been updated and re-determined as 24 provinces, 62 districts and 200 main locations. Field measurements and mapping of these locations have not been made. Therefore, it is important to determine the areas of these locations and make maps. In addition, based on the location information of the dried areas, the available genetic resources should be increased and reforestation should be done.

**Keywords:** *B. sempervirens*, *B. balearica*, distribution, natural locations, flora of Türkiye

**Atıf/Cite as:** Sarı, Ö., Çelikel, F. G., & Yaşar, H. (2023). Türkiye'nin doğal şimşir (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) lokasyonları. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 311-333. doi: 10.24180/ijaws.1301528

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Dr. Ömer Sarı, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, omer.sari@tarimorman.gov.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Fisun Gürsel Çelikel, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, fgcelikel@omu.edu.tr

<sup>3</sup> Halil Yaşar, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, halil.yasar@tarimorman.gov.tr

## GİRİŞ

Şimşirler yaprak dökmeyen çalı veya ağaç formu bitkilerdir. *Buxus* türlerinin yayılış gösterdiği alanlar; Avrupa, Akdeniz Havzası ve Orta Doğu, Çin, Japonya, Kore, Malezya ve Filipinler, Afrika, Karayip Adaları, Meksika ve Güney Amerika, Hindistan, Kuzeybatı Himaliyalar ve eski Sovyetler Birliği bölgeleridir. Doğal şimşir türlerinin bulunmadığı alanlar ise ılıman Kuzey Amerika, Antartika ve Avustralya'dır (Köhler ve Brückner, 1982; Larson, 1996; Köhler, 2014). Theplantlist (2023) kayıtlarına göre şimşirlerin 219 tür ismi bulunmaktadır. Ancak bu isimlerden kabul edilmiş 112 şimşir türü dünya genelinde yayılış göstermektedir.

Şimşirler de en eski tarihsel kayıt, Pliyosen dönemine aittir (Larson, 1996). Şimşirler yavaş büyümesi, uzun ömrü olması, hastalık ve zararlı barındırmaması, sık yapraklı ve her dem yeşil oluşu ve de kolayca çoğaltılabilmesi nedeniyle tüm uygarlık tarihi boyunca insanları cezbetmiştir. Değişen morfolojik özellikleri şimşirleri farklı kullanımları için popüler hale getirmiştir. Geçmişte şimşirler; sanayide, ev eşyası, süs eşyası, tarım aletlerinin parçaları, makine parçaları, optik ve cerrahi aletler ve çeşitli kapların yapımında kullanılmıştır. Günümüzde şimşir odunu ticareti eskiye nazaran azalmış olsa da kullanımı sanatsal alanlarda devam etmektedir (Baytop, 1999; Türkyılmaz, 2004). Ayrıca şimşirler çok kullanışlı, çekici bahçe ve peyzaj bitkileridir. Tek olarak, çitler şeklinde, toplu dikimler, saksı bitkisi, kesme yeşillik ve budama sanatı için kullanılırlar (Larson, 1999; Batdorf, 2004). Ayrıca dayanıklı ve gösterişli yeşil yapraklı dalları çeşitli kutlamalarda kullanılmaktadır (Record ve Garrat, 1925; Gottwald, 1958; Van Trier vd., 2005; Sarı ve Çelikel, 2019).

Her yıl, Amerika Birleşik Devletleri'nde yıllık değeri yaklaşık 141 milyon doların üzerinde olan 13 milyon şimşir bitkisi satılmaktadır (USDA.NASS, 2019). Ayrıca şimşir, tüm odunsu süs bitkileri arasında tüketiciler tarafından satın alınan bir numaralı bitkidir (Hall vd., 2021). Ekonomik açıdan en önemli tür olan *B. sempervirens*' in yaklaşık 400 çeşidi vardır (Niemiera, 2018). Avrupa'da artan sanayileşmeyle birlikte, şimşir ticareti en yoğun aşamasına 1860 ile 1910 arasında ulaşmıştır. Bu dönemde 10.000 tonun üzerinde bir işleme miktarı olduğu bildirilmiştir (Gottwald, 1958).

Türkiye florasının *Buxus* spp. türleri için taranması kapsamında daha önce araştırmacılar (Davis, 1982; Aytuğ, 1984; Korkmaz ve Engin, 2001; Avcı ve Özhatay, 2005) tarafından şimşir lokasyonlarının bir kısmı belirlenmiştir. Belirlenen bu lokasyonlara ek olarak, Sarı vd. (2022)'in yaptığı çalışmada; Karadeniz Bölgesinde Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu, Sinop, Kastamonu, Zonguldak, Bartın, Karabük, Düzce, Bolu illerinde, Marmara Bölgesi'nde Sakarya, Kocaeli, İstanbul, Bursa, Bilecik illerinde ve Akdeniz Bölgesinde Kahramanmaraş, Adana, Osmaniye, Hatay ve Antalya illerinde çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalar sonucu Türkiye'de kalan son canlı şimşir lokasyonları belirlenmiş ve bu lokasyonlar yayınlanmıştır. Bu çalışmada ise Türkiye'nin tüm şimşir yayılış alanlarının geniş kapsamlı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca Türkiye'de şimşir yayılış alanlarının bir bütün olarak tek bir kaynaktan araştırmacılara ve okuyuculara sunulması da bu çalışma ile hedeflenmiştir. Çalışma ile şimşir yayılış alanları il, ilçe, köy ve lokasyon düzeyinde belirlenerek çizelge ve haritalarda gösterilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### *Veri Toplama ve Çalışma Alanı*

Şimşir seleksiyonu (*B. sempervirens* ve *B. balearica*) ve çoğaltılması projesi kapsamında 2019-2023 yılları arasında yapılan bu çalışmada Türkiye florasında bulunan *Buxus* spp. türlerinin lokasyonlarının belirlenmesi ve bitki toplanması amaçlanmıştır. Türkiye'deki *Buxus* spp.'nin yayılış alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan ilk faaliyet, daha önce şimşirler üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi olmuştur. Bu kapsamda temel kaynaklar, şimşirler konusunda yapılmış araştırma ve tezlerin yanı sıra, gazete haberleri taranmış, yerel halk, kaşık ve ahşap ustalarından bilgiler derlenmiştir. İkinci aşama olarak bilgi toplama formu oluşturup, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgesi Orman Bölge müdürlükleri aracılığı ile alt birimlere ve Milli Park Müdürlükleri'ne gönderilerek bilgi toplanmıştır. Kurumlardan 21 cevap alınmıştır. Bu formlardan 8 formda bitki yoktur şeklinde cevap gelmiştir. Formlardan şimşirlerin Türkiye'de 15 il, 42 ilçe ve 177 lokasyonda yayılış gösterdiği bilgisi elde edilmiştir. Formlardan elde edilen bilgiler yapılan diğer araştırma çalışmaları ile birleştirildiğinde, 23 ilin



59 ilçesine bağlı 195 köy ve birçok lokasyonda ülke genelinde şimşir varlığının bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bu lokasyonlara ek olarak kesin olmayan bazı verilere dayanarak şimşir varlığının olabileceği düşünülen Gümüşhane, Denizli ve Muğla illeri de çalışmaya dahil edilmiştir. Elde edilen bilgiler değerlendirilerek arazi programı oluşturulmuş ve toplamda 26 ilde arazi çalışması yürütülmüştür. Çalışma yürütülen alanlarda şimşir lokasyonları geniş alanları kapsamaktadır. Bu nedenle bu alanlarda koordinat verilmemiştir, sadece canlı şimşir tespit edilen alanlarda koordinat verilmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

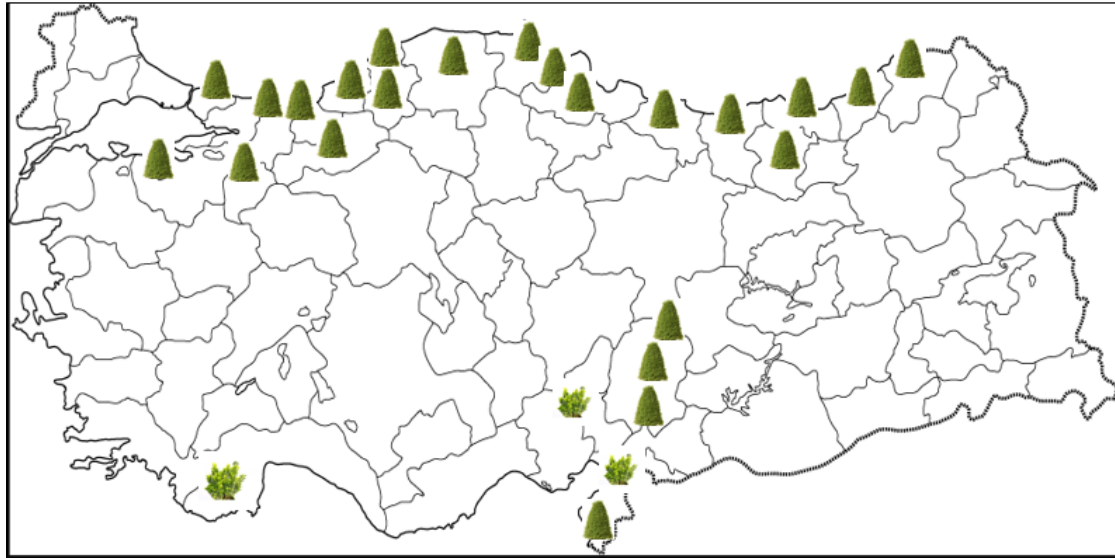
Türkiye genelinde yapılan çalışma sonucunda Karadeniz Bölgesinde 14 ilde, Marmara Bölgesinde 5 ilde ve Akdeniz Bölgesinde 5 ilde olmak üzere toplam 24 ilde şimşir varlığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu lokasyonlardan Adana ve Antalya lokasyonlarında sadece *B. balearica* türü yayılış gösterirken Hatay ilinde ise her iki türde yayılış göstermektedir.

**Çizelge 1.** Şimşirin yayılış gösterdiği bölge ve iller.

Table 1. Regions and provinces where boxwood is distributed.

Bölge	İller
Karadeniz Bölgesi	Artvin, Rize, Trabzon, Gümüşhane, Giresun, Ordu, Samsun, Sinop, Kastamonu Zonguldak, Bartın, Karabük, Düzce, Bolu
Marmara Bölgesi	Sakarya, Kocaeli, İstanbul, Bursa, Bilecik
Akdeniz Bölgesi	Kahramanmaraş, Adana, Osmaniye, Hatay, Antalya

Arazi çalışmalarına dayanarak aşağıdaki şimşir yayılış haritası oluşturulmuştur (Şekil 1).



 *B. sempervirens*  *B. balearica*

**Şekil 1.** Türkiye'nin güncel şimşir yayılış alanları.  
Figure 1. Current boxwood distribution areas of Turkey.

### Karadeniz Bölgesi Şimşir Lokasyonları

Karadeniz Bölgesinde 14 ile bağlı 48 ilçe içerisinde 178 ana lokasyonda şimşir olduğu belirlenmiştir.

**Artvin**

Artvin iline bağlı 4 ilçede 13 şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunmaktadır. Bu lokasyonlar Merkez, Borçka, Hopa ve Arhavi ilçelerinde yer almaktadır. Lokasyonlarda yapılan çalışmalarda büyük oranda şimşirlerin kuruduğu, sadece Hatila Vadisi Milli Parkı içerisinde çok az sayıda ve dağınık bir şekilde şimşirlere rastlanmıştır. Artvin’de yapılan çalışmada büyük şimşir ormanlarına rastlanmamıştır. İldeki şimşir alanları küçük alanlardır (Çizelge 2; Şekil 2).



Şekil 2. Artvin ili şimşir yayılış alanları.

Figure 2. Boxwood distribution areas in Artvin province.

**Çizelge 2.** Artvin ili şimşir lokasyonları.

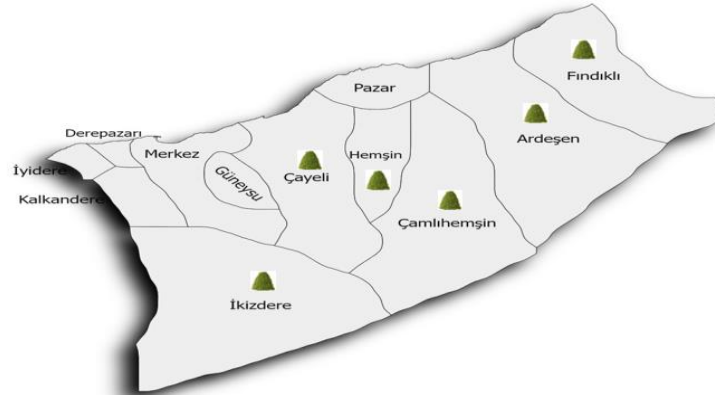
Table 2. Boxwood locations in Artvin province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi	Koordinat	
Artvin	Merkez <sup>1,2</sup>	Erenler <sup>1,2</sup>			
		Sümbüllü <sup>1,2</sup>			
		Ormanlı <sup>1,2</sup>	Milli Park sahası	41°11'20.43" K	
		Tütüncüler <sup>1,2</sup>	Milli Park sahası	41°44'33.36" D	
		Taşlıca/Baş Hatila <sup>1,2</sup>	Milli Park sahası		
		Taşlıca/Şartev <sup>1,2</sup>	Milli Park sahası		
		Taşlıca/Ayvalı Tarla <sup>1,2</sup>	Milli Park sahası		
	Hopa <sup>1</sup>	Subaşı <sup>1</sup>			
		Çamburnu Tabiat Koruma Alanı			
	Borçka	Çamlıköy			
		Çiftköprü köyü			
		Karagöl yolu üzeri 3'üncü km Çoruh nehrinin sol kısmı			
	Arhavi	Kamalat vadisi-Mencuna şelalesi dere boyu			
Toplam	4	13			

<sup>1</sup>Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları, <sup>2</sup>Sarı vd. (2022).

**Rize**

Rize ilinin 5 ilçesine bağlı 11 köyde şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunmaktadır. Bu lokasyonlar Ardeşen, Çamlıhemşin, Fındıklı, İkizdere ve Çayeli ilçelerindedir (Çizelge 3; Şekil 3). Ateş vd. (2010)'nin araştırma bulgularına göre Çayeli, İkizdere, Güneysu, Ardeşen, Çamlıhemşin, Fındıklı ve Hemşin ilçelerinde toplam şimşir alanı 674.5 ha'dır. Rize ilinde 2020 yılında yaptığımız çalışmada Çamlıhemşin ilçesinde Zilkale, Meydan ve Şenköy köylerinde çok az sayıda ve seyrek bir şekilde canlı şimşirlere rastlanmıştır. Diğer lokasyonlarda canlı şimşire rastlanmamıştır (Çizelge 3; Şekil 3).



Şekil 3. Rize ili şimşir yayılış alanları.

Figure 3. Boxwood distribution areas in Rize province.

## Çizelge 3. Rize ili şimşir lokasyonları.

Table 3. Boxwood locations in Rize province.

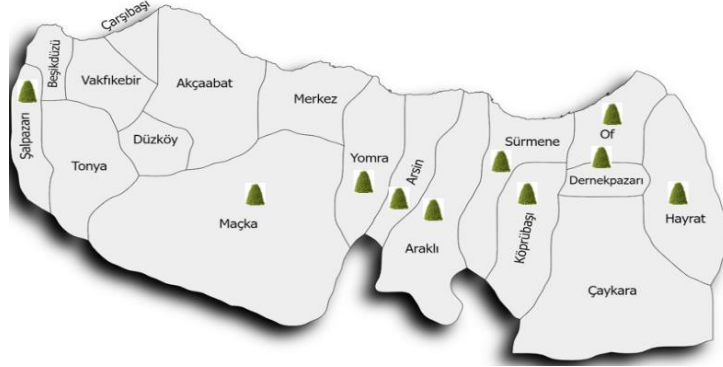
İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi	Koordinat
Rize	Çamlıhemşin <sup>1,2,3</sup>	Zilkale Köyü <sup>1,2,3</sup>	Zilkale	40°53'50.23" K 40°56'33.04" D
		Meydan Köyü <sup>1,2,3</sup>	Kolona	
		Şenköy Köyü <sup>1,2,3</sup>	Şenköy	
	Fındıklı <sup>1,2</sup>	Ihlamurlu <sup>1</sup>	Okura	
		Aslandere <sup>1</sup>	Gürcüdüzü	
		Yaylacılar <sup>1</sup>	Büyükdere-Turhan Mah.	
		Gürsu <sup>1</sup>	Küçükdere	
	Ardeşen <sup>1,2</sup>	Aşağıdurak		
	İkizdere <sup>2</sup>	Şimşirli köyü		
		İkizdere-Dereköy arası-dereboyu		
	Çayeli <sup>2</sup>	Çataldere köyü		
Toplam	5	11		

<sup>1</sup>Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları, <sup>2</sup> Ateş vd. (2010), <sup>3</sup> Sarı vd. (2022).

## Trabzon

Trabzon ilinde yaptığımız çalışmalara göre; Yomra, Maçka, Arsin, Araklı, Sürmene, Of, Hayrat, Köprübaşı ve Şalpazarı olmak üzere 9 ilçeye bağlı 23 köyde şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunmaktadır. Yapılan çalışmada bu ilçelerdeki çoğu lokasyonun kuru olduğu, sadece şimşirlerin ulaştığı en yüksek rakımlarda az sayıda şimşirin kaldığı tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz'de şimşirler konusunda literatürde en geniş kapsamlı çalışma Trabzon ve Rize illerindeki şimşir lokasyonları ile ilgilidir. Ateş vd. (2010)'nin araştırma bulgularına göre, Merkez, Maçka, Araklı, Arsin, Yomra, Sürmene, Of, Hayrat, Köprübaşı ve Şalpazarı ilçelerinde şimşir lokasyonları bulunduğu ve şimşir alanlarının toplamının ise 738 ha olduğu tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada Sürmene ilçesinde Oylum ve Yazıoba mahallelerinde boyları küçük birkaç yeşil şimşire rastlanmıştır. Köprübaşı ilçesinde Büyükdoğanlı Mahallesi'nde de az sayıda yeşil şimşire rastlanmıştır. Hayrat ilçesi Yeniköy mahallesinde Baltacı Deresi boyunca 720-918 m'lerde az sayıda şimşire rastlanmıştır. Araklı ilçesinde Yeşilyurt Mahallesi'ne 3.6 km kala yoğun şimşir ormanı başlar, ancak bu kısım kurumuştur. Çamlıktepe Mahallesi'nde 1500 m rakımda dere yatağından 1000 m yukarıya kadar ulaşan yamaçlarda canlı şimşirler tespit edilmiştir. Bu alan Araklı ilçesinde tespit edilen en yüksek şimşir lokasyonudur. Bu alandan sonra şimşirlere rastlanmamıştır. Maçka ilçesinde şimşirler Galyan barajından başlar, yükselti artıkça yoğunlaşır ve Şimşirli köy merkezine doğru azalır. Köyün yüksek kısmına doğru 20-30 adet boyları 3-4 m'yi bulan şimşirlere rastlanmıştır. Arsin ilçesine bağlı Fındıklı mahallesinden sonra Yanbolu deresi boyunca şimşirler başlar ve Atayurt mahallesine ulaşmadan ufak bir ormana dönüşür. Işhan mahallesinden yukarı Santa harabelerine doğru dere yatağının sağ ve solunda kuruyan şimşirlerin

sürgün verdiği görülmüştür. İşhan ve Dumanlı köylerini ayıran köy sınırında sağlıklı şimşirlere rastlanmıştır. Bu nokta Arsin ilçesinde şimşir tespit edilen en yüksek noktadır. Diğer yandan bu alanın devamı Gümüşhane sınırları içerisinde Dumanlı (Santa) köyünde bir kısmını içerir. Bu nedenle şimşir lokasyonunun bir kısmı da Gümüşhane iline aittir (Çizelge 4; Şekil 4).



Şekil 4. Trabzon ili şimşir yayılış alanları.

Figure 4. Boxwood distribution areas in Trabzon province.

Çizelge 4. Trabzon ili şimşir lokasyonları.

Table 4. Boxwood locations in Trabzon province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Koordinat
Trabzon	Yomra <sup>2,3</sup>	Gürsel mahallesi <sup>2,3</sup>	
		Gülyurdu <sup>2,3</sup>	
		Kömürcü <sup>2,3</sup>	
	Maçka <sup>1,2,3</sup>	Şimşirlikköy <sup>1,2,3</sup>	40°47'15.5" K 39°43'49.97" D
	Arsin <sup>2,3</sup>	Fındıklı <sup>2,3</sup>	
		Atayurt <sup>2,3</sup>	
		İşhan <sup>2,3</sup>	
	Araklı <sup>2,3</sup>	Çalıkıyurt <sup>2,3</sup>	40°42'34.07" K 39°49'31.71" D
		Kaymaklı <sup>2,3</sup>	
		Yeşilyurt <sup>2,3</sup>	
	Sürmene <sup>2,3</sup>	Çamlıktepe <sup>3</sup>	40°43'28.39" K 40°00'56.06" D
		Oylum <sup>2,3</sup>	
		Yazıoba <sup>2,3</sup>	
	Hayrat <sup>2,3</sup>	Yeniköy <sup>2,3</sup>	40°46'33.37" K 40°031'0.39" D
		Yeniköy <sup>2,3</sup>	40°47'26.33" K 40°22'35.56" D
		Büyükdoğanlı <sup>2,3</sup>	40°43'33.92" K 40°07'16.00" D
	Köprübaşı <sup>2,3</sup>	Çifteköprü <sup>2,3</sup>	
		Fidanlı <sup>2,3</sup>	
		Gündoğan <sup>2,3</sup>	
		Akpınar <sup>2,3</sup>	
	Şalpazarı <sup>2,3</sup>	Sayvançatak <sup>2,3</sup>	
	Of <sup>2,3</sup>	Aşağıkışlacık <sup>2,3</sup>	
Bölümlü <sup>2,3</sup>			
Toplam	9	23	

<sup>1</sup>Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları, <sup>2</sup> Ateş vd. (2010), <sup>3</sup> Sarı vd. (2022).

### Gümüşhane

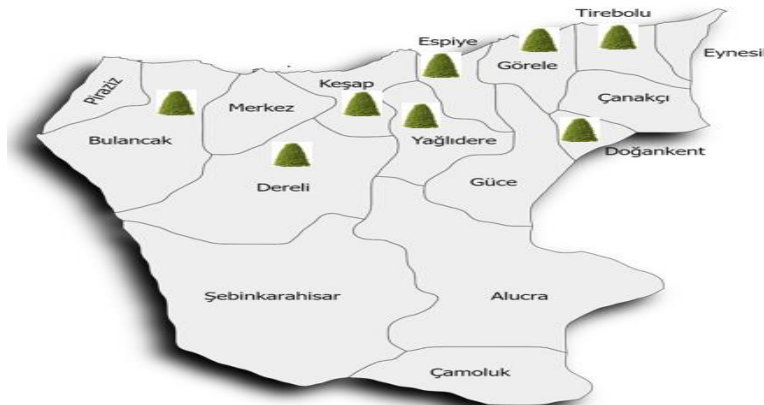
Gümüşhane\* ilinin Merkez\* ilçesine bağlı Dumanlı (Santa)\* köyünde şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu tespit edilmiştir. Ancak bu lokasyon ayrı bir lokasyon olarak nitelendirilmeyip, Tarbzon ilinin Arsin ilçesine bağlı İşhan mahallesi sınırları içerisinde bulunan şimşir lokasyonunun devamıdır (Şekil 5). \*Gümüşhane ilindeki şimşir lokasyonları ile ilgili literatür bulunamamış ve lokasyon bu çalışma kapsamında ilk kez belirlenmiştir.



Şekil 5. Gümüşhane ili şimşir yayılış alanları.  
Figure 5. Boxwood distribution areas in Gümüşhane province.

### Giresun

Giresun ilinin Merkez, Yağlıdere, Espiye, Keşap, Doğankent, Tirebolu, Dereli, Bulancak ve Görele ilçelerinde toplam 29 şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunmaktadır. Giresun ilinin Görele ilçesine bağlı Gülpınar köyünde Çömlekçi Deresi boyunca karşılıklı iki tepe kurmuştur. Doğankent Deregözü köyü yolu üzerinde 1.km'den itibaren şimşir lokasyonlarının başladığı tespit edilmiş ve seyrek olarak Kavraz deresi boyunca canlı şimşirlere rastlanmıştır. Yağlıdere ilçesinde ise ilçe merkezi geçildikten sonra, Akdarı köyünden itibaren şimşirler başlamakta ve dere boyunca devam etmektedir. Kalkancı köyünden itibaren yine dere yatağı boyunca yayılış gösterir ve Umutbükü köyüne ulaştığında yoğunluğu artarak devam eder. Koçlu köyü ise şimşirlerin en yoğun olduğu yerdir. Espiye ilçesine bağlı Gümüşdere köyünden, Ericek köyüne kadar kuruma devam etmektedir. Bu lokasyondaki ağaçlarda az sayıda yeni sürgünler görülmüştür (Çizelge 5; Şekil 6).



Şekil 6. Giresun ili şimşir yayılış alanları.  
Figure 6. Boxwood distribution areas in Giresun province.

Çizelge 5. Giresun ili şimşir lokasyonları.

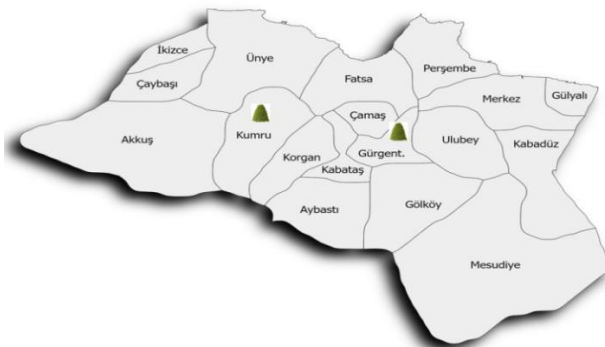
Table 5. Boxwood locations in Giresun province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Koordinat	
Giresun*	Merkez	Çağlayan		
		Akçalı		
		Kaşdibi		
		Akdarı		
		Kanlıca		
		Yağlıdere	Ümitbükü	
			Koçlu,	
			Tekkeköyü	
			Çağlayan	
	Gümüşdere			
	Avluca			
	Espiyeye	Akkaya		
		Bayrambey		
		Ericcek		
	Keşap	Gürpınar		
		Karabulduk		
		Halkalı		
	Doğankent	Deregözü	40°45'25.76" K 38°53'47.39" D	
		Süttaş		
		Çatak		
		Söğütağacı		
	Tirebolu	Sultanköy		
		Danışman köyü		
	Dereli	Kuzalan Tabiat Parkı	40°37'47.64" K 38°23'46.26" D	
	Bulancak	Obadüzü		
		Kuzköy		
		Damudere		
	Görece	Gülpınar		
Soğukpınar				
Toplam	9	29		

\*Giresun ilindeki şimşir lokasyonları ile ilgili literatür bulunamamış ve lokasyonlar bu çalışma kapsamında ilk kez belirlenmiştir.

### Ordu

Ordu ilinin Kumru ve Gürgentepe ilçelerinde 4 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Kumru ilçesine bağlı Akçadere (Kuşnefak kalesi) köyünde şimşirlerinin canlı olduğu ancak kurumlarının başladığı tespit edilmiştir (Çizelge 6; Şekil 7).



Şekil 7. Ordu ili şimşir yayılış alanları.

Figure 7. Boxwood distribution areas in Ordu province.

Çizelge 6. Ordu ili şimşir lokasyonları.

Table 6. Boxwood locations in Ordu province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi	Koordinat
Ordu*	Kumru	Akçadere köyü	Küşnefak kalesi	40°51'44.84" K 37°16'38.87" D
		Bahtiyarlar	-	
	Gürgentepe	Saitler		
		Dereyurt		
Toplam	2	4		

\*Ordu ilindeki şimşir lokasyonları ile ilgili literatür bulunamamış ve lokasyonlar bu çalışma kapsamında ilk kez belirlenmiştir.

### Samsun

Samsun ilinin Çarşamba ve Tekkeköy ilçelerinde 9 şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak bu lokasyonlar da canlı şimşirlere rastlanmamıştır (Çizelge 7; Şekil 8).



Şekil 8. Samsun ili şimşir yayılış alanları.

Figure 8. Boxwood distribution areas in Samsun province.

Çizelge 7. Samsun ili şimşir lokasyonları.

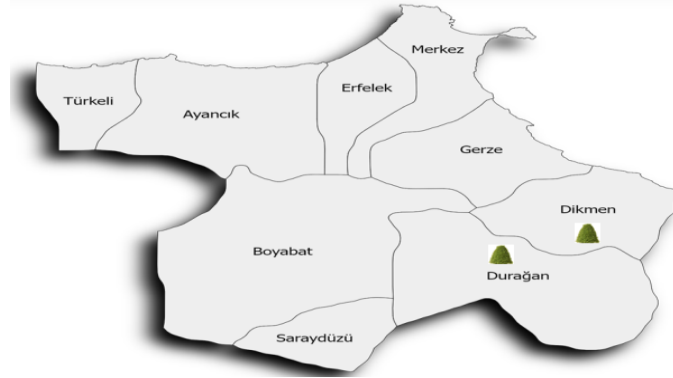
Table 7. Boxwood locations in Samsun province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Koordinat
Samsun*	Çarşamba	Aşağımusalla	
		Konukluk	
		Bezirgan	
		Gülören	
		Karakaya	
		Kabaceviz	
		Yeşildere	
		Güldere	
		Tekkeköy	Gökçedere
Toplam	2	9	

\*Samsun ilindeki şimşir lokasyonları ile ilgili yeterli literatür bulunamamış, lokasyonlar bu çalışma kapsamında ilk kez belirlenmiştir.

### Sinop

Sinop ilinin Durağan ve Dikmen ilçelerinde toplam 4 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Bu lokasyonlardan Durağan ilçesindeki Güngören ve Boyabükü lokasyonlarının 2019 yılı Mayıs ayı itibarıyla oldukça sağlıklı olduğu tespit edilmiştir. Ancak iki ay sonra lokasyonlara tekrar gidildiğinde şimşirlerin tamamen kuruduğu belirlenmiştir. Dikmen ilçesinde Kerim ve Karağaç lokasyonlarında ise canlı şimşir tespit edilememiştir (Çizelge 8; Şekil 9).



Şekil 9. Sinop ili şimşir yayılış alanları.

Figure 9. Boxwood distribution areas in Sinop province.

Çizelge 8. Sinop ili şimşir lokasyonları.

Table 8. Boxwood locations in Sinop province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Koordinat
Sinop	Durağan <sup>1,3</sup>	Güngören <sup>1,3</sup>	41°21'07.36" K 34°59'31.97" D
		Boyabükü <sup>1,3</sup>	41°17'13.80" K 35°13'52.81" D
	Dikmen <sup>2</sup>	Kerim	
		Karağaç	
Toplam	2	4	

<sup>1</sup> Korkmaz ve Engin (2001), <sup>2</sup> Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları, <sup>3</sup> Sarı vd. (2022).

### Kastamonu

Kastamonu ilinin Azdavay, Cide, Şenpazar ve Pınarbaşı ilçelerine bağlı toplam 44 köye ait lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Azdavay ilçesinden Pınarbaşı ilçesine giderken 5. km'de yolun sağ ve solunda 1-3 m boyunda şimşirler bulunmaktadır. Bu bölgede sağlıklı şimşirlere rastlansa da önemli bir kısmı kurumuştur. Azdavay - Pınarbaşı arası kuruma daha yoğundur. Pınarbaşı - Cide dağ yolundan Cide sınırına kadar şimşir varlığı devam etmekle birlikte, bu bölgede çok az yeşil şimşir olduğu belirlenmiştir. Bu bölgede 2020 yılı itibariyle kurumaların yeni olduğu da tespit edilmiştir. Cide sınırından sonra şimşirlere rastlanmamıştır. Ilıca Şelalesinde bulunan şimşirler ise tamamen kurumuştur. Horma Kanyonunda da kurumların hat safhaya ulaştığı belirlenmiş, ancak canlı birkaç şimşire de rastlanmıştır. Bu alanlar dışında başta Loc Mevkii olmak üzere Kastamonu'daki diğer tüm lokasyonlarda canlı şimşire rastlanmamıştır (Çizelge 9; Şekil 10).



Şekil 10. Kastamonu ili şimşir yayılış alanları.

Figure 10. Boxwood distribution areas in Kastamonu province.



Çizelge 9. Kastamonu ili şimşir lokasyonları.

Table 9. Boxwood locations in Kastamonu province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi	Koordinat			
Kastamonu	Azdavay <sup>1,2</sup>	Karakuşlu <sup>2</sup>	Azdavay-Pınarbaşı	41°35'59.17.14''K			
		Ahatköy <sup>2</sup>	yolu 5.km	33°13'55.52.34''D			
		Sarıncıköy <sup>2</sup>					
	Cide <sup>1</sup>	Köseli <sup>1</sup>	Tekeveli Tepesi				
		Sırakaya <sup>1</sup>	Yılgın Tepesi				
		Tarakçı <sup>1</sup>	Gavurharmanı Deresi				
		Velioğlu <sup>1</sup>	Velloğlu Tepesi				
		Musa <sup>1</sup>	Şerenci Dağı				
		Çukurçal <sup>1</sup>	Yılanbaşı tepesi				
		Derebucağı <sup>1</sup>	Kaleburnu Tepesi				
		Hacıahmet <sup>1</sup>	Emirler deresi				
		Kazanlı <sup>1</sup>	Kapısuyu <sup>1</sup>	Kapiskaya tepesi			
				Köyceğiz tepesi			
				Karasu mahallesi			
				Karakaya tepesi			
				Olcak deresi			
				Kıyılıç tepesi			
				Kulakaltı deresi			
				Yanıkçınar sırtı			
				Güney sırtı			
			Olucak <sup>1</sup>	Kale tepesi			
			Ortaca <sup>1</sup>	Ortaca <sup>1</sup>	Ayıcık tepesi		
				Halla tepesi			
		Ovacık <sup>1</sup>		Kayabaşı tepesi			
		Çamdibi <sup>1</sup>		Çalköy mahallesi			
		Hamitli <sup>1</sup>		Eğrikaya tepesi			
		Karakadı <sup>1</sup>		Karakadı <sup>1</sup>	Devrekâni çayı		
					Alaçam tepesi		
				Şenköy <sup>1</sup>	Büyükçukur tepesi		
					Zeytinlik tepesi		
				Kuşkayası <sup>1</sup>	Bakacak mevki		
				Alayazı <sup>1</sup>	Öteyüz tepesi		
			Aydıncık <sup>1</sup>	Kale tepesi			
			Baltacı <sup>1</sup>	Gede mahallesi			
			İlyasbey <sup>1</sup>	Tanışman mahallesi			
			Gündoğan <sup>1</sup>	Belen tepesi			
	Günebakan <sup>1</sup>		Değirmençay tepesi				
	Şenpazar <sup>1</sup>	Gürpelit <sup>1</sup>	Fabrika deresi				
		Salman <sup>1</sup>	Göçek mevki				
			Salman deresi				
		Başçavuş <sup>1</sup>	Arap değirmeni				
			Geyik gölü mevki				
		Alancık <sup>1</sup>	Bakacak mevki				
		Demirkaya <sup>1</sup>	Büyükdüz doruğu				
		Küçükmutlu <sup>1</sup>	Büyükçay				
		Sefer <sup>1</sup>	Kabadağ tepesi				
		Tepecik <sup>1</sup>	Tepecik köyü civarı				
Dereköy <sup>1</sup>		Yörecik mahallesi civarı					
Dağlı <sup>1</sup>	Dağlı köyü civarı						
Gürpelit <sup>1</sup>	Gürpelit köyü civarı						
Aşıklı <sup>1</sup>	Aşıklı köyü civarı						

<sup>1</sup> Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları, <sup>2</sup> Sarı vd. (2022).

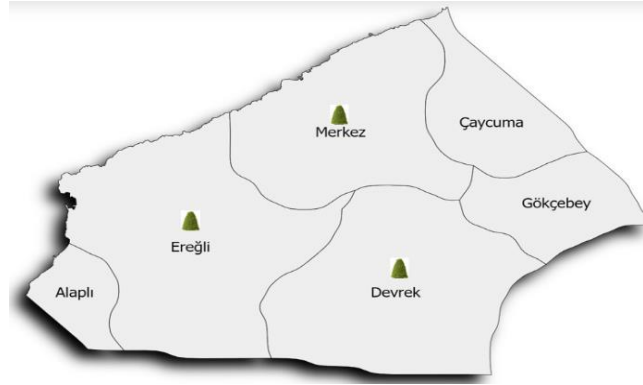
## Çizelge 9. Devamı.

Table 9. Continue.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi	Koordinat
		Yanarca <sup>1,2</sup>		
		Damla <sup>1,2</sup>		
	Pınarbaşı <sup>1,2</sup>	Salıfköy <sup>1,2</sup>		
		Dereyol <sup>1,2</sup>		
		Karafasil <sup>1,2</sup>		
Toplam	4	44		

**Zonguldak**

Zonguldak ilinin Merkez, Ereğli ve Devrek ilçelerine bağlı 9 köy içerisinde 19 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Ancak bu lokasyonlar da yapılan çalışmalarda canlı şimşirlere rastlanmamıştır (Çizelge 10; Şekil 11).



Şekil 11. Zonguldak ili şimşir yayılış alanları.

Figure 11. Boxwood distribution areas in Zonguldak province.

## Çizelge 10. Zonguldak ili şimşir lokasyonları.

Table 10. Boxwood locations in Zonguldak province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi
Zonguldak	Ereğli <sup>1</sup>	Armutlucuma <sup>1</sup>	45 No'lu Bölme
			46 No'lu Bölme
		Aydın Köyü <sup>1</sup>	47 No'lu Bölme
			48 No'lu Bölme
		Düzpelit <sup>1</sup>	72 No'lu Bölme
			73 No'lu Bölme
			74 No'lu Bölme
			80 No'lu Bölme
			81 No'lu Bölme
			82 No'lu Bölme
		İskenderli <sup>1</sup>	83 No'lu Bölme
			87 No'lu Bölme
		Ortaköy-Armutlucuma <sup>1</sup>	88 No'lu Bölme
			89 No'lu Bölme
Yazıören <sup>1</sup>	90 No'lu Bölme		
İskenderli-Kayalıdere <sup>1</sup>	119 No'lu Bölme		
	120 No'lu Bölme		
Devrek <sup>1</sup>	Alparslan Köyü <sup>1</sup>	39-40 Nolu Bölme	
Merkez <sup>1</sup>	Sofular Köyü <sup>1</sup>	Taşocağı mevkii	
Toplam	3	9	

<sup>1</sup> Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları.

**Bartın**

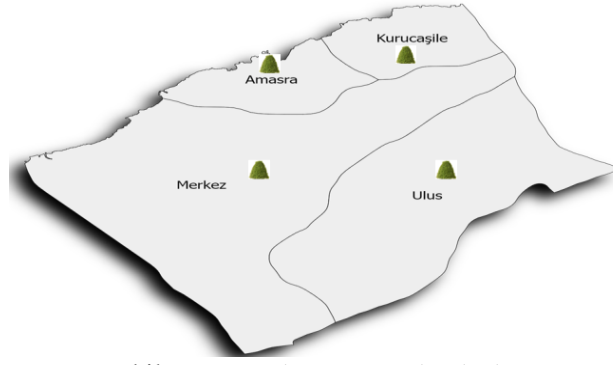
Bartın ilinin Merkez, Amasra, Ulus ve Kurucaşile ilçelerine bağlı 24 köy içerisinde 24 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Bartın ilindeki lokasyonlarda yapılan arazi çalışmalarında şimşir lokasyonlarında canlı şimşire rastlanmamıştır. Bartın ilinde şimşir lokasyonları oldukça geniş bir alana yayılmış olmakla birlikte özellikle Amasra'da şimşirlere deniz kenarında da rastlanmıştır. Nitekim Tavşan adası üzerinde de şimşirler tespit edilmiştir. Türkiye geneli şimşir lokasyonlarında yapılan çalışmalarda sadece Amasra'da bu seviyede şimşir lokasyonuna rastlanmıştır. Ulus ilçesi Kalecik köyünde 390 m de Şimşirli cami ve etrafında bulunan mezarlıkta 10-15 m boyunda şimşirlere rastlanmıştır. Bu cami ve çevresindeki şimşirlere dönemin önemli alimlerinden Şimşirli Baba'dan dolayı kutsallık atfedildiği için şimşirler zarar görmemiştir. Ancak bu şimşirlerde kurumalardan nasibini almış ve çok az bir kısmı yeşil kalabilmiştir. Bu bölgede cami çevresinde bulunan mezarlık dışında şimşirler, dere yatağının sağ ve solunda yol boyunca devam etmektedir (Çizelge 11; Şekil 12).

**Çizelge 11.** Bartın ili şimşir lokasyonları.

Table 11. Boxwood locations in Bartın province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi
Bartın	Amasra <sup>1,2</sup>	Çanakçılar <sup>1,2</sup>	140-126
		İnciğez <sup>1,2</sup>	121-124-125
		Topallar <sup>1,2</sup>	72
		Aliobası <sup>1,2</sup>	26
		Yukarısal <sup>1,2</sup>	141-74-75-76-77
		Çakrazboz <sup>1,2</sup>	37-67
		Karakaçak <sup>1,2</sup>	65-66-119-122-123
		Makaracı <sup>1,2</sup>	115-118-120
	Kurucaşile <sup>1,2</sup>	Başköy <sup>1,2</sup>	102-103-118
		İlyasgeçidi <sup>1,2</sup>	29-30
		Kapısuyu <sup>1,2</sup>	12
	Merkez <sup>1,2</sup>	Kayacılar <sup>1,2</sup>	KDMP
		Arit/Şahin <sup>1,2</sup>	Keçikuzu 49 nolu bölme
		Karşıyaka <sup>1,2</sup>	
		Çerde <sup>1,2</sup>	KDMP
	Ulus <sup>1,2</sup>	Karahasan <sup>1,2</sup>	KDMP
		Kızıllar <sup>1,2</sup>	Yemişençayı
			Fındıcak
		Kumluca <sup>1,2</sup>	Isırganlık
		Uluköy <sup>1,2</sup>	Arıkayası
		Kalecik <sup>1,2</sup>	Şimşirlicami
		Buğurlar <sup>1,2</sup>	Ulupınar
		Dorcaşahince <sup>1,2</sup>	Demirören
		Karakışla <sup>1,2</sup>	Boğadağı
Kayabaşı <sup>1,2</sup>		Balderesi	
Toplam		4	24

<sup>1</sup> Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları, <sup>2</sup> Sarı vd. (2022).



Şekil 12. Bartın ili şimşir yayılış alanları.

Figure 12. Boxwood distribution areas in Bartın province.

**Karabük**

Karabük ilinin Yenice ilçesine bağlı 3 köyde 20 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Bu alanlarda yapılan çalışmada canlı şimşirlere rastlanmamıştır (Çizelge 12; Şekil 13).

**Çizelge 12.** Karabük ili şimşir lokasyonları.

Table 12. Boxwood locations in Karabuk province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi
Karabük	Yenice <sup>1</sup>	Yazı Köyü <sup>1</sup>	Şeker Mahallesi Mvk.
			İncebacakoğlu Mvk.
			İncevez Mvk.
			Uçantepe Mvk.
			Değirmendere Mvk.
			Aslanbaşı Tepesi Mvk.
			Bitraklıyazı Tepesi Mvk.
			Darıyazısı Mvk.
			Şeytanderesi Mvk.
			Sakallımezar Sırtı Mvk.
		Tır Köyü <sup>1</sup>	İrsaksivrisi Tepesi Mvk.
			Aktaşlıderesi Mvk.
			Deliçobankışla Tepesi Mvk.
			Kötünlükaya Deresi Mvk.
			Kuzdağ Köyü Mvk.
			Çakıroğlu Mvk.
			Taşpınar Tepesi Mvk.
			Balıkıkaya Mahallesi Mvk.
			Yapazderesi Mvk.
			Aşağıkavaklı Mvk.
Toplam	1	3	

<sup>1</sup> Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları.



Şekil 13. Karabük ili şimşir yayılış alanları.

Figure 13. Boxwood distribution areas in Karabük province.

**Bolu**

Bolu ilinin Göynük ilçesine bağlı 3 köyde şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Şimşirler Karagöl yaylasından inerken ırmak kenarlarının sağ ve solunda yayılış göstermektedir. Şimşirler 4-5 m boylarında ve özellikle koyu yaprak rengine sahiptirler. Değirmenözü'nden yukarıya doğru ise şimşir ormanının geniş bir alanı kapladığı ve bu alandaki şimşirlerin ise 5-6 m boyunda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13; Şekil 14).



Şekil 14. Bolu ili şimşir yayılış alanları.

Figure 14. Boxwood distribution areas in Bolu province.

**Çizelge 13. Bolu ili şimşir lokasyonları.**

Table 13. Boxwood locations in Bolu province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Koordinat
Bolu	Göynük <sup>1,2</sup>	Hisarözü <sup>1,2</sup>	40°28'19.25" K 30°47'04.20" D
		Değirmenözü <sup>1,2</sup>	
		Hacımahmut <sup>1,2</sup>	
Toplam	1	3	

<sup>1</sup> Bolu Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları, <sup>2</sup> Sarı vd. (2022).

**Düzce**

Düzce ilinin Merkez ilçesinde Samandere Vadisi<sup>1,2</sup>, Şimşirlik Mevkii<sup>1,2'</sup>nde çalışma yürütülmüş ancak bu bölgede kurumaların hat safhaya ulaştığı tespit edilmiştir. Bu alanda az sayıda yeşil şimşir (*B. sempervirens*) tespit edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Düzce ili şimşir yayılış alanları.

Figure 15. Boxwood distribution areas in Düzce province.

### Marmara Bölgesi Şimşir Lokasyonları

Yapılan çalışmalarda Marmara Bölgesinde 5 il, 7 ilçe ve 12 ana lokasyonda şimşir bulunduğu belirlenmiştir.

### Sakarya



Şekil 16. Sakarya ili şimşir yayılış alanları.

Figure 16. Boxwood distribution areas in Sakarya province.

Sakarya ilinin Taraklı ilçesine bağlı 4 köyde 8 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Lokasyonda yapılan çalışmalarda Karagöl Yaylasına giden yol üzerinde oldukça sağlıklı şimşir ormanına, yayla içerisinde ise kümeler halinde şimşir topluluklarına rastlanmıştır. Bu alan Türkiye'nin Kuzeyinde bulunan ve Bolu ili Göynük ilçesindeki lokasyonlar ile birlikte sağlıklı kalabilen en büyük alanı oluşturmaktadır (Çizelge 14; Şekil 16).

### Çizelge 14. Sakarya ili şimşir lokasyonları.

Table 14. Boxwood locations in Sakarya province.

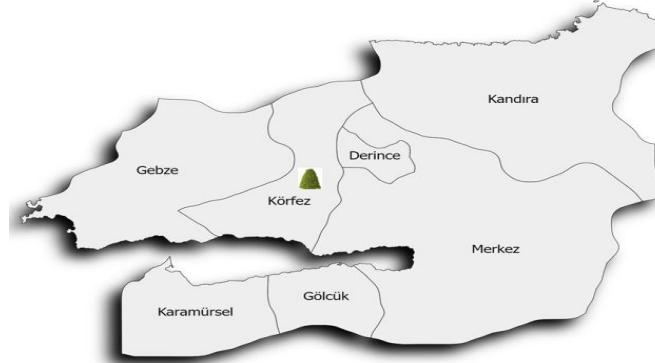
İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi
Sakarya	Taraklı <sup>1,2</sup>	Kemaller <sup>1,2</sup>	Karagöl
			22 nolu bölme
			26 nolu bölme
		İç dedeler <sup>1,2</sup>	Karagöl
			58 nolu bölme
			6 nolu bölme
		Mahdumlar <sup>1,2</sup>	Karagöl
			7 nolu bölme
Alballar <sup>1,2</sup>	Karagöl		
	27 nolu bölme		
			30 nolu bölme
			61 nolu bölme
Toplam	1	4	

<sup>1</sup> Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları, <sup>2</sup> Sarı vd. (2022).

**Kocaeli**

Körfez<sup>1</sup> ilçesine bağlı Alihocalar<sup>1</sup> ve Dikenli köyü<sup>1</sup>, Gebze<sup>1</sup> ilçesine bağlı Tepemanayır Mahallelerinde<sup>1</sup> şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonlarının varlığına ilişkin bilgiler bulunmakla birlikte, bu alanlarda yürütülen tespit çalışmalarında hem kuru hem de canlı şimşirlere rastlanmamıştır (Şekil 17).

<sup>1</sup> Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları



**Şekil 17.** Kocaeli ili şimşir yayılış alanları.

Figure 17. Boxwood distribution areas in Kocaeli province.

**İstanbul**

**Şekil 18.** İstanbul ili şimşir yayılış alanları.

Figure 18. Boxwood distribution areas in Istanbul province.

İstanbul ilinde Şile ve Sarıyer ilçelerine bağlı 3 köydeki 8 lokasyonda şimşir (*B. sempervirens*) bulunmaktadır. Bu ilçelerde yapılan çalışmalarda sadece Şile ilçesinde Hacılı ve Göksu lokasyonlarında kuru şimşirlere rastlanmıştır (Çizelge 15; Şekil 18).

**Çizelge 15.** İstanbul ili şimşir lokasyonları.

Table 15. Boxwood locations in Istanbul province.

İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle ismi	Lokasyon ismi
İstanbul	Şile <sup>1</sup>	Ağva <sup>1</sup>	Göksu
			Karabeyli
			Geredeli
			Hacılı
			Çataklı
			Kalemköy
		Mercanköşk <sup>1</sup>	
	Sarıyer <sup>1</sup>	Bahçeköy <sup>1</sup>	
Toplam	2	3	

<sup>1</sup> İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü kayıtları.

**Bilecik**

Bilecik ilinin Merkez ilçesine bağlı Abadiye<sup>1,2</sup> köyünde 40°10'12.61"K, 29°44'14.40" D koordinatlarında (417 nolu bölme) dere içerisinde şimşirler (*B. sempervirens*) lokal yayılış göstermektedir. Bu bölgede 2019 yılında yapılan çalışmada şimşirlerin kuruduğu ve kurumaların daha yeni olduğu tespit edilmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. Bilecik ili şimşir yayılış alanları.

Figure 19. Boxwood distribution areas in Bilecik province.

<sup>1</sup> Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları, <sup>2</sup> Sarı vd. (2022)

**Bursa**

Bursa ilinin Mustafa Kemal Paşa<sup>1,2</sup> ilçesine bağlı Çivilicam<sup>1,2</sup> köyünde şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunmaktadır. Lokasyon 1066 m yükseklikte 39°54'09.34" K, 28°42'59.53" D koordinatlarındadır. Bu lokasyon Marmara Bölgesinin en güneyindeki tespit edilebilen tek sağlıklı lokasyondur. Bu alandaki şimşirlerin boyu 1-2 m'dir (Şekil 20).

<sup>1</sup> Bursa Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları

<sup>2</sup> Sarı vd. (2022)



Şekil 20. Bursa ili şimşir yayılış alanları.

Figure 20. Bursa province boxwood distribution areas.

**Akdeniz Bölgesi Şimşir Lokasyonları**

Yapılan çalışmalarda Akdeniz Bölgesinde 5 il, 7 ilçe ve 10 ana lokasyonda şimşir bulunduğu belirlenmiştir.


**Adana**

Adana ilinin Feke ilçesinde *B. balearica* yayılış göstermektedir. Feke ilçesinde köprüden sola dönüp dere boyunca hareket edilip Belen köyü geçildikten sonra lokasyona ulaşılmaktadır. Lokasyon dar bir kanyonu andıran her iki tarafını da sarp kayalıkların oluşturduğu bir vadide yer almaktadır. Lokasyonun



ortasından yol geçmekte, aşağısında ise dere mevcuttur. Lokasyon 37°52'32.65" K, 35°50'48.50" D koordinatlarında 900 m rakımda bulunmaktadır (Aytuğ, 1984; Sarı vd., 2022) (Şekil 21).



Şekil 21. Adana ili şimşir yayılış alanları (*B. balearica*:  ).  
Figure 21. Boxwood distribution areas in Adana province.

### Kahramanmaraş

Kahramanmaraş ilinin Andırın ilçesinde 2 şimşir (*B. sempervirens*) lokasyonu bulunmaktadır. Kahramanmaraş Andırın ilçesinde 2019 yılında yapılan çalışmada merkezden 3-4 km patika yoldan dağ tırmanışı yapıp daha sonra orman içerisinden ulaşılabilen ve dağın düz olan kısmına ulaşıldığında sağlı - sollu tepeye doğru sık bir şimşir lokasyonu olduğu belirlenmiştir. Lokasyon 37°33'46.71" K, 36°22'56.83" D koordinatlarında 1325 m rakımda bulunmaktadır (Aytuğ, 1984; Sarı vd., 2022). Bir diğer lokasyon olarak Tırl dağı ve Sarımsak dağı mevki belirlenmiştir ancak şartlarının olumsuzluğu nedeniyle bu bölgelere ulaşılammıştır (Çizelge 16; Şekil 22).



Şekil 22. Kahramanmaraş ili şimşir yayılış alanları.  
Figure 22. Boxwood distribution areas in Kahramanmaraş province.

### Çizelge 16. Kahramanmaraş ili şimşir lokasyonları.

Table 16. Boxwood locations in Kahramanmaraş province.

İl	İlçe	Lokasyon ismi	Koordinat
Kahramanmaraş	Andırın <sup>1,2</sup>	Dağlık alan <sup>1,2</sup>	37°33'46.71" K 36°22'56.83" D
		Tırl dağı	
		Sarımsak dağı <sup>1</sup>	
Toplam	1	3	

<sup>1</sup>Aytuğ, (1984), <sup>2</sup>Sarı vd. (2022).

**Osmaniye**

Düziçi ilçesinde bulunan Düldül Dağında 37°21'24.08" K, 36°28'14.05" D koordinatlarında 1000-2100 m arasında dağın zirvesine kadar büyük bir şimşir (*B. sempervirens*) ormanı bulunmaktadır. Şimşirler genellikle 1-3 m boyunda olduğu belirlenmiştir. Türkiye' deki şimşir lokasyonlarının en yüksek lokasyonu bu bölgede tespit edilmiştir. Bu lokasyonda şimşirler 1000 m den başlayıp 2100 m'ye kadar kesintisiz olarak devam etmektedirler. Yükselti artıkça şimşirlerin boylarının küçüldüğü tespit edilmiştir(Çizelge 17; Şekil 23).



Şekil 23. Osmaniye ili şimşir yayılış alanları.

Figure 23. Boxwood distribution areas in Osmaniye province.

**Çizelge 17.** Osmaniye ili şimşir lokasyonları.

Table 17. Boxwood locations in Osmaniye province.

İl	İlçe	Lokasyon ismi	Koordinat
Osmaniye	Düziçi <sup>1,2,3</sup>	Çitli <sup>1,2,3</sup> Kuşçu <sup>1,2,3</sup>	Düldül dağı mevki 37°21'24.08" K, 36°28'14.05" D
Toplam	1	2	

<sup>1</sup> Adana Orman Bölge Müdürlüğü Kayıtları, <sup>2</sup> Aytuğ, (1984), <sup>3</sup> Sarı vd. (2022).

**Hatay**


Şekil 24. Hatay ili şimşir yayılış alanları (*B. balearica*: ).

Figure 24. Boxwood distribution areas in Hatay province.

Hatay ili hem *B. sempervirens*, hem de *B. balearica* türünün yayılış gösterdiği Türkiye'deki tek ildir. İlde *B. sempervirens* türü Samandağ ve Dört Yol ilçeleri içerisinde 2 lokasyonda yayılış göstermektedir. *B. balearica* ise sadece Merkez ilçede tek lokasyonda (Habib-i Neccar Dağı) bulunur. İlde *B. sempervirens* Samandağ ilçesinde Büyükoba ve Çamlıyayla köylerini içine alan ve orman yolundan ulaşılabilen Eğri Kaya

tepesinde yayılış göstermektedir. Bu lokasyona 2019 yılında gidilmiştir. Lokasyon Türkiye'deki en sağlıklı lokasyonlardan biri olduğu, oldukça geniş bir alana yayıldığı ve sık bir şimşir ormanı olduğu görülmüştür. Öyle ki şimşir ormanının içine girmek ve ilerlemek oldukça güçtür. Ne yazık ki 2021 yılında son yapılan tespitlerde bu lokasyonda da kuruma olduğu görülmüştür. Bir diğer *B.sempervirens* lokasyonu ise Erzin - Dörtyol arasında bulunan Kozludere boyunca dere yatağından dağ zirvesine doğru uzanan şimşir alanıdır (Çizelge 18; Şekil 24). Bu alanda çalışma 2021 yılında yapılmıştır. Bu ormanda Ak vd. (2021) tarafından şimşir güvesine rastlanmış ve ormanın sağlıksız olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 18.** Hatay ili şimşir lokasyonları.

Table 18. Boxwood locations in Hatay province.


İl	İlçe	Köy/Belde/Mahalle/Lokasyon ismi	Koordinat
Hatay	Samandağ <sup>1,2</sup>	Büyükoba köyü <sup>1,2</sup> ( <i>B. sempervirens</i> )	36°11'15.98" K 35°55'55.18" D
	Dörtyol <sup>1,2</sup>	Kozludere lokasyonu <sup>1,2</sup> ( <i>B. sempervirens</i> )	36°19'0.336" K 36°55'2.3556"D
	Merkez <sup>1,2</sup>	Habib-i Neccar Dağı <sup>1,2</sup> ( <i>B. balearica</i> )	36°12'34.00" K 36°10'58.14" D
Toplam	3	3	

<sup>1</sup> Aytuğ, (1984), <sup>2</sup> Sarı vd. (2022).

## Antalya

Antalya ilinin Kumluca ilçesinde *B. balearica* türünün tek lokasyonu bulunmaktadır. Lokasyon Adrasan kalesinin hemen üzerinde 36°19'02.61" K, 30°28'01.11" D koordinatlarında ve 600-800 m rakımda bulunmaktadır (Aytuğ, 1984; Sarı vd., 2022). Bu lokasyonda 2021 yılında yapılan çalışmada Adrasan kalesinden kayalık zirveye doğru tırmanırken az sayıda şimşire rastlanmıştır (Şekil 25).



**Şekil 25.** Antalya ili şimşir yayılış alanları (*B. balearica*:  ).  
Figure 25. Boxwood distribution areas in Antalya province.

## Diğer Çalışmalar

Yukarıdaki alanlar dışında Antalya ilinde Darım dağı, Kadın dağı, Elmalı dağları, Bademli ve Akseki de Tahtalı dağı, Olimpos ve Beydağlarında çalışma yürütülmüştür. Diğer bir il ise Muğla'dır ve Muğla'dan Denizli'ye uzanan hat üzerinde çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada Köyceğiz'e bağlı Sandras dağı, Ağla yayla, Dalyan Çayı boyunca, Muğla-Marmaris yolu 42. km Çetibeli bölgesi, Sultaniye köyü ve Çamlıköyde çalışma yürütülmüştür. Yine Muğla Okçular Köyü ve Dalaman ile Denizli sınırını oluşturan Çal, Şimşir, Dumlu ve Aygır dağlarında çalışma yürütülmüştür. Ancak bu lokasyonlarda şimşire rastlanmamıştır. Bu illerde şimşirin akça ağaç ile sıklıkla karıştırıldığı tespit edilmiştir. Bir diğer arazi çalışması ise Gaziantep ilinin Nurdağı ve Bahçe ilçelerinde yapılmış, ancak bu çalışmalarda da şimşir lokasyonuna rastlanmamıştır.

Davis (1982), *B. sempervirens*' in Kocaeli, Bolu, Zonguldak, Kastamonu, Trabzon, Rize, Artvin, Denizli ve Kahramanmaraş'ta yayıldığını ve *B. balearica* Lam. ise Antalya, Adana ve Hatay illerinde yayılış gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca Aytuğ (1984) tarafından bildirilen yerler, Denizli ili dışında Davis (1982) tarafından bildirilen yerler ile aynıdır. Ayrıca Korkmaz ve Engin (2001), Sinop ili Durağan ilçesinde

Kepez vadisinin batısında 300 m yükseklikte bir şimşir lokasyonu olduğunu bildirmiştir. Ateş vd. (2010)'nin yaptıkları çalışmalara göre Çayeli, İkizdere, Güneysu, Ardeşen, Çamlıhemşin, Fındıklı ve Hemşin ilçelerinde 674.5 ha şimşir alanı bulunmaktadır. Yine Tarbzon'da Ateş vd. (2010) Merkez, Maçka, Araklı, Arsin, Yomra, Sürmene, Of, Hayrat, Köprübaşı ve Şalpazarı ilçelerinde şimşir lokasyonları bulunduğunu ve bu şimşir alanlarının toplamının ise 738 ha olduğunu bildirmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada ise Karadeniz Bölgesinde Giresun, Gümüşhane, Ordu, Samsun illerinde, Marmara Bölgesinde Sakarya, İstanbul, Kocaeli, Bilecik ve Bursa illerinde yeni lokasyonlar tespit edilerek kayda alınmıştır. Bu yapılan tespitler ile Türkiye geneli şimşir lokasyonlarının genel yayılış hattı çıkartılmış ve şimşir varlığının bulunduğu lokasyonlar güncellenerek 24 il, 62 ilçe, 200 ana lokasyon olarak yeniden belirlenmiştir. Buna göre Karadeniz Bölgesinde 14 il, 48 ilçe ve 178 ana lokasyonda, Marmara Bölgesinde 5 il, 7 ilçe ve 12 ana lokasyonda, Akdeniz Bölgesinde ise 5 il, 7 ilçe ve 10 ana lokasyonda şimşir bulunduğu belirlenmiştir. Ancak ne yazık ki, Sarı vd. (2022)'nin son kalan canlı şimşir lokasyonlarının belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmada, şimşir lokasyonlarının yaklaşık %85'inin kuruduğu ve yalnızca %15'inin kaldığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak Ak vd. (2021)'nin yaptığı çalışmada şimşirlerin kurumasına neden olan şimşir güvesi (*C. perspectalis*) Akdeniz Bölgesinde tespit edilmiş ve Akdeniz Bölgesindeki sıcaklığın etkisinden dolayı da şimşir güvesinin yayılışının diğer bölgelere göre daha hızlı olacağı bildirilmiştir. Yine bu çalışma kapsamında birçok canlı şimşir lokasyonundan kurumadan önce bitki örnekleri olarak çoğaltmış ve böylelikle şimşir varlığının önemli bir kısmını muhafaza etmiştir.

## SONUÇ

Türkiye dünyada çok önemli bir şimşir havzasına sahiptir. Bu durum hem ekonomik hem de kültürel olarak coğrafyayı ve insanları oldukça etkilemiştir. Yine Türkiye kuzey, güney ve batısı olmak üzere dünyada ender ve oldukça büyük şimşir ormanlarına sahip olmasına rağmen, son 10-15 yılda bu orman varlığımızın büyük bir kısmının ne yazık ki yok olması ile karşı karşıya kaldık. Bu çalışmada elde edilen bilgi ve arazi çalışmaları sonucu ilk kez ülke genelinde kapsamlı olarak şimşir lokasyonları belirlenmiştir. Ancak bu alanların ölçümü ve haritalanması yapılmamıştır. Bu alanların net olarak haritasının çıkarılması ise kurumalardan dolayı oldukça zorlaşmıştır. Bu çalışmada elde edilen bilgiler bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutabilecektir. Ayrıca elde edilen bu bilgiler doğrultusunda eldeki genetik kaynak çoğaltılarak lokasyonların yeniden ağaçlandırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKISI

Ömer SARI: Metodoloji, araştırma, kavramsallaştırma, doğrulama, orijinal taslağın yazılması. Fisun Gürsel ÇELİKEL: Metodoloji, inceleme ve düzenleme. Halil YAŞAR: Akdeniz Bölgesinde araştırma ve bitki toplama.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Project No: TAGEM/BBAD/Ü/19/A1/P2/1071).

Bu çalışmada Orman Bölge Müdürlükleri veri toplamaya, taşra teşkilatları ise arazi çalışmalarına katkı vermiştir.

## KAYNAKLAR

- Ak, K., Sarı, Ö., Altaş, K., & Yaşar, H. (2021). A new pest in the boxwood fields of Hatay province, *Cydalima perspectalis* (Walker 1859) (Lepidoptera: Crambidae). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1), 109-116. doi: 10.17474/artvinofd.893012.
- Avcı, M., & Özhatay, N. (2005). *Doğu Karadeniz Dağları, Türkiye'nin 122 önemli bitki alanı*. WWF Türkiye, İstanbul, 123-128.
- Ateş, K., İpek, A., & Yıldız, Ş. (2010). *Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki şimşir potansiyeli ve kullanımı*. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi Cilt: III, 1134-1143.
- Aytuğ, B. (1984). *Native stands of boxwood in modern Turkey*. The Boxwood Bulletin vol 23, no.4. Boxwood Workshop To Be Held in Charlottesville, Virginia.

- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de bitkiler ile tedavi*. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 393-394.
- Batdorf, L. R. (2004). *Boxwood; an illustrated encyclopedia*. The American Boxwood Society, Boyce VA. 343 pp.
- Davis, (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Volume Seven, Edinburgh at the University Press, 22 George Square, Edinburgh, ISBN:0852243960, pp. 630-632.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., & Adıgüzel, N. (2000). *Red data book of turkish plants (Türkiye bitkileri kırmızı kitabı)*. Ankara, Türkiye: Tabiatı Koruma Derneği & Yüzüncü Yıl Üniversitesi No: 18.
- Gottwald, H. (1958) *Commercial timbers*. Ferdinand Holzmann Verlag, Hamburg.
- Hall, C. R., Hong, C., Gouker, F. E., & Daughtrey, M. (2021). Analyzing the structural shifts in US boxwood production due to boxwood blight. *Journal of Environmental Horticulture*, 39(3), 91-99.
- Korkmaz, H., & Engin, A. (2001). The flora of the Boyabat (Sinop) dam and its environs. *Turkish Journal of Botany*, 25(6), 397-435.
- Köhler, E. (2014). Buxaceae. En: Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.). *Flora de la República de Cuba. Serie A. Plantas vasculares*. Fascículo 19(1). Koeltz Scientific Books. Königstein, Alemania. 124 pp.
- Köhler, E., & Brückner, P. (1982). Die pollenmorphologie der afrikanischen Buxus-und Notobuxus-arten (Buxaceae) und ihre systematische bedeutung. *Grana*, 21(2), 71-82.
- Larson, P. D. (1996). *Boxwood: Its history, cultivation, propagation and descriptions*. Boyce, VA: Foliar Press VI.
- Larson, P. D. (1999). *Boxwood: its history, cultivation, propagation and descriptions*. Foliar Press, Virginia.
- Niemiera, A. X. (2018). Selecting landscape plants: Boxwoods. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/84266/HORT-290.pdf> [Erişim tarihi: 17 Haziran 2023].
- Özhatay, N., Byfield, A., & Atay, S. (2005). *Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı*. WWF Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı Yayını, İstanbul.
- Record, S. J., & Garratt, G. A. (1925). Boxwoods. *Yale Universty School Forestry Bulletin*, 14: 1-81.
- Sarı, Ö., & Çelikel, F. G. (2019, Ekim 9-11). *Turkey's Boxwoods (Buxus sempervirens and Buxus balearica) and current threats* [Sözlü bildiri]. I. International Ornamental Plants Congress-VII. Süs Bitkileri Kongresi, Bursa, Türkiye.
- Sarı, Ö., Çelikel, F. G., & Yaşar, H. (2022). Current status and the last locations of Turkey's native buxus species (*Buxus sempervirens* L. and *Buxus balearica* Lam.) under threats. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*. 8(2), 179-196.
- USDA.NASS. (2019). Census of horticultural specialties. [https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2017/Online\\_Resources/Census\\_of\\_Horticulture\\_Specialties/HORTIC.pdf](https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2017/Online_Resources/Census_of_Horticulture_Specialties/HORTIC.pdf) [Erişim tarihi: 18 Haziran 2023].
- Theplantlist, (2023). <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Buxaceae/Buxus/> [Erişim tarihi: 20 Ocak 2023].
- Türkyılmaz, E. (2004). *Şimşir (Buxus sempervirens L.) odununun bazı morfolojik ve fiziksel özellikleri*. V. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi, Bildiriler Kitabı, 2. Cilt-Orman Endüstri Mühendisliği, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.
- Van Trier, H., Hermans, D., Theunynck, A., & Dumon, M. (2005). *Buxus*. Stichting kunstboek.



## Effects of Different Growing Media and Humic Acid Doses on Plant Growth and Quality in Radish

Farklı Yetiştirme Ortamları ve Hümik Asit Dozlarının Turpda Bitki Gelişimi ve Kalite Üzerine Etkileri

Yağmur Özge Öztürk<sup>1</sup> , Beyhan Kibar<sup>2</sup> 

Received: 18.09.2023

Accepted: 10.11.2023

Published: 20.12.2023

**Abstract:** This research was conducted to determine the effects of different growing media and humic acid doses on plant growth parameters and quality properties in cherry-red radish. In the study, 4 different growing media [Soil, Peat:Perlite (1:1), Peat:Perlite (2:1) and Peat:Perlite (3:1)] consisting of soil and mixtures of peat and perlite at different ratios were used. In addition to, 0 (control), 500, 1000 and 2000 ppm doses of humic acid in liquid form named TKİ Hümas were investigated. Rolex F1 cherry-red radish variety (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) was used in the study. According to the findings obtained from the research, it was detected that Peat:Perlite (2:1) medium came to the forefront in terms of plant growth parameters and quality properties among the growing media. It was found that humic acid applications (500, 1000 and 2000 ppm) significantly increased tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length compared to the control (0 ppm). Among the humic acid doses, the highest tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length were obtained from 1000 ppm dose. In general, it was determined that soilless growing media and humic acid had positive effects on plant growth and quality. When the growing media and humic acid doses are evaluated among themselves, it was concluded that especially Peat:Perlite (2:1) medium and 1000 ppm dose were more effective on plant growth and quality and could be used successfully in soilless cherry-red radish cultivation in terms of agricultural sustainability and productivity.

**Keywords:** Cherry-red radish, humic substances, growing medium, growth, quality

&amp;

**Öz:** Bu araştırma, fındık turpunda farklı yetiştirme ortamları ve hümik asit dozlarının bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada toprak ile torf ve perlit ortamlarının farklı oranlardaki karışımlarından oluşan 4 farklı yetiştirme ortamı [Toprak, Torf:Perlit (1:1), Torf:Perlit (2:1) ve Torf:Perlit (3:1)] kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca TKİ Hümas isimli sıvı formda hümik asidin 0 (kontrol), 500, 1000 ve 2000 ppm dozları ele alınmıştır. Çalışmada Rolex F1 fındık turpu çeşidi (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre yetiştirme ortamları arasında bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri yönünden Torf:Perlit (2:1) ortamının öne çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmada hümik asit uygulamalarının (500, 1000 ve 2000 ppm) yumru yaş ağırlığı, yumru çapı ve yumru yüksekliğini kontrole (0 ppm) göre önemli oranda artırdığı saptanmıştır. Hümik asit dozları arasında en yüksek yumru yaş ağırlığı, yumru çapı ve yumru yüksekliği 1000 ppm dozundan elde edilmiştir. Genel olarak topraksız yetiştirme ortamları ve hümik asidin bitki gelişimi ve kalite üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme ortamları ve hümik asit dozları kendi aralarında değerlendirildiğinde, özellikle Torf:Perlit (2:1) yetiştirme ortamının ve 1000 ppm dozunun bitki gelişimi ve kalite üzerinde daha etkili olduğu ve topraksız fındık turpu yetiştiriciliğinde tarımsal sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık turpu, hümik maddeler, yetiştirme ortamı, büyüme, kalite

**Cite as:** Öztürk, Y. Ö. & Kibar, B. (2023). Effects of different growing media and humic acid doses on plant growth and quality in radish. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 9(3), 334-348. doi: 10.24180/ijaws.1362272

**Plagiarism/Ethic:** This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Yağmur Özge Öztürk, Variety Registration And Seed Certification Center, [yağmurozge06@gmail.com](mailto:yağmurozge06@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Beyhan Kibar, Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, [beyhan.kibar@ibu.edu.tr](mailto:beyhan.kibar@ibu.edu.tr) (Corresponding author)

## INTRODUCTION

Radish (*Raphanus sativus* L.), which is widely grown and consumed all over the world, is a cool climate vegetable belonging to the Brassicaceae (Cruciferae) family. It is a popular salad vegetable grown in tropical, subtropical, and temperate regions. The consumed root part of radish can be of various sizes and colors. Radish genotypes with small and red roots are called as cherry-red radish (Vural et al., 2000). Radish is generally consumed raw in garnishes and salads, but in some countries, it is also consumed cooked, pickled, or dried. Radish, which has an important place in human nutrition, is rich in A, B and C vitamins, minerals such as calcium, phosphorus, potassium and iron, and antioxidant substances (Akan et al., 2013). Radish is also of great importance in terms of human health (Chung et al., 2012). It is reported that radish can be evaluated as a functional food due to the compounds it contains and its contribution to human health (Akan et al., 2013). Soil properties have a great effect on the formation of quality roots in radish. Generally, radish grows better in deep, organic matter-rich, permeable, light-textured, loamy and sandy-loam soils. In heavy soils, deformations and cracks occur in the roots of radish (Solmaz and Sarı, 2013).

Radish is grown widely and year-round in Turkey. Radish cultivation in our country is especially concentrated in the Mediterranean, Aegean and Central Anatolia Region (Solmaz et al., 2017). In Turkey, radish was grown in an area of 57.228 da with a production of 188.662 tons in 2022 (TÜİK, 2023).

It is reported that 75.6% of Türkiye's agricultural lands are insufficient in terms of organic matter (Eyüpoğlu, 1998). In addition, because of intensive and unconscious chemical fertilization, the amount of organic matter in the soil and thus the humus ratio decreases rapidly. Therefore, the use of organic matter in agriculture is becoming increasingly important.

One of the fastest, economical and effortless solutions to the organic matter problem in plant production is the application of humic substances to the soil or plant. Humic substances are naturally occurring, chemically stable, high molecular weight, in colors ranging from yellow to black, resistant to degradation, heterogeneous and complex organic molecules (Mac Carthy, 2001). Humic substances play a significant role in agriculture and have important effects on plant growth and development (Nardi et al., 2002). Humic substances are divided into three groups as humic acid, fulvic acid and humin according to their solubility properties (Sparks, 2003).

Humic acids are black or dark brown substances formed by partially or completely decomposed plant or animal residues (Bandiera et al., 2009; Fan et al., 2015). Humic acids can be found in varying concentrations in natural resources such as peat, leonardite, hard coal, animal manure, compost, sewage sludge and lignite (Akıncı, 2011). In today's agriculture, humic acids play an increasingly active role. It improves the soil structure physically, chemically and biologically, provides aeration of the soil, increases the permeability, fertility and water holding capacity of the soil, reduces the evaporation of water in the soil, regulates the soil pH, increases the microorganism activities in the soil, increases the amount of organic matter in the soil, facilitates the uptake of plant nutrients in the soil by plants and increases the availability of nutrients (Türkmen et al., 2004; Tüfenkçi et al., 2006; Gürsoy et al., 2016). In addition, humic acid is known to increase resistance to many diseases, pests and stress conditions (Demirtaş et al., 2014). It can be an important supportive for plants in the struggle stress factors that reduce crop productivity such as drought and salinity, and in reducing the toxic effects of heavy metals (Masciandaro et al., 2002; Nardi et al., 2002; Akıncı, 2011). Humic acid increases seed germination, plant growth, flowering, yield and quality. Humic acid helps to protect the environment as well as contributing to the economy by increasing the effectiveness of chemical fertilizers and preventing excessive use of fertilizers (Gezgin et al., 2012). It can be used safely in organic agriculture because it does not contain chemicals and is obtained from natural sources. Thus, with the use of humic acid, both plant growth is supported, and human health is protected. Commercially produced humic acids are in powder or liquid form and can be applied to the seed, soil or plant. It is applied to plants by spraying and to the soil as a solution (Obsuwan et al., 2011).

In the studies carried out in different vegetable species, it has been determined that humic acid has significant effects on plant growth, yield and quality (Kazemi, 2014; Uğur et al., 2014; Yılmaz, 2014; Köse,

2015; Mirdad, 2016; Uğur et al., 2016a; Baş Odabaş, 2019; Özdemir, 2019). However, there is a need for adequate studies on how much the most appropriate dose should be for different types of vegetables.

Humic acids are also widely used in greenhouses in plant production. Excessive use of chemical fertilizers in greenhouses has led to salinity, desertification, soil fatigue and reductions in soil organic matter content. In addition, due to the continuous cultivation of the same species in greenhouses, there is an increase in disease factors and nematodes in the soil. As a result of this, soilless farming techniques have been developed to eliminate soil-related problems, to be able to cultivate in places where the soil is not suitable for vegetative production, and to increase the yield and crop quality in the unit area. Soilless agriculture is divided into two groups as water culture (hydroponic) and solid medium culture (substrate, aggregate). The substrates used are classified in three main groups as organic (peat, cocopeat, bark, sawdust, rice husk, hazelnut husk, peanut shell, etc.), inorganic (perlite, vermiculite, rock wool, sand, gravel, volcanic tuff, pumice, slag, zeolite, etc.) and synthetic (polyurethane foam) (Leonardi, 2004; Gül, 2008). These growing media are used alone or mixed with each other in certain proportions. Researchers have determined that the effects of different growing media on different plants are different (Gül et al., 2003; Polat et al., 2017). Peat and perlite are growing media that are abundant in our country (Sevgican, 2003).

The aim of this study was to investigate the effects of different growing media and humic acid doses on plant growth parameters and quality properties in cherry-red radish.

## MATERIAL AND METHOD

The study was carried out in the climate room and laboratory of Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in 2020.

### Material

Rolex F1 cherry-red radish variety (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) was used in the study. Soil and mixtures of peat and perlite in different ratios were used as the growing medium in the research. The soil taken from Bolu Abant İzzet Baysal University Faculty of Agriculture Application Area land was used as soil material in the experiment. Some physical and chemical properties of soil used in the study are given in Table 1. Peat (Emin) and perlite (Hölpower) used in the study were purchased from the market. Humic acid in liquid form named TKİ Hümas, originating from leonardite produced by Turkish Coal Enterprises Institution (TKİ) was used as humic acid material. Humic acid used in the study has 5% total organic matter, 12% total humic + fulvic acid, 3% water soluble potassium oxide and 11-13 pH content. Ammonium sulfate and triple super phosphate commercial fertilizers were also used in the study.

### Method

#### Preparation of the Growing Media and Experimental Design

In the study, 4 different growing media [Soil (Control), Peat:Perlite (1:1), Peat:Perlite (2:1) and Peat:Perlite (3:1)] consisting of soil and mixtures of peat and perlite at different ratios (v/v) were used. To grow plants, plastic pots (60 x 18 x 16 cm) were used. Each pot was filled with 14 liters of growing medium and placed on shelves in the climate room. The experiment was established in completely randomized design with 3 replications. In the study, 48 pots (4 growing media x 4 humic acid doses x 3 replicates) were used.

#### Seed Sowing, Humic Acid Applications, Cultivation of Plants and Harvesting

The experiment was carried out in a climate room with an ambient temperature of 20±1 ° C, a humidity of 50-55%, and a 13-hour light/11-hour dark period. Seed sowing was done on 12.10.2020. Seed sowing was carried at a depth of 1.5-2 cm and in two rows to pots. Irrigation was performed immediately after sowing the seeds. The first emergences were detected 3-6 days after sowing. After 10 days of emergence, thinning was done by leaving approximately 15 plants in each pot.

In the study, 0 (control), 500, 1000 and 2000 ppm doses of humic acid were used. Humic acid solutions prepared at the doses examined in the experiment were applied homogeneously from the soil on the 5th and 15th days after sowing. Ammonium sulfate and triple super phosphate commercial fertilizers were applied with the calculation of 10 kg N da<sup>-1</sup> and 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, respectively. All of phosphorus fertilizer



and half of the nitrogen fertilizer were given with seed sowing, and the other half of the nitrogen fertilizer was applied 2 weeks after sowing.

All necessary cultural practices were performed regularly during cultivation period (Vural et al., 2000). The plants were harvested 45 days after sowing on 27.11.2020. Necessary measurements and analyzes of the harvested plants were made in the laboratory of Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Some photos of the study are demonstrated in Figure 1.

**Table 1.** Some physical and chemical properties of soil used in the study.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Examined properties	Determined Values
Texture	Clay
Sand (%)	18.50
Silt (%)	24.00
Clay (%)	57.50
pH	7.28
Lime (%)	32.50
EC (dS/m)	0.63
Organic matter (%)	1.46
Available potassium (K <sub>2</sub> O, kg/da)	54.90
Available phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/da)	6.30

#### *Measurements and Analyses Made in the Plants*

Measurements of morphological properties were made on 15 plants for each application. All analyses were performed with three replications.

In the study, 24 properties related to plant growth and quality were examined. Plant height (cm), petiole length (cm), leaf blade length (cm), leaf blade width (cm) and root tail length (cm) were determined by measuring with a ruler. Petiole thickness (mm), tuber diameter (mm) and tuber length (mm) were measured with a digital caliper. Leaf fresh weight (g) and tuber fresh weight (g) were determined by weighing with a precision balance. Leaf dry weight (g) and tuber dry weight (g) were detected by weighing with a precision balance the samples after drying in an oven at 65 °C until they reach a constant weight. The number of leaves (number plant<sup>-1</sup>) was determined by counting the leaves on the plant. The dry matter contents in tuber and leaf (%) were detected by using the procedures of AOAC (1990). The chlorophyll content of the leaves (spad) was determined with a chlorophyll meter (Apogee Chlorophyll Concentration Meter, MC-100). The color properties of tubers (L\*, a\*, b\*, Chroma and Hue angle) were detected using a colorimeter (3NH NR60CP). The pH values of the tuber samples were measured using a digital pH meter (Thermo Scientific, Orion Star A111). Total soluble solid content of tubers (%) was measured with a hand-held refractometer (ATC-1, Atago, Japan). Tuber firmness (kg cm<sup>-2</sup>) was determined by penetrometer.

#### *Statistical Analysis*

The data obtained in the study were subjected to variance analysis using the JMP 13.2 statistical program. Statistical differences among the means found to be significant in terms of the examined properties were determined by Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) multiple comparison test.



**Figure 1.** Some photos of the study.  
*Şekil 1. Çalışmaya ait bazı fotoğraflar.*

## RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of variance showed that the difference among the growing media in terms of number of leaves, leaf fresh weight, leaf dry weight and petiole length was statistically significant ( $P < 0.01$ ). On the other hand, no statistically significant difference was found among the growing media in terms of plant height, petiole thickness, leaf blade length and leaf blade width. There were significant differences ( $P < 0.05$ ) in terms of leaf fresh weight and petiole length among the humic acid doses. However, there was no statistically significant difference among the humic acid doses with respect to plant height, number of leaves, leaf dry weight, petiole thickness, leaf blade length and leaf blade width. When the interaction between growing medium and humic acid dose was examined, it was found to be significant in terms of all the examined properties except petiole thickness (Table 2).

In the present study, plant height varied between 14.29 and 18.58 cm. The highest values regarding plant height were found in Soil+1000 ppm and Peat:Perlite (2:1)+0 ppm applications, while the lowest plant height was observed in Soil+0 ppm application. Among the growing media, the highest value in terms of number of leaves was determined in Peat:Perlite (2:1) medium (6.58), whereas the lowest values were observed in other growing media which were statistically in the same group. The number of leaves varied from 5.67 [Peat:Perlite (3:1)+500 ppm] to 6.92 [Peat:Perlite (2:1)+0 ppm] depending on growing medium × humic acid dose interaction. When growing media were examined, the highest values in terms of leaf fresh weight and leaf dry weight was found in Peat:Perlite (2:1) medium (9.02 and 0.86 g, respectively). However, the lowest leaf fresh and dry weight were observed in Peat:Perlite (1:1) medium (7.70 and 0.65 g, respectively). Among the humic acid doses, the highest leaf fresh weight was determined in 0 ppm (control) with 8.94 g, though the lowest leaf fresh weight was detected in 500 and 2000 ppm doses which there was no statistically significant difference between them. Compared to the control (0 ppm), the lower values in terms of leaf fresh weight were obtained from humic acid applications. Depending on different growing media and humic acid doses discussed in the study, the leaf fresh and dry weight values in cherry-red radish varied from 6.65 to 10.61 g and 0.59 to 1.16 g, respectively. Among the growing media, maximum petiole length was found in Peat:Perlite (3:1) medium (6.78 cm), whereas minimum petiole length values were observed in other growing media which were statistically in the same group. When humic acid doses were examined, the highest petiole length was determined in 0 ppm (control) with 6.55 cm. However, the lowest petiole length was detected in 2000 ppm (5.47 cm). Regarding growing medium × humic acid dose interaction, it was found that the highest petiole length (9.17 cm) was detected in Peat:Perlite (3:1)+0 ppm application, while the lowest petiole length (4.21 cm) was observed in Peat:Perlite (3:1)+2000 ppm application. Leaf blade length and width in cherry-red radish ranged from 9.83 to 11.58 cm and 5.17 to 6.92 cm, respectively, depending on growing medium × humic acid dose interaction.

Güler (2011) reported that plant height and plant fresh weight in curly lettuce varied depending on different growing media (rock wool, perlite, zeolite, grape marc, and soil). Researcher also stated that there was no significant difference among different growing media in terms of number of leaves. In studies conducted on different vegetable species, the effect of humic acid on plant height and number of leaves was found to be statistically insignificant (Uğur et al., 2014; Yılmaz, 2014; Uğur et al., 2016a, 2016b; Kibar, 2022), which was agreed with the findings in this study. However, Bhuvaneswari and Dhanasekaran (2007) and Barzegar et al. (2021) reported that humic acid applications in radish significantly increased number of leaves compared to the control. In a study conducted on sorrel, petiole length, leaf blade length and leaf blade width varied depending on different growing media (peat, perlite, cocopeat and hazelnut husk) (Sezer, 2015). In the study conducted by Kocamanoğlu (2018) on purslane, it was determined that the shoot length and shoot diameter values significantly changed depending on different growing media and humic acid doses. Similar to the results obtained in this study, Ondrasek et al. (2018) stated that there was no significant difference between humic acid treatments and control in terms of leaf dry weight in radish. The effect of humic acid applications on leaf length and leaf width was found to be statistically insignificant in studies conducted on chard and lettuce (Uğur et al., 2014; Uğur et al., 2016b; Özdemir, 2019), which was compatible with our findings. Contrary to our results, in previous studies conducted on different vegetable species, it was determined that humic acid applications significantly increased plant

height, number of leaves, plant fresh weight, plant dry weight, leaf length and petiole length compared to the control (Köse, 2015; Uğur et al., 2016a, b; Baş Odabaş, 2019; Özdemir, 2019; Jan et al., 2020; Obaid et al., 2020; Kibar, 2022).

**Table 2.** Effects of different growing media and humic acid doses on plant height, number of leaves, leaf fresh weight, leaf dry weight, petiole length, petiole thickness, leaf blade length and leaf blade width in cherry-red radish.

Çizelge 2. Farklı yetiştirme ortamları ve hümitik asit dozlarının fındık turpunda bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, yaprak sapı uzunluğu, yaprak sapı kalınlığı, yaprak ayası uzunluğu ve yaprak ayası genişliği üzerine etkileri.

Properties	Growing media	Humic acid doses (ppm)				
		0	500	1000	2000	Mean
Plant height (cm)	Soil	14.29c**	15.96abc	18.58a	16.92abc	16.44 <sup>NS</sup>
	Peat:Perlite (1:1)	15.33abc	16.25abc	16.33abc	18.00ab	16.48
	Peat:Perlite (2:1)	18.50a	17.08abc	17.17abc	17.25abc	17.50
	Peat:Perlite (3:1)	17.67abc	17.38abc	16.67abc	14.71bc	16.60
	<b>Mean</b>	<b>16.45<sup>NS</sup></b>	<b>16.67</b>	<b>17.19</b>	<b>16.72</b>	
Number of leaves (number plant <sup>-1</sup> )	Soil	5.92bc**	5.75c	6.00abc	5.75c	5.85B**
	Peat:Perlite (1:1)	6.08abc	6.25abc	6.25abc	6.00abc	6.15B
	Peat:Perlite (2:1)	6.92a	6.75ab	6.75ab	5.92bc	6.58A
	Peat:Perlite (3:1)	5.83bc	5.67c	5.83bc	6.00abc	5.83B
	<b>Mean</b>	<b>6.19<sup>NS</sup></b>	<b>6.10</b>	<b>6.21</b>	<b>5.92</b>	
Leaf fresh weight (g)	Soil	7.91bc**	7.18bc	9.14ab	7.90bc	8.03AB**
	Peat:Perlite (1:1)	6.65c	8.02bc	7.75bc	8.38abc	7.70B
	Peat:Perlite (2:1)	10.61a	7.98bc	9.10ab	8.38abc	9.02A
	Peat:Perlite (3:1)	10.59a	8.59abc	7.57bc	7.18bc	8.48AB
	<b>Mean</b>	<b>8.94A*</b>	<b>7.94B</b>	<b>8.39AB</b>	<b>7.96B</b>	
Leaf dry weight (g)	Soil	0.68cde**	0.79bc	0.65cde	0.74cde	0.71B**
	Peat:Perlite (1:1)	0.60de	0.66cde	0.67cde	0.69cde	0.65B
	Peat:Perlite (2:1)	1.16a	0.90b	0.68cde	0.71cde	0.86A
	Peat:Perlite (3:1)	0.76bcd	0.60de	0.68cde	0.59e	0.66B
	<b>Mean</b>	<b>0.80<sup>NS</sup></b>	<b>0.74</b>	<b>0.67</b>	<b>0.68</b>	
Petiole length (cm)	Soil	5.63cd**	5.04cd	6.21bc	5.88cd	5.69B**
	Peat:Perlite (1:1)	5.58cd	6.13bc	5.33cd	6.33bc	5.84B
	Peat:Perlite (2:1)	5.83cd	5.46cd	6.29bc	5.46cd	5.76B
	Peat:Perlite (3:1)	9.17a	7.83ab	5.92cd	4.21d	6.78A
	<b>Mean</b>	<b>6.55A*</b>	<b>6.11AB</b>	<b>5.94AB</b>	<b>5.47B</b>	
Petiole thickness (mm)	Soil	2.46 <sup>ns</sup>	2.42	2.29	2.39	2.39 <sup>NS</sup>
	Peat:Perlite (1:1)	2.22	2.19	2.51	2.55	2.37
	Peat:Perlite (2:1)	2.30	2.43	2.32	2.14	2.30
	Peat:Perlite (3:1)	2.20	2.38	2.47	2.38	2.36
	<b>Mean</b>	<b>2.29<sup>NS</sup></b>	<b>2.35</b>	<b>2.40</b>	<b>2.36</b>	
Leaf blade length (cm)	Soil	10.38ab*	10.88ab	10.71ab	10.63ab	10.65 <sup>NS</sup>
	Peat:Perlite (1:1)	10.25ab	9.96ab	10.21ab	11.58a	10.50
	Peat:Perlite (2:1)	10.88ab	10.38ab	10.96ab	9.83b	10.51
	Peat:Perlite (3:1)	10.79ab	10.08ab	10.33ab	10.17ab	10.34
	<b>Mean</b>	<b>10.57<sup>NS</sup></b>	<b>10.32</b>	<b>10.55</b>	<b>10.55</b>	
Leaf blade width (cm)	Soil	5.71ab*	5.71ab	5.17b	5.33ab	5.48 <sup>NS</sup>
	Peat:Perlite (1:1)	5.42ab	5.33ab	6.92a	6.38ab	6.01
	Peat:Perlite (2:1)	5.29b	5.92ab	6.17ab	5.42ab	5.70
	Peat:Perlite (3:1)	5.79ab	5.71ab	5.96ab	5.88ab	5.84
	<b>Mean</b>	<b>5.55<sup>NS</sup></b>	<b>5.67</b>	<b>6.05</b>	<b>5.75</b>	

\*: Significant at P < 0.05, \*\*: Significant at P < 0.01, ns: non-significant. Means followed by different letters are statistically different according to Tukey's honestly significant difference test.

As seen in Table 3, the difference among the growing media in terms of tuber fresh weight, tuber dry weight, tuber diameter, tuber length, root tail length and total soluble solid content was significant at the  $P<0.01$  level, while the difference among the growing media in terms of tuber firmness was significant at the  $P<0.05$  level. On the other hand, no statistically significant difference was found among the growing media in terms of pH values. There were significant differences in terms of tuber fresh weight ( $P<0.01$ ), tuber length ( $P<0.01$ ), tuber diameter ( $P<0.05$ ) and tuber firmness ( $P<0.05$ ) among the humic acid doses. However, there was no statistically significant difference among the humic acid doses with respect to tuber dry weight, root tail length, pH and total soluble solid content. The interaction between growing medium and humic acid dose was found to be significant ( $P<0.01$ ) in terms of all the examined properties.

When the effect of different growing media on tuber fresh weight, which is the most important yield parameter, is examined, Peat:Perlite (2:1) medium had the highest value with 19.44 g, while the lowest tuber fresh weight was determined in Peat:Perlite (3:1) medium with 11.47 g. Among the humic acid doses, the highest tuber fresh weight was determined in 1000 and 2000 ppm doses (16.67 and 16.27 g, respectively), which there was no statistically significant difference between them. However, the lowest tuber fresh weight was observed in 0 ppm (control) with 13.56 g. It was determined that humic acid had a positive effect on tuber fresh weight. In general, tuber fresh weight values increased with the increase in humic acid dose. In the present study, tuber fresh weight differed significantly according to different growing media and humic acid doses. Tuber fresh weight values varied between 8.31 and 20.55 g. With respect to tuber fresh weight, Peat:Perlite (2:1)+1000 ppm application took the first place, and it was closely followed by Peat:Perlite (2:1)+2000 ppm, Peat:Perlite (2:1)+500 ppm and Peat:Perlite (2:1)+0 ppm applications. However, the lowest tuber fresh weight was observed in Peat:Perlite (3:1)+0 ppm application. In parallel with tuber fresh weight, the highest tuber dry weight was also obtained from Peat:Perlite (2:1) medium with 1.00 g, though the lowest tuber dry weight was determined in Peat:Perlite (3:1) medium with 0.60 g. Depending on different growing media and humic acid doses discussed in the study, tuber dry weight values in cherry-red radish varied from 0.40 to 1.01 g. Among the growing media, the highest tuber diameter and tuber length values were found in Peat:Perlite (2:1) medium (34.41 and 36.66 mm, respectively), whereas the lowest values were observed in Peat:Perlite (3:1) medium (23.69 and 26.63 mm, respectively). When humic acid doses were examined, the highest values in terms of tuber diameter and tuber length were obtained from 1000, 500 and 2000 ppm doses, which were not statistically different. In contrast, control plants (0 ppm) not treated with humic acid were found to have the lowest tuber diameter and tuber length. In the study, it was determined that humic acid significantly increased tuber diameter and tuber length compared to the control (0 ppm). Depending on different growing media and humic acid doses discussed in the study, tuber diameter and tuber length values varied from 21.15 to 37.67 mm and 24.53 to 39.62 mm, respectively. The highest tuber diameter and tuber length values were obtained from Peat:Perlite (2:1)+500 ppm application, whereas the lowest values observed in Peat:Perlite (3:1)+0 ppm application. Among the growing media, the highest root tail length was determined in Soil and Peat:Perlite (2:1) media, which were not statistically different. On the contrary, the lowest root tail length values were observed in Peat:Perlite (3:1) and Peat:Perlite (1:1) media. Root tail length values in cherry-red radish varied from 4.58 to 9.17 cm depending on growing medium  $\times$  humic acid dose interaction. When growing media were examined in terms of tuber firmness, Peat:Perlite (3:1) medium (5.35 kg cm<sup>-2</sup>) took the first place, and it was closely followed by Peat:Perlite (2:1) and Peat:Perlite (1:1) media. However, the lowest tuber firmness was observed in Soil medium (3.73 kg cm<sup>-2</sup>). It was found that soilless growing media had higher tuber firmness values compared to the soil medium. Tuber firmness increased with the increase of peat ratio in the growing medium. Among the humic acid doses, the highest tuber firmness was recorded in 0 ppm dose (control) with 5.39 kg cm<sup>-2</sup>, and 500 and 1000 ppm doses followed closely it. On the other hand, the lowest tuber firmness was detected in 2000 ppm dose (3.94 kg cm<sup>-2</sup>). In terms of tuber firmness, lower values were obtained from humic acid applications compared to the control (0 ppm). Tuber firmness values decreased with the increase of humic acid dose. Tuber firmness varied from 3.33 to 7.27 kg cm<sup>-2</sup> depending on growing medium  $\times$  humic acid dose interaction. In the present study, pH values in cherry-red radish varied from 6.02 to 6.66. Peat:Perlite (1:1)+1000 ppm application possessed the highest pH value, though the lowest pH value was detected in Peat:Perlite (2:1)+1000 ppm application. Among the growing media,

maximum total soluble solid content was found in Soil, Peat:Perlite (1:1) and Peat:Perlite (2:1) media (2.81, 2.74 and 2.52%, respectively), which were not statistically different, whereas minimum total soluble solid content was recorded in Peat:Perlite (3:1) medium (2.06%). In terms of total soluble solid content, lower values were obtained from the soilless growing media compared to the Soil medium. As the peat ratio increased in the growing medium, the total soluble solid content decreased. When growing medium × humic acid dose interaction was examined, total soluble solid content ranged from 1.83 [Peat:Perlite (3:1)+500 ppm] to 3.33% [Peat:Perlite (1:1)+0 ppm].

**Table 3.** Effects of different growing media and humic acid doses on tuber fresh weight, tuber dry weight, tuber diameter, tuber length, root tail length, tuber firmness, pH and total soluble solid content in cherry-red radish.

Çizelge 3. Farklı yetiştirme ortamları ve hümik asit dozlarının fındık turpunda yumru yaş ağırlığı, yumru kuru ağırlığı, yumru çapı, yumru uzunluğu, kuyruk uzunluğu, yumru sertliği, pH ve suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerine etkileri.

Properties	Growing media	Humic acid doses (ppm)				Mean
		0	500	1000	2000	
Tuber fresh weight (g)	Soil	13.31c-g**	18.11abc	16.76a-e	12.47efg	<b>15.16B**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	13.58c-f	15.43b-e	16.41a-e	17.92a-d	<b>15.84B</b>
	Peat:Perlite (2:1)	19.03ab	19.05ab	20.55a	19.14ab	<b>19.44A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	8.31g	9.06fg	12.96d-g	15.53b-e	<b>11.47C</b>
	<b>Mean</b>	<b>13.56B**</b>	<b>15.41AB</b>	<b>16.67A</b>	<b>16.27A</b>	
Tuber dry weight (g)	Soil	0.74ef**	0.98ab	0.94abc	0.75def	<b>0.85B**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	0.75def	0.81def	0.81def	0.87bcd	<b>0.81B</b>
	Peat:Perlite (2:1)	1.00a	1.01a	1.01a	0.97ab	<b>1.00A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	0.40g	0.47g	0.69f	0.83cde	<b>0.60C</b>
	<b>Mean</b>	<b>0.72NS</b>	<b>0.82</b>	<b>0.86</b>	<b>0.85</b>	
Tuber diameter (mm)	Soil	28.21d-g**	23.82ghı	27.63efg	25.98fgh	<b>26.41C**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	28.96def	32.31bcd	31.01cde	31.01cde	<b>30.82B</b>
	Peat:Perlite (2:1)	28.34d-g	37.67a	36.33ab	35.28abc	<b>34.41A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	21.15ı	25.64f-ı	25.03f-ı	22.96hı	<b>23.69D</b>
	<b>Mean</b>	<b>26.66B*</b>	<b>29.86A</b>	<b>30.00A</b>	<b>28.81AB</b>	
Tuber length (mm)	Soil	28.60def**	31.05b-e	29.30def	30.39c-f	<b>29.84C**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	29.30def	33.66a-d	35.60abc	34.24a-d	<b>33.20B</b>
	Peat:Perlite (2:1)	30.53c-f	39.62a	39.26a	37.23ab	<b>36.66A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	24.53f	27.00ef	29.48c-f	25.49ef	<b>26.63D</b>
	<b>Mean</b>	<b>28.24B**</b>	<b>32.83A</b>	<b>33.41A</b>	<b>31.84A</b>	
Root tail length (cm)	Soil	7.79a-d**	9.17a	7.88a-d	7.50a-d	<b>8.08A**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	5.79de	6.00cde	6.13b-e	5.13e	<b>5.76B</b>
	Peat:Perlite (2:1)	8.21ab	8.17ab	8.00abc	7.96abc	<b>8.08A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	4.75e	4.58e	4.88e	6.21b-e	<b>5.10B</b>
	<b>Mean</b>	<b>6.63NS</b>	<b>6.98</b>	<b>6.72</b>	<b>6.70</b>	
Tuber firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	Soil	3.33b**	3.63b	4.35ab	3.58b	<b>3.73B*</b>
	Peat:Perlite (1:1)	5.38ab	5.20ab	4.83ab	3.78b	<b>4.80AB</b>
	Peat:Perlite (2:1)	5.58ab	6.57ab	4.62ab	3.34b	<b>5.03AB</b>
	Peat:Perlite (3:1)	7.27a	3.85b	5.23ab	5.05ab	<b>5.35A</b>
	<b>Mean</b>	<b>5.39A*</b>	<b>4.81AB</b>	<b>4.76AB</b>	<b>3.94B</b>	
pH	Soil	6.37a-e**	6.41a-d	6.44a-d	6.48abc	<b>6.43NS</b>
	Peat:Perlite (1:1)	6.25b-f	6.15def	6.66a	6.19c-f	<b>6.31</b>
	Peat:Perlite (2:1)	6.06ef	6.40a-d	6.02f	6.55ab	<b>6.26</b>
	Peat:Perlite (3:1)	6.35a-e	6.51ab	6.26b-f	6.29b-f	<b>6.35</b>
	<b>Mean</b>	<b>6.26NS</b>	<b>6.37</b>	<b>6.35</b>	<b>6.38</b>	
Total soluble solid content (%)	Soil	2.67b-e**	2.80bc	3.00ab	2.77bcd	<b>2.81A**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	3.33a	2.40def	2.37ef	2.87bc	<b>2.74A</b>
	Peat:Perlite (2:1)	3.03ab	2.57cde	2.37ef	2.10fg	<b>2.52A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	1.87g	1.83g	2.17fg	2.37ef	<b>2.06B</b>
	<b>Mean</b>	<b>2.73NS</b>	<b>2.40</b>	<b>2.48</b>	<b>2.53</b>	

\*: Significant at P < 0.05, \*\*: Significant at P < 0.01, ns: non-significant. Means followed by different letters are statistically different according to Tukey's honestly significant difference test.

In the study conducted by Kocamanoğlu (2018) on purslane, it was determined that yield and shoot diameter values changed depending on different growing media. Researcher also stated that yield and shoot diameter values in humic acid applications were higher than the control, and the yield and shoot diameter increased with the increase of the humic acid dose. Similar to our findings, Güllüce et al. (2012) and Barzegar et al. (2021) reported that humic acid treatments in radish significantly increased tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length compared to the control. Ondrasek et al. (2018) stated that tuber dry weight in radish varied between 0.82-0.97 g and there was no significant difference between humic acid applications and control in terms of tuber dry weight, which was consistent with our findings. Güler (2011) reported that head diameter of curly lettuce varied depending on different growing media (rock wool, perlite, zeolite, grape marc, and soil). Bhuvanewari and Dhanasekaran (2007) reported that higher values were obtained from humic acid applications compared to the control in terms of root length in radish. Kibar (2022) stated that there was no statistically significant difference between control and humic acid treatments in terms of root length in lettuce. In contrast to our results, Barzegar et al. (2021) detected that humic acid applications in radish significantly increased tuber firmness compared to the control. Toprak and Gül (2013) reported that there was no significant difference among growing media in terms of pH and total soluble solid content in tomato. The effect of humic acid applications on pH value in tomato was found to be statistically insignificant (Yıldırım, 2007; Öktüren Asri et al., 2016), which was compatible with our results. Similar to our findings, in studies conducted on different vegetables, it was found that humic acid did not have a significant effect on total soluble solid content (Demirtaş et al., 2014; Yılmaz, 2014; Kibar, 2022). On the other hand, Barzegar et al. (2021) determined that humic acid applications in radish significantly increased total soluble solid content compared to the control.

The effect of growing media on dry matter content in tuber and  $a^*$  color value was significant at the  $P<0.05$  level, and the effect of growing media on dry matter content in leaf and  $L^*$  color value was significant at the  $P<0.01$  level. On the other hand, no statistically significant difference was found among the growing media in terms of chlorophyll content,  $b^*$ , Chroma and Hue angle color values. While the difference among the humic acid doses was statistically significant ( $P<0.05$ ) only in terms of dry matter content in tuber, the effect of humic acid doses on other properties examined was found to be insignificant. The interaction between growing medium and humic acid dose was found to be significant in terms of all the examined properties except  $b^*$  color value (Table 4).

Among the growing media, maximum value for dry matter content in tuber was determined in Soil medium (5.41%), whereas minimum value was recorded in Peat:Perlite (2:1) medium (4.56%). When the effect of different humic acid doses on dry matter content in tuber was examined, 0 ppm (control) took the first place with 5.32% and 1000 ppm dose followed closely it. On the other hand, 500 and 2000 ppm doses had the lowest dry matter content in tuber values with 4.68 and 4.71%, respectively. The highest value with regard to dry matter content in leaf was found in Peat:Perlite (2:1) medium (6.97%), while the lowest value was observed in Peat:Perlite (3:1) medium (5.79%). Dry matter content in tuber and leaf varied from 3.98 [Peat:Perlite (2:1)+2000 ppm] to 6.52 [Peat:Perlite (1:1)+0 ppm] and 4.92 [Soil+0 ppm] to 7.58% [Soil+500 ppm], respectively, depending on growing medium  $\times$  humic acid dose interaction. In the present study, chlorophyll content ranged from 40.83 [Peat:Perlite (3:1)+0 ppm] to 47.24 spad [Peat:Perlite (3:1)+1000 ppm]. When the effect of growing media on color properties of cherry-red radish was examined, the highest  $L^*$  values were found in Peat:Perlite mixtures (1:1, 2:1 and 3:1), though the lowest value was detected in Soil medium. Peat:Perlite (3:1) medium possessed the highest  $a^*$  value (28.94). On the other hand, the lowest  $a^*$  value (26.24) was observed in Peat:Perlite (2:1) medium. In the study, and apparent effect of humic acid doses on color properties of cherry-red radish was not observed. The color properties of cherry-red radish tubers (except for  $b^*$  value) considerably changed depending on growing medium  $\times$  humic acid dose interaction. The  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma and Hue angle values ranged from 35.46 to 40.20, 24.33 to 30.32, 10.03 to 11.91, 26.12 to 32.48 and 19.56 to 23.43, respectively.

**Effects of Different Growing Media and Humic Acid Doses on Plant Growth and Quality in Radish**

**Table 4.** Effects of different growing media and humic acid doses on dry matter content in tuber, dry matter content in leaf, chlorophyll content, color properties in tuber (L\*, a\*, b\*, Chroma and Hue angle) in cherry-red radish.

Çizelge 4. Farklı yetiştirme ortamları ve hümitik asit dozlarının fındık turpunda yumruda kuru madde miktarı, yaprakta kuru madde miktarı, klorofil içeriği ve yumruda renk özellikleri (L\*, a\*, b\*, Kroma ve Hue açısı) üzerine etkileri.

Properties	Growing media	Humic acid doses (ppm)				Mean
		0	500	1000	2000	
Dry matter content in tuber (%)	Soil	5.58ab**	5.06b-e	5.53abc	5.47a-d	<b>5.41A*</b>
	Peat:Perlite (1:1)	6.52a	4.49b-e	4.75b-e	4.51b-e	<b>5.07AB</b>
	Peat:Perlite (2:1)	4.74b-e	4.80b-e	4.72b-e	3.98e	<b>4.56B</b>
	Peat:Perlite (3:1)	4.46cde	4.37de	5.54abc	4.89b-e	<b>4.81AB</b>
	<b>Mean</b>	<b>5.32A*</b>	<b>4.68B</b>	<b>5.14AB</b>	<b>4.71B</b>	
Dry matter content in leaf (%)	Soil	4.92d**	7.58a	6.72abc	5.78bcd	<b>6.25AB**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	6.76abc	6.54a-d	6.06a-d	6.19a-d	<b>6.39AB</b>
	Peat:Perlite (2:1)	7.09ab	6.54a-d	7.51a	6.75abc	<b>6.97A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	5.48bcd	5.33cd	5.70bcd	6.65abc	<b>5.79B</b>
	<b>Mean</b>	<b>6.06<sup>NS</sup></b>	<b>6.50</b>	<b>6.50</b>	<b>6.34</b>	
Chlorophyll content (spad)	Soil	42.33bc*	43.44abc	41.61bc	42.34bc	<b>42.43<sup>NS</sup></b>
	Peat:Perlite (1:1)	43.43abc	45.80ab	41.73bc	42.74bc	<b>43.43</b>
	Peat:Perlite (2:1)	45.79ab	47.17a	42.70bc	42.72bc	<b>44.59</b>
	Peat:Perlite (3:1)	40.83c	41.14bc	47.24a	42.72bc	<b>42.99</b>
	<b>Mean</b>	<b>43.10<sup>NS</sup></b>	<b>44.39</b>	<b>43.32</b>	<b>42.63</b>	
L*	Soil	35.74bc**	38.66abc	35.73bc	35.46c	<b>36.40B**</b>
	Peat:Perlite (1:1)	38.24abc	39.10abc	39.17abc	36.82abc	<b>38.33A</b>
	Peat:Perlite (2:1)	35.68bc	38.33abc	38.88abc	40.20a	<b>38.27A</b>
	Peat:Perlite (3:1)	39.62ab	37.05abc	38.19abc	37.97abc	<b>38.21A</b>
	<b>Mean</b>	<b>37.32<sup>NS</sup></b>	<b>38.29</b>	<b>38.00</b>	<b>37.61</b>	
a*	Soil	29.36ab**	25.13bc	28.64abc	27.91abc	<b>27.76AB*</b>
	Peat:Perlite (1:1)	29.57ab	26.72bc	25.83bc	29.03ab	<b>27.79AB</b>
	Peat:Perlite (2:1)	28.82abc	26.64bc	24.33c	25.14bc	<b>26.24B</b>
	Peat:Perlite (3:1)	27.38abc	30.23a	27.83abc	30.32a	<b>28.94A</b>
	<b>Mean</b>	<b>28.78<sup>NS</sup></b>	<b>27.18</b>	<b>26.66</b>	<b>28.10</b>	
b*	Soil	11.91 <sup>NS</sup>	10.85	11.31	11.55	<b>11.40<sup>NS</sup></b>
	Peat:Perlite (1:1)	10.49	10.41	10.03	11.56	<b>10.62</b>
	Peat:Perlite (2:1)	11.40	11.02	10.07	10.62	<b>10.78</b>
	Peat:Perlite (3:1)	10.77	11.78	10.33	11.34	<b>11.05</b>
	<b>Mean</b>	<b>11.14<sup>NS</sup></b>	<b>11.01</b>	<b>10.43</b>	<b>11.27</b>	
Chroma	Soil	31.69ab**	27.39ab	30.80ab	30.21ab	<b>30.02<sup>NS</sup></b>
	Peat:Perlite (1:1)	31.38ab	28.70ab	27.69ab	31.29ab	<b>29.76</b>
	Peat:Perlite (2:1)	31.01ab	28.85ab	26.12b	27.33ab	<b>28.33</b>
	Peat:Perlite (3:1)	28.88ab	32.48a	29.71ab	32.40a	<b>30.87</b>
	<b>Mean</b>	<b>30.74<sup>NS</sup></b>	<b>29.35</b>	<b>28.58</b>	<b>30.31</b>	
Hue angle	Soil	22.16ab*	23.43a	21.59ab	22.44ab	<b>22.40<sup>NS</sup></b>
	Peat:Perlite (1:1)	19.56b	21.57ab	21.31ab	21.88ab	<b>21.08</b>
	Peat:Perlite (2:1)	21.69ab	22.61ab	22.59ab	23.06ab	<b>22.49</b>
	Peat:Perlite (3:1)	22.24ab	21.31ab	20.39ab	20.76ab	<b>21.18</b>
	<b>Mean</b>	<b>21.41<sup>NS</sup></b>	<b>22.23</b>	<b>21.47</b>	<b>22.04</b>	

\*: Significant at P < 0.05, \*\*: Significant at P < 0.01, ns: non-significant. Means followed by different letters are statistically different according to Tukey's honestly significant difference test.

Toprak and Gül (2013) reported that there was no significant difference among growing media in terms of dry matter amount in tomato. In a study conducted in sorrel, it was found that the dry matter content values in the leaf changed according to the growing medium (Sezer, 2015), which was compatible with the results of this study. Ondrasek et al. (2018) stated that dry matter amount in tuber of radish varied between 4.0-4.4% and that humic acid treatment did not cause a significant effect on dry matter amount in the tuber. Similar to the results of this study, it was reported that there was no significant difference between control and humic acid applications in terms of leaf dry matter ratio in lettuce (Uğur et al., 2014; Kibar, 2022) and



radish (Ondrasek et al., 2018). Barzegar et al. (2021) reported that there was no significant difference between control and humic acid treatments in terms of chlorophyll content in radish, which was consistent with our findings. Likewise, it was determined that the effect of humic acid treatments on chlorophyll content in different vegetables was statistically insignificant (Ozdamar Unlu et al., 2011; Uğur et al., 2014; Özdemir, 2019; Kibar, 2022). However, it was detected that humic acid applications in different vegetable species significantly increased chlorophyll content compared to the control (Kazemi, 2014; Mirdad, 2016; Özdemir, 2019; Tunçtürk et al., 2020). Sezer (2015) reported that leaf Chroma and Hue angle color values in sorrel varied depending on the growing media. In the study conducted by Kocamanoğlu (2018) on purslane, it was stated that leaf Chroma values changed depending on growing medium and growing medium does not affect leaf Hue angle values. Researcher also reported that the effect of humic acid treatments on Chroma and Hue angle color values is statistically insignificant. In previous studies conducted on different vegetable species, it was found that differences between control and humic acid applications were found to be statistically insignificant in terms of L\*, a\*, b\*, Chroma and Hue angle color values (Öktüren Asri et al., 2016; Uğur et al., 2016a, b; Kibar, 2022), which was agreed with the findings of our study.

## CONCLUSION

In recent years, humic acid applications have become increasingly important in terms of sustainability of soil fertility in plant production, increasing plant development, yield and quality, reducing the risk of environmental pollution and being used in organic agriculture. In this study, the effects of different growing media and humic acid doses on plant growth parameters and quality properties of cherry-red radish were examined.

Among the growing media, the highest values in terms of the number of leaves, leaf fresh weight, leaf dry weight, tuber fresh weight, tuber dry weight, tuber diameter, tuber length, root tail length and dry matter content in leaf were determined in Peat:Perlite (2:1) medium. Peat:Perlite (2:1) medium increased number of leaves by 12.48%, tuber fresh weight by 28.23%, tuber dry weight by 17.65%, tuber diameter by 30.29% and tuber length by 22.86% compared to the Soil medium. When compared to the Soil medium, soilless growing media were found to have higher petiole length, tuber firmness and L\* color values. However, lower results in terms of total soluble solid content and dry matter content in tuber were obtained from soilless growing media in comparison with Soil medium. As the peat ratio increased in the growing medium, tuber firmness increased, and total soluble solid content decreased.

In the study, it was determined that humic acid applications (500, 1000 and 2000 ppm) significantly increased tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length in comparison with the control (0 ppm). Among the humic acid doses, the highest tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length were obtained from 1000 ppm dose. It was found that 1000 ppm humic acid dose increased the tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length by 22.94, 12.53 and 18.31%, respectively, compared to the control (0 ppm). On the other hand, lower values were obtained from humic acid applications compared to the control in terms of leaf fresh weight, dry matter content in tuber, petiole length and tuber firmness. As the humic acid dose increased, tuber firmness and petiole length decreased. In the present study, an apparent effect of humic acid doses on color properties of cherry-red radish was not observed.

When growing medium × humic acid dose interaction was examined, it was detected that tuber fresh weight, tuber diameter and tuber length values varied from 8.31 to 20.55 g, 21.15 to 37.67 mm and 24.53 to 39.62 mm, respectively. In the study, tuber fresh weight varied significantly depending on different growing media and humic acid doses. The highest tuber fresh weight was found in Peat:Perlite (2:1)+1000 ppm application, while the lowest tuber fresh weight was observed in Peat:Perlite (3:1)+0 ppm application.

Consequently, it was determined that soilless growing media and humic acid generally had positive effects on plant growth parameters and quality properties. It was concluded that Peat:Perlite (2:1) medium among the growing media and 1000 ppm dose among the humic acid doses could be recommended to increase plant growth and quality in cherry-red radish.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

## DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

YÖÖ: Carrying out of the experiment, performing of laboratory studies. BK: Design of the study, statistical analysis, writing of the manuscript.

## ACKNOWLEDGMENT

The authors thank graduate student Şamil Tatar for his support in carrying out the experiment. This article was produced from Yağmur Özge Öztürk's M.Sc thesis "Effects of Different Growing Media and Humic Acid Applications on Plant Growth, Yield and Quality in Radish (*Raphanus sativus* L.)".

## REFERENCES

- Akan, S., Veziroğlu, S., Özgün, Ö., & Ellialtıoğlu, Ş. (2013). Turp (*Raphanus sativus* L.) sebzesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3), 289-295.
- Akıncı, Ş. (2011). Hümik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 46-56.
- AOAC. (1990). *Official methods of analysis*. In: Association of Official Analytical Chemists (15th ed.), Washington, DC, USA.
- Bandiera, M., Mosca, G., & Vamerli, T. (2009). Humic acids affect root characteristics of fodder radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) in metal-polluted wastes. *Desalination*, 246(1-3), 78-91. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.044>
- Barzegar, T., Mahmoodi, S., Nekounam, F., Ghahremani, Z., & Khademi, O. (2021). Effects of humic acid and cytokinin on yield, biochemical attributes and nutrient elements of radish (*Raphanus sativus* L.) cv. Watermelon. *Journal of Plant Nutrition*, 45(10), 1582-1598. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.2003395>
- Baş Odabaş, M. (2019). *Farklı humik asit uygulama dozları ve azotlu gübrelere marulun gelişimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Bhuvanewari, R., & Dhanasekaran, K. (2007). Response of foliar application of humic acid on the growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.). *Plant Archives*, 7(2), 603-606.
- Chung, D. H., Kim, S. H., Myung, N., Cho, K. J., & Chang, M. J. (2012). The antihypertensive effect of ethyl acetate extract of radish leaves in spontaneously hypertensive rats. *Nutrition Research and Practice*, 6(4), 308-314. <https://doi.org/10.4162/nrp.2012.6.4.308>
- Demirtaş, E. I., Öktüren Asri, F., & Arı, N. (2014). Domatesin beslenme durumu, verimi ve kalite özelliklerine hümik asitin etkileri. *Derim*, 31(1), 1-16.
- Eyüpoğlu, F. (1998). *Türkiye topraklarının verimlilik vuruşu*. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 220.
- Fan, H. M., Li, T., Sun, X., Sun, X. Z., & Zheng, C. S. (2015). Effects of humic acid derived from sediments on the postharvest vase life extension in cut chrysanthemum flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 101, 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.019>
- Gezgin, S., Dursun, N., & Yılmaz, F. G. (2012). Bitki yetiştiriciliğinde hümik ve fulvik asit kaynağı olan TKİ-Humas'ın kullanımı. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 159-163.
- Gül, A., Tüzel, Y., Tüzel, H. İ., & Eltez, Z. R. (2003, Eylül 8-12). *Ülkemiz seracılığında uygun topraksız yetiştirme sistemlerinin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar* [Sözlü bildiri]. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Antalya, Türkiye.
- Gül, A. (2008). *Topraksız tarım*. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 144 s.
- Güler, H. (2011). *Soğuk serada kaya yünü, perlit, zeolit, cibre ve toprakta yetiştirilen kıvrıkcık baş salatada gelişme ve verimin karşılaştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Güllüce, M., Agar, G., Şahin, F., Turan, M., Güneş, A., Demirtaş, A., Esringü, A., Karaman, M. R., Tutar, A., & Dizman, M. (2012). Pb ve Cd ile kirletilmiş alanlarda yetiştirilen turp bitkisinin verim parametreleri üzerine hümik asit ve ppgr uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 509-517.





- Gürsoy, M., Nofouzi, F., & Başalma, D. (2016). Hüyük asit uygulama zamanı ve dozlarının kışlık kolzada verim ve verim ögelerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 131-136. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.281879>
- Jan, J. A., Nabi, G., Khan, M., Ahmad, S., Shah, P. S., & Hussain, S. (2020). Foliar application of humic acid improves growth and yield of Chilli (*Capsicum annum* L.) varieties. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(3), 461-472. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2020/33.3.461.472>
- Kazemi, M. (2014). Effect of foliar application of humic acid and calcium chloride on tomato growth. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(3), 41-46.
- Kibar, B. (2022). Farklı dozlarda hüyük asit uygulamalarının taze soğan ve marulda bitki gelişimi ve kalite üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8(1), 12-24. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1020237>
- Kocamanoğlu, Ç. (2018). *Semizotunda (Portulaca oleracea L.) yetiştirme ortamı ve hüyük asit uygulamalarının bazı verim özelliklerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Köse, M. A. (2015). *Humus ve hüyük asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Leonardi, C. (2004, March 3-5). *Growing media* [Paper presentation]. Regional Training Workshop on Soilless Culture Technologies, İzmir, Turkey.
- Mac Carthy, P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Science*, 166(11), 738-751.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto, S., & Howard, L. (2002). Humic substances to reduce salts effect on germination and growth of plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(3-4), 365-378. <https://doi.org/10.1081/CSS-120002751>
- Mirdad, Z. M. (2016). Effect of N fertigation rates and humic acid on the productivity of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in sandy soil. *Journal of Agricultural Science*, 8(8), 149-157. <https://doi.org/10.5539/jas.v8n8p149>
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527-1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
- Obaid, A. K., Hiji, J. H., & Abd-Alamer, Z. (2020). The effect of humic acid and high potassium on some growth characteristics and yield of cauliflower. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21(67-68), 14-20.
- Obsuwan, K., Namchote, S., Sanmanee, N., Panishkan, K., & Dharmvanij, S. (2011). Effect of various concentrations of humic acid on growth and development of eggplant seedlings in tissue cultures at low nutrient level. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 56, 276-278. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1071646>
- Ondrasek, G., Rengel, Z., & Romić, D. (2018). Humic acids decrease uptake and distribution of trace metals, but not the growth of radish exposed to cadmium toxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 151, 55-61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.12.055>
- Ozdamar Unlu, H., Unlu, H., Karakurt, Y., & Padem, H. (2011). Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Scientific Research and Essays*, 6(13), 2800-2803. <https://doi.org/10.5897/SRE11.304>
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E. İ., & Arı, N. (2016). Açıkta domates yetiştiriciliğinde yapraklardan uygulanan hüyük asitin bitkinin beslenme durumu, verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(1), 21-25.
- Özdemir, Ö. (2019). *Marulda (Lactuca sativa L. var. crispa) hüyük asit ve bor uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Polat, S., Şahin, N., & Özdemir, H. (2017). Farklı fide yetiştirme ortamlarının Crimson Sweet karpuz çeşidinde fide kalitesine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 47-50.
- Sevgican, A. (2003). *Örtü altı sebzeçiliği (Topraksız tarım)*. Cilt-II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 526, İzmir, 168 s.
- Sezer, M. (2015). Kuzukulağında (*Rumex acetosella* L.) yetiştirme ortamı ve organik gübrelemenin bazı verim özelliklerine etkisi [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Solmaz, İ., & Sarı, N. (2013). Turp ve tarımı. *Agromedyası*, 6, 51-53.

- Solmaz, İ., Akbaş, F., Erköse, H., Sarı, N., & Dal, B. (2017). Farklı dozlarda kükürt uygulamasının turp (*Raphanus sativus* L.)'ta verim ve kalite üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 257-262.
- Sparks, D. L. (2003). *Environmental soil chemistry*. Second Edition, Academic Press, San Diego.
- Toprak, E., & Gül, A. (2013). Topraksız tarımda kullanılan ortam domates verimi ve kalitesini etkiliyor mu? *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(2), 41-47.
- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Oral, E., & Baran, İ. (2020). Humik asitin baklada (*Vicia faba* L.) tuz (NaCl) stresinin azaltılması üzerine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 2168-2179. <https://doi.org/10.21597/jist.709665>
- Tüfenkçi, Ş., Türkmen, Ö., Sönmez, F., Erdinç, Ç., & Şensoy, S. (2006). Effects of humic acid doses and application times on the plant growth, nutrient and heavy metal contents of lettuce grown on sewage sludge-applied soils. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(4), 295-300.
- TÜİK. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. [Erişim tarihi: 10 Ağustos 2023].
- Türkmen, Ö., Bozkurt, M. A., Yıldız, M., & Çimrin, K. M. (2004). Effects of nitrogen and humic acid applications on the head weight, nutrient and nitrate contents in lettuce. *Advances in Food Sciences*, 26(2), 59-63.
- Uğur, A., Ekbiç, E., Zambı, O., Uyar, M., & Aksoy, R. (2014, Eylül 2-4). Azot ve humik asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkileri [Sözlü bildiri]. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ, Türkiye.
- Uğur, A., Saka, A. K., Ekbiç, E., Aksoy, R., & Zambı, O. (2016a). Taze soğanda (*Allium cepa*) azot ve humik asit uygulamasının verim ve kalite üzerine etkisi. *Bahçe*, 45, 333-337.
- Uğur, A., Ekbiç, E., Saka, A. K., Takak, M., & Zambı, O. (2016b). Azot ve humik asit uygulamalarının pazıda (*Beta vulgaris* subsp. L. var. *cicla*) verim ve kaliteye etkisi. *Bahçe*, 45, 338-343.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Yıldırım, E. (2007). Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato, *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 57(2), 182-186. <https://doi.org/10.1080/09064710600813107>
- Yılmaz, T. (2014). *Ispanakta değişen humik asit dozlarının kurşun alımına ve bitki gelişimine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>



## Reactions of Short, Intermediate and Long Day Onion Genotypes in Turkish National Onion Breeding Program to Fusarium Basal Rot Disease

Türkiye Ulusal Soğan Islahı Programı Kısa, Orta ve Uzun Gün Soğan Genotiplerinin Soğan Dip Çürüklük Hastalığına Karşı Reaksiyonları

Zühtü Polat<sup>1</sup> , Gülay Beşirli<sup>2</sup> , İbrahim Sönmez<sup>3</sup> , Harun Bayraktar<sup>4</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 12.04.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 24.08.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Abstract:** Onion basal rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) disease exerts serious threats on global onion (*Allium cepa* L.) production and trade. Present breeding programs mostly focus on development of cultivars resistant to onion basal rot disease. Characterization of breeding material in breeding gene pool is the first step of breeding. This study was conducted to determine the susceptibility of 4 onion cultivars, 30 long-day, 1 intermediate-day and 21 short-day onion genotypes to onion basal rot disease. Significant differences were seen in disease susceptibility of the genotypes ( $P < 0.01$ ) in both onion seedling and bulb tests. Onion seedling and bulb tests revealed that resistance was not detected in short and intermediate-day onion genotypes and cultivars, while two of long-day onion genotypes (ACLD 7 and 8) were found to be tolerant. Based on present finding, 3 cultivars, 28 long-day, 1 intermediate-day and 21 short-day genotypes were identified as sensitive. ACLD 7 and 8 long-day onion genotypes, which were identified as promising in seedling tests, were also identified as tolerant in bulb tests and such findings proved the compliance of seedling and bulb tests. Bulbs were obtained from the long-day onion lines (ACLD 7-8 genotypes) that were found to be promising and survived in seedling tests and seeds were obtained from these genotypes to ensure progress of generation and they were included in breeding gene pool.

**Keywords:** Onion, *Allium cepa* L., onion basal rot, reaction

&

**Öz:** Soğan dip çürüklüğü (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) küresel soğan (*Allium cepa* L.) üretimi ve ticaretini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Islahçılar tarafından soğan ıslah programı oluşturulurken soğan dip çürüklüğüne dayanıklı çeşit geliştirmek öncelikli konular arasındadır. Islah gen havuzundaki materyalin karakterize edilerek özelliklerinin ortaya konulması ıslahın birinci basamağıdır. Bu çalışmada 4 adet soğan çeşidi ile 30 adet uzun gün, 1 adet orta gün ve 21 adet kısa gün soğan genotiplerinin soğan dip çürüklüğü hastalığına karşı hassasiyetlerini belirlemek amaçlanmıştır. Hem fide testi hem de olgun soğan testi aşamalarında hastalık duyarlılığı ( $P < 0.01$ ) bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Soğan fide testi ile olgun soğan testleri sonucunda kısa ve orta gün soğan genotip ve çeşitlerinde dayanıklılık tespit edilmezken uzun gün soğan genotiplerinden iki tanesi (ACLD 7 ve 8) toleran olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan 3 çeşit, 28 adet uzun gün, 1 adet orta gün ve 21 adet kısa gün genotip ise hassas olarak belirlenmiştir. Fide testi aşamasında ümitvar olarak belirlenen ACLD 7 ve 8 numaralı uzun gün soğan genotipleri aynı şekilde soğan baş testi çalışmasında da toleran olarak bulunmuş fide testi ile soğan baş testi sonuçları birbirini teyit etmiştir. Soğan fide testinde sağ kalan fidelerden ümitvar olarak bulunan uzun gün soğan hatlarından (ACLD 7-8 numaralı genotipler) baş elde edilmiş, elde edilen başlardan da tohum elde edilerek generasyon ilerlemesi sağlanmış ve ıslah gen havuzuna dahil edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Soğan, *Allium cepa* L., soğan dip çürüklüğü, reaksiyon

**Atıf/Cite as:** Polat, Z., Beşirli, G., Sönmez, İ. & Bayraktar, H. (2023). Reactions of short, intermediate and long day onion genotypes in Turkish national onion breeding program to fusarium basal rot disease. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 9(3), 349-357. doi: 10.24180/ijaws.1281699

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Dr. Zühtü Polat, Atatürk Horticultural Central Research Inst., Dep. of Plant Protection, zuhtu.polat@tarimorman.gov.tr (Corresponding author)

<sup>2</sup> Dr. Gülay Beşirli, Atatürk Horticultural Central Research Institute, Department of Vegetable Production, gulay.besirli@tarimorman.gov.tr

<sup>3</sup> Dr. İbrahim Sönmez, Atatürk Horticultural Central Research Institute, Department of Vegetable Production, sonmezibrahim@tarimorman.gov.tr

<sup>4</sup> Prof. Dr. Harun Bayraktar, Ankara University, Department of Plant Protection, bayrakta@agri.ankara.edu.tr

## INTRODUCTION

Onion (*Allium cepa* L.) belongs to Alliaceae family and it is an important vegetable species with a high economic value. Annual onion production of Türkiye is about 2.5 million tons and with this production, Türkiye is ranked as 5<sup>th</sup> by meeting 2.35% of world total onion production (Faostat, 2021). Although onion cultivation is practiced more or less throughout the country, intensive cultivation is carried out especially in Marmara, Central Anatolia and Eastern Mediterranean Regions. Local populations, standard cultivars and hybrid cultivars are commonly used in production activities. While local populations are all placed into long-day (13 hours and more) onion group in terms of daylight hours, standard and hybrid cultivars exhibit a large variation and are placed into short-day (08-10 hours), intermediate-day (10-12 hours) and long-day ( $\geq 13$  day) groups (Beşirli et al., 2021).

Onion basal rot disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* (FOC), is an important disease encountered in Türkiye and several other countries of the world and it causes significant losses both in the field and during the post-harvest storage. The soil-borne agent infects basal plate and neck of onion bulbs, causing bulb rot and post-harvest losses. The pathogen can also cause damping off the seeds pre-emergence and post-emergence and delay the emergence of onion seedlings (Sumner, 1995; Koike et al., 2007; Galván et al., 2008; Dissanayake et al., 2009). While the disease agent prefers the optimum temperature of 28-32 °C, the disease can also occur at low temperatures such as 15 °C. Among the *Fusarium* species, FOC is the most common pathogen in onion fields of Türkiye (Türkkan and Karaca, 2006; Bayraktar and Dolar, 2011).

The disease agent can survive for several years in the form of chlamydospores in the soil and can spread through seeds and soil. Use of resistant cultivars is the most effective and economical way to control the disease, since chemical control has minimal effect on the disease and the disease persists for a long time in the form of chlamydospores in the soil (Visser et al., 2006). Previous researchers indicated that onion genotypes reacted differently to FOC and mentioned about resistant lines and cultivars (Özer, 1998; Apaza and Mattos, 2000; Lopez and Cramer, 2004; Özer et al, 2004; Saxena and Cramer, 2009).

As an effective and economical control method, this study was conducted for characterization of the breeding gene pool to develop a cultivar resistant/tolerant to onion basal rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*), commonly encountered in onion growing regions of Türkiye and causing significant losses.

## MATERIAL AND METHOD

### Material

In present experiments, Akgün 12, which is known to be tolerant against the disease and Kantartopu 3 cultivar (as a sensitive control) were used as the plant material. In addition, İmralı Kırmısı 15 and Beşirli 77 onion cultivars of Yalova Onion Gene Pool; 30 long-day, 21 short-day and 1 intermediate-day genotypes of the Onion Gene Pool in "Development of Onion Lines Tolerant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*" sub-work package of 117G002-numbered TUBITAK 1007 project entitled as "Line and/or Cultivar Development in Winter Vegetable Culture" were also used as the plant material (Table 1).

**Table 1.** Onion genotypes, bulb color and daylight tendency.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan soğan çeşit ve genotiplerin genotip numarası, baş rengi ve gün uzunluğu eğilimi.

Order No	Genotype No	Bulb Color	Order No	Genotype No	Bulb Color
1	ACLD*1	Yellow	29	ACLD56	Yellow
2	ACLD2	Yellow	30	ACLD57	Yellow
3	ACLD3	Yellow	31	ACSD**18	Yellow
4	ACLD4	Yellow	32	ACSD19	Yellow
5	ACLD5	Red	33	ACSD20	Yellow

Table 1. Continue.

Çizelge 1. Devam.

Order No	Genotype No	Bulb Color	Order No	Genotype No	Bulb Color
6	ACLD6	Red	34	ACSD21	Yellow
7	ACLD7	Red	35	ACSD25	Yellow
8	ACLD8	Red	36	ACSD26	Yellow
9	ACLD9	Yellow	37	ACSD27	Yellow
10	ACLD10	Yellow	38	ACSD28	Yellow
11	ACLD11	Red	39	ACSD35	Yellow
12	ACLD13	Yellow	40	ACSD36	Yellow
13	ACLD14	Yellow	41	ACSD37	Yellow
14	ACLD16	Yellow	42	ACSD38	Yellow
15	ACLD22	Red	43	ACSD39	White
16	ACLD23	Yellow	44	ACSD40	Yellow
17	ACLD24	Yellow	45	ACSD41	Yellow
18	ACLD29	Red	46	ACSD42	Yellow
19	ACLD30	Red	47	ACSD51	Yellow
20	ACLD31	Yellow	48	ACSD52	Yellow
21	ACLD32	Yellow	49	ACSD58	Yellow
22	ACLD33	Yellow	50	ACSD59	Yellow
23	ACLD44	Yellow	51	ACSD60	Yellow
24	ACLD45	Yellow	52	ACID***43	Red
25	ACLD48	Yellow	53	ACID	Yellow
				Kantartopu 3	
26	ACLD49	Yellow	54	ACID Beşirli 77	Red
27	ACLD50	Yellow	55	ACLD Akgün 12	Yellow
28	ACLD55	Yellow	56	ACLD İmralı	Yellow
				Kırması 15	

\*ACLD: *Allium cepa* L. long-day, \*\*ACSD: *Allium cepa* L. short-day, \*\*\*ACID: *Allium cepa* L. intermediate-day.

## Method

### Onion Seedling Tests

Seed surface sterilization of the genotypes was carried out by keeping them in 1% sodium hypochlorite for 3 minutes. Treated seeds were kept in sterile water for 5 minutes and left to dry on sterile drying papers. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*, previously diagnosed and with a known virulence, were cultured on PDA nutrient medium at 20 °C for 10 days (Bayraktar et al., 2010). To allow the conidia to pass into the water on developing culture, sterile water was added to the petri dish, mixed gently and filtered through sterile cheesecloth and the spore density was adjusted to 1x10<sup>6</sup> spore ml<sup>-1</sup> density with the help of a hemocytometer. Seeds of each onion line were inoculated in 5 ml of spore suspension for 1 hour. Control seeds were kept in 5 ml sterile distilled water for 1 hour. Then, the autoclave-sterilized substrate (Klasmann Potgrond P) was placed into viols and a total of 100 seeds were planted for each line with 4 replications, 25 seeds in each replication. Experiments were conducted in randomized blocks design. Climate cabin conditions were set as 22 °C temperature, 60% relative humidity and 16/8 hours (light/dark) photoperiods. Disease counts were made on onion seedlings as diseased/healthy. Final assessments were made 30 days after planting, with the use of the following equations, counts were calculated as % by comparing with the control as pre-emergence damping-off and post-emergence damping-off.

$$\% \text{ Seedling Emergence} = \frac{\text{Number of seeds emerged}}{\text{Total number of seeds planted}} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Survived seedling: } \frac{\text{Number of survived seeds}}{\text{Number of seeds emerged in control}} \times 100 \quad (2)$$

$$\% \text{ Disease: } 100 - \text{Survived seedling (\%)} \quad (3)$$

$$\text{Preemergence damping off (\%):} \quad (4)$$

$$\text{Control seedling emergence (\%)} - \text{Pathogen treatment seedling emergence (\%)}$$

$$\text{Post - emergence damping off (\%):} \quad (5)$$

$$\% \text{ Disease} - \text{Preemergence damping off (\%)}$$

### Onion Bulb Tests

The candidate genotypes and cultivars identified as tolerance in seedling tests were subjected to onion bulb tests. A mixture of sterile garden soil, livestock manure and river sand (1:1:1) was used as the growing medium. The seedlings, which reached the 3-leaf stage for 4 weeks, were planted in 0.5 liter pots containing the same sterile growing medium in the unheated greenhouse environment (25-30 °C and %60 RH). Experiments were again conducted in randomized blocks design with 4 replications, 20 pots in each replication and one seedling in each pot. A total of 80 seedlings were planted for each genotype. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* culture, used in onion seedling test, was cultured on PDA medium at 20 °C for 10-15 days. The growing culture was prepared as indicated in the onion seedling test and the spore density was adjusted to  $3 \times 10^5$  spore  $\text{ml}^{-1}$  density with the help of a hemocytometer. About 10 and 21 days after planting, 40 ml of spore suspension was given twice per seedling and 40 ml sterile water was given in control treatments. Onions grown in a greenhouse for about 9 weeks were not irrigated for the last two weeks before assessments (Galván et al., 2008; Taylor et al., 2013). Harvested onions were evaluated over a 0-3 scale (Table 2) and percent disease severity was calculated according to the Townsend-Heuberger formula over the scale values (Townsend and Heuberger, 1943);

$$\text{Severity of Disease (\%)} = \frac{\sum (n \times V)}{Z \times N} \times 100 \quad (6)$$

where; n: number of plants in each disease severity scale; V: scale value; Z: highest scale value; N: total number of plants observed

**Table 2.** Bulb onion assessment scale for onion basal rot disease (Galván et al., 2008).

Çizelge 2. Soğan dip çürüklüğü hastalığı baş soğan değerlendirme skalası.

Scale Value	Description
0	No symptoms
1	Slightly infected (<20% basal rot)
2	Moderately infected (20-50% basal rot)
3	Highly infected (>50% basal rot and rotten onion bulb)

### Statistical Analysis

Experimental data in percentages were subjected to angle transformation before the analysis and then subjected to analysis of variance with the use of JMP®, Version 7 software (SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2019). Significant means were compared with the use of LSD Multiple Comparison Test.



## RESULTS AND DISCUSSION

### Onion Seedling Tests

In pathogen-free control treatments of long, intermediate and short-day onion genotypes of the gene pool, where their susceptibility to Onion Basal Rot disease was evaluated, no cultivars and genotypes, except for genotype 37 (44%), had germination rate of below 50%. The lowest germination rate (30%) was obtained from genotype 30 and the highest (97%) from genotype 6 (Table 3-4).

The highest virulence of the isolate used in this study reached the disease rates of 96%, 95.45% and 92.86% in Kantartopu 3 genotypes, 35 and 30, respectively. The lowest was determined as 25% and 31.46% disease rates in genotypes 8 and 7, respectively. Sasaki et al. (2015) classified virulence levels of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* isolates as; high virulence for disease severity of >70%, moderate virulence for disease severity of between 30-70% and low virulence for disease severity of <30%. Although the isolate used in this study differed based on genotypes, its virulence up to 96% resulted in classification of isolate as high virulence with average virulence of 66.8% in all genotypes.

Considering both the germination results of the genotypes in control treatments and the virulence level of the pathogen isolate, the suitability of the seeds and pathogen isolate for the disease testing evaluations has been demonstrated (Sasaki et al., 2015; Mandal and Cramer, 2021).

**Table 3.** Reactions of long-day onion genotypes to onion basal rot disease.

Çizelge 3. Uzun gün soğan genotiplerinin Soğan Dip Çürüklüğü hastalığına karşı reaksiyonları.

Genotype No	CONTROL Avr. Seedling Emergence (%) (1)	Pre-emergence Damping-off (%) (4)	Post-emergence Damping-off (%) (5)	Pathogen Treated TOTAL % Disease (3)
ACLD 1	84.88	5.95	40.48	46.43
ACLD 2	91.00	1.10	53.85	54.95
ACLD 3	80.75	10.00	46.25	56.25
ACLD 4	74.79	0.00	67.57	67.57
ACLD 5	74.88	4.05	39.19	43.24
ACLD 6	97.96	12.37	36.08	48.45
ACLD 7	<b>89.92</b>	<b>0.00</b>	<b>31.46</b>	<b>31.46</b>
ACLD 8	<b>92.88</b>	<b>2.17</b>	<b>22.83</b>	<b>25.00</b>
ACLD 9	84.75	2.38	42.86	45.24
ACLD 10	88.92	17.05	30.68	47.73
ACLD 11	86.05	11.54	47.44	58.97
ACLD 13	84.09	20.27	66.22	86.49
ACLD 14	79.55	10.00	61.43	71.43
ACLD 16	68.18	8.33	71.67	80.00
ACLD 22	76.14	20.90	58.21	79.10
ACLD 23	65.91	24.14	44.83	68.97
ACLD 24	84.09	18.92	39.19	58.11
ACLD 29	80.68	18.31	50.70	69.01
ACLD 30	<b>56.63</b>	<b>50.00</b>	<b>42.86</b>	<b>92.86</b>
ACLD 31	53.46	0.00	75.47	75.47
ACLD 32	71.83	25.35	56.34	81.69
ACLD 33	80.67	11.25	50.00	61.25
ACLD 44	98.00	7.14	51.02	58.16
ACLD 45	74.79	24.32	60.81	85.14
ACLD 48	94.00	27.66	45.74	73.40
ACLD 49	82.83	21.95	46.34	68.29
ACLD 50	90.88	0.00	62.22	62.22
ACLD 55	84.83	3.57	54.76	58.33
ACLD 56	85.83	25.88	43.53	69.41
ACLD 57	97.00	13.40	52.58	65.98
Akgün 12	62.58	24.19	48.39	72.58

Pathogen isolate differed based on genotypes in onion seedling tests, but the pathogen isolate caused post-emergence damping-off in onion seedlings predominantly in long-day onion genotypes, although the

average pre-emergence and post-emergence damping-off rates were found to be close to each other in short-day onion genotypes. For instance, in long-day onion genotype 22, post-harvest damping-off ratio was 58.21%, while pre-harvest damping-off ratio was 20.9%. Likewise, in short-day onion genotype 35, post-emergence damping-off ratio was 43.9%, while pre-emergence damping-off ratio was 51.5% (Table 3). Similar to previous literature, present findings also revealed that disease agent caused significant pre- and post-emergence damping-off ratios (Sumner, 1995; Koike et al., 2007; Galván et al., 2008; Dissanayake et al., 2009). Significant differences were observed in the reaction of cultivars and genotypes subjected to onion seedling testing to the disease agent. While genotypes 2-5-6-7-8-9 were found to be prominent in long-day onion genotypes, short-day onion genotypes 19-25-26-27 and 42 had lower disease ratios than the other genotypes (Table 3-4).

**Table 4.** Reactions of intermediate and short-day onion genotypes to onion basal rot disease.

Çizelge 4. Kısa ve Orta gün soğan çeşit/genotiplerinin Soğan Dip Çürüklüğü hastalığına karşı reaksiyonları.

Genotype No	CONTROL Avr.			Pathogen Treated TOTAL % Disease (3)
	Seedling Emergence (%) (1)	Pre-emergence Damping-off (%) (4)	Post-emergence Damping-off (%) (5)	
ACSD 18	80	32.5	41.25	73.75
ACSD 19	81	8.6	48.15	56.79
ACSD 20	76	21.1	44.74	65.79
ACSD 21	81	24.7	50.62	75.31
ACSD 25	91	11.0	28.57	39.56
ACSD 26	86	18.6	39.53	58.14
ACSD 27	77	9.1	48.05	57.14
ACSD 28	67	23.9	49.25	73.13
ACSD 35	66	51.5	43.94	95.45
ACSD 36	82	24.4	46.34	70.73
ACSD 37	44	63.6	22.73	86.36
ACSD 38	78	28.2	44.87	73.08
ACSD 39	69	20.3	40.58	60.87
ACSD 40	71	59.2	23.94	83.10
ACSD 41	68	69.1	13.24	82.35
ACSD 42	96	14.6	27.08	41.67
ACID 43	95	23.2	47.37	70.53
ACSD 51	80	45.0	22.50	67.50
ACSD 52	66	16.7	56.06	72.73
ACSD 58	79	36.7	34.18	70.89
ACSD 59	71	56.3	30.99	87.32
ACSD 60	80	23.8	48.75	72.50
Beşirli 77	90	28.9	48.89	77.78
İmralı Kırmısı 15	86	24.4	45.35	69.77
Kantartopu 3	75	42.7	53.33	96.00

There were significant differences in reactions of cultivars and genotypes against the disease. While genotypes 8 and 7, which were placed into the same statistical group, were found to be prominent in long-day onion genotypes, genotypes 19-25-42 were found to be prominent in short-day onion genotypes (Table 5).

**Table 5.** Variance analysis for reactions of long, intermediate and short-day onion genotypes to onion basal rot disease.

Çizelge 5. Uzun-Kısa ve Orta gün soğan çeşit/genotiplerinin Soğan Dip Çürüklüğü hastalığına reaksiyonlarının varyans analizi.

Long-day GENOTYPE NO:	Survived Seedling (%) (2)	Intermediate/short-day GENOTYPE NO:	Survived Seedling (%) (2)
ACLD 8	75.00±2.17a	ACSD 25	60.44±10.48a
ACLD 7	68.54±2.25a	ACSD 42	58.33±2.95ab
ACLD 5	56.76±3.12b	ACSD 19	43.21±5.38abc
ACLD 9	54.76±2.75b	ACSD 27	42.86±12.39bc
ACLD 1	53.57±4.56b	ACSD 26	41.86±10.40bcd
ACLD 10	52.27±2.62b	ACSD 39	39.13±6.32cde

Table 5. Devamı.

Çizelge 5. Continue.

Long-day GENOTYPE NO:	Survived Seedling (%) (2)	Intermediate/short-day GENOTYPE NO:	Survived Seedling (%) (2)
ACLD 6	51.55±5.32b	ACSD 20	34.21±12.06cf
ACLD 2	45.05±4.21c	ACSD 51	32.5±10.31cf
ACLD 3	43.75±4.79cd	İmralı K. 15	30.24±2.33cf
ACLD 24	41.89±2.70cde	ACSD 36	29.27±5.97cg
ACLD 44	41.84±3.91cde	ACSD 58	29.11±5.52cg
ACLD 55	41.67±2.38cde	ACID 43	29.47±10.73cg
ACLD 11	41.03±4.19cde	ACSD 60	27.5±7.50dh
ACLD 33	38.75±4.79def	ACSD 38	26.92±2.22dh
ACLD 50	37.78±2.57ef	ACSD 28	26.87±2.99dh
ACLD 57	34.02±2.06fg	ACSD 52	27.27±9.09eh
ACLD 4	32.43±4.41gh	ACSD 18	26.25±4.15eh
ACLD 49	31.71±2.82ghı	ACSD 21	24.69±6.98fgh
ACLD 23	31.03±3.98gj	Beşirli 77	22.22±9.43fi
ACLD 29	31.00±3.25gj	ACSD 40	16.9±3.98ghu
ACLD 56	30.59±2.72gj	ACSD 41	17.65±11hu
ACLD 14	28.57±6.60hk	ACSD 37	13.64±7.87ij
Akgün 12	27.40±3.23ijk	ACSD 59	12.68±8.33ijk
ACLD 48	26.60±2.13jk	ACSD 35	4.55±2.62jk
ACLD 31	24.53±3.77kl	Kantartopu 3	4±4.42k
ACLD 22	20.90±3.45lm	P<0.01 CV: 14.77% LSD: 12.6	
ACLD 16	20.00±5.44m		
ACLD 32	18.31±2.82mn		
ACLD 45	14.86±2.70no		
ACLD 13	13.51±3.12o		
ACLD 30	7.14±0.00p		

P<0.01 CV: 5.34% LSD: 5.09

### Onion Bulb Tests

Long-day genotypes 2-5-6-7-8-9 were selected as tolerant and genotype 22 as sensitive; short-day genotypes 19-25-26-42 were selected as tolerant and Kantartopu 3 cultivar as sensitive in onion seedling tests subjected to onion bulb tests. Among the long-day genotypes, genotypes 7 and 8 were also found to be tolerant in bulb tests. Although there was a slight change in the disease rate when onions were stored at room temperature for one month after the harvest in which the presence of latent infection was investigated, there was a significant difference as compared to sensitive genotype (genotype 22). Likewise, genotype 22, which was identified as sensitive in seedling tests, was also found to be sensitive in bulb tests and such findings confirmed the compliance of seedling and bulb tests (Table 6).

Table 6. Disease status of long-day genotypes in bulb tests.

Çizelge 6. Uzungün soğan genotiplerinin soğan baş testindeki hastalık durumu.

Genotype No	Disease Index - Harvest	Disease Index- 4-week storage	Disease Ratio (%) - Harvest (6)	Disease Ratio (%) - 4-week storage (6)
ACLD 2	0.52	1.27	18.75±4.11b	40.28±15.77c
ACLD 5	0.58	0.58	19.44±3.93b	19.44±3.40d
ACLD 6	0.58	1.43	19.44±5.20b	47.88 b±12.93bc
ACLD 7	0.33	0.375	11.11±1.96c	12.50±2.40d
ACLD 8	0.18	0.54	6.25±1.20d	18.05±12.19d
ACLD 9	0.58	1.79	19.44±3.40b	59.72±4.61ab
ACLD 22	1.45	2.06	48.57±10.13a	68.75±3.61a

P: <0.01 CV:12.67% P: <0.01 CV:16.58%

However, in short-day onion genotypes 25 and 42, which were identified as tolerant in seedling tests, the disease severity was determined as between 46 - 68% in assessments made at harvest and as between 57 - 73% in assessments made at end of one-month storage, considering the presence of latent infection by

storing one month after harvest. Since disease rates were above 50%, these genotypes were identified as sensitive. Likewise, Kantartopu 3 cultivar, which was identified as sensitive in seedling tests, was found to be sensitive with as disease severity ratio of 81% in bulb tests (Table 7).

**Table 7.** Disease status of short-day genotypes in bulb tests.

Çizelge 7. Kısa gün soğan genotiplerinin soğan baş testindeki hastalık durumu.

Genotype No	Disease Index - Harvest	Disease Index- 4-week storage	Disease Ratio (%) - Harvest (6)	Disease Ratio (%) - 4-week storage (6)
ACSD 26	2.5	2.7	83.33±7.4a	86.66±4.7a
Kantartopu 3	2.45	2.45	81.66±2.9a	81.66±2.8a
ACSD 25	2.05	2.2	68.31±15.9ab	73.31±10.5a
ACSD 19	1.46	2	48.86±12.5b	55.53±8.2b
ACSD 42	1.40	2	46.64±5.4b	57.77±3.14b

P: <0.05 CV:10% P: <0.01 CV:6%

Plant resistance mechanism against onion basal rot disease has not been fully elucidated, yet. Grouping cultivar and genotype populations according to how they respond to FOC is an effective way for a progress in resistance breeding (Mandal and Cramer, 2021; Saxena and Cramer, 2009).

Since onion is a foreign-pollinated vegetable, each onion is genetically heterogeneous, which may explain the presence of resistant plants among the cultivars tested. In this case, repeated selection of uninfected plants may result in populations with progressively higher rates of *Fusarium* resistant individuals (Galván et al. 2008). Higher resistance selections were obtained as a result of this strategy (Gutierrez and Cramer, 2005; Sharma and Cramer, 2023).

Previous researchers indicated that onion genotypes reacted differently to FOC and mentioned about existence of tolerant and resistant lines and cultivars (Özer, 1998; Apaza and Mattos, 2000; Lopez and Cramer, 2004; Özer et al., 2004; Saxena and Cramer, 2009, Taylor et al., 2013; Mandal and Cramer, 2021).

## CONCLUSION

Present onion seedling and bulb tests revealed that 30 long-day, 21 short-day and 1 intermediate-day genotypes and 4 onion cultivars exhibited different reactions against onion basal rot disease and there were genotypes with lower disease reaction. Among them, ACLD 8 and 7 long-day onion genotypes were found to have lower disease rates in both seedling and bulb tests as compared to other genotypes. These genotypes should be included in the National Onion Breeding Program and used in development of onion cultivars resistant to Onion Basal Rot disease. Considering the findings of previous studies, sensitivity differences due to variety - isolate interactions should also be taken into consideration.

## CONFLICT OF INTEREST

Authors declare no conflict of interests.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

ZP, GB and İS involved in performance of experiments, HB involved in study design and manuscript draft.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) within the scope of 17G002-numbered project entitled as " Development of Line and/or Variety in Winter Vegetable Cultivation". The genotypes, which haven't been registered as cultivar, were provided by Asst. Prof. Dr. Ali Fuat GÖKÇE.

## REFERENCES



- Apaza, W. E., & Mattos, L. (2000). Reaction of onion cultivars to basal plate rot caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Fitopatología*, 35(4), 231-236.
- Bayraktar, H., Türkkan, M., & Dolar, F. S. (2010). Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* from onion in Türkiye based on vegetative compatibility and rDNA RFLP analysis. *Journal of Phytopathology*, 158(10), 691-697. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01685.x>.

- Bayraktar, H., & Dolar, F. S. (2011). Molecular identification and genetic diversity of *Fusarium* species associated with onion fields in Türkiye. *Journal of Phytopathology*, 159(1), 28-34. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2010.01715.x>.
- Beşirli, G., Sönmez, İ., Albayrak, B., & Polat, Z. (2021). Organik Soğan Yetiştiriciliği. (Kitap), Sa: 61, *Enstitü Yayın No: 110*, ISBN No: 978-625-8451-29-0, (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/yalovabahce/Menu/77/Yayin-Indirme>).
- Dissanayake M.L.M.C., Kashuma R., Tanaka S. & Ito S-I. (2009). Genetic diversity and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* isolated from wilted Welsh onion in Japan. *Journal of General Plant Pathology*, 75, 125–130. <https://doi.org/10.1007/s10327-008-0135-z>.
- Faostat, (2021). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en#data/QCL> [Access date: March 27, 2023].
- Galván, G. A., Koning-Boucoiran, C. F., Koopman, W. J., Burger-Meijer, K., González, P. H., Waalwijk, C., Kik, C. & Scholten, O. E. (2008). Genetic variation among *Fusarium* isolates from onion, and resistance to *Fusarium* basal rot in related *Allium* species. *European Journal of Plant Pathology*, 121, 499-512. <https://doi.org/10.1007/s10658-008-9270-9>.
- Gutierrez, J. A., & Cramer, C. S. (2005). Screening short-day onion cultivars for resistance to fusarium basal rot. *HortScience*, 40(1), 157-160. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.1.157>.
- Koike, S. T., Gladders, P., & Paulus, A. O. (2007). Vegetable diseases: a color handbook. *Gulf Professional Publishing*.
- Lopez, J. A., & Cramer, C. S. (2004). Screening short-day onion varieties for resistance to *Fusarium* basal rot. *Acta Horticulturae*, 637, 169-173. <https://doi.org/10.17660/ActaHort.2004.637.19>.
- Mandal, S., & Cramer, C. S. (2021). Screening of USDA Onion Germplasm for *Fusarium* Basal Rot Resistance. *Horticulturae*, 7(7), 174.
- Özer, N. (1998). Reaction of some onion cultivars to *Aspergillus niger* Van Tiegham and *Fusarium oxysporum* Schlecht. *Journal of Turkish Phytopathology*, 27, 17-26.
- Özer, N., Köycü, N. D., Chilosi, G., & Magro, P. (2004). Resistance to *Fusarium* basal rot of onion in greenhouse and field and associated expression of antifungal compounds. *Phytoparasitica*, 32, 388-394. <https://doi.org/10.1007/BF02979850>.
- Sasaki, K., Nakahara, K., Tanaka, S., Shigyo, M., & Ito, S. I. (2015). Genetic and pathogenic variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* isolated from onion and Welsh onion in Japan. *Phytopathology*, 105(4), 525-532. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-14-0164-R>
- Saxena, A., & Cramer, C. S. (2009). Screening of onion seedlings for resistance against New Mexico isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Journal of Plant Pathology*, 199-202.
- Sharma, S., & Cramer, C. S. (2023). Selection Progress for Resistance to *Fusarium* Basal Rot in Short-Day Onions Using Artificial Inoculation Mature Bulb Screening. *Horticulturae*, 9(1), 99. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010099>.
- Sumner, D. R. (1995). *Fusarium* basal plate rot. Compendium of onion and garlic diseases. *American Phytopathological Society, St. Paul, Minn*, 10-11.
- Taylor, A., Vagany, V., Barbara, D. J., Thomas, B., Pink, D. A. C., Jones, J. E., & Clarkson, J. P. (2013). Identification of differential resistance to six *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* isolates in commercial onion cultivars through the development of a rapid seedling assay. *Plant Pathology*, 62(1), 103-111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2012.02624.x>.
- Townsend, G. K., & Heuberger, J. W. (1943). Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments. *Plant Dis. Repr.*, 27, 340-343.
- Türkkan, M. & Karaca, G. (2006). Amasya İli Soğan Ekiliş Alanlarında Bulunan Fungal Kök Çürüklüğü Hastalık Etmenlerinin Belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(04), 357-363. [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000000376](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000376).
- Visser, C. D., Broek, R., & Brink, L. (2006). *Fusarium* basal rot in The Netherlands. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 65, 5-16.



## Güneş Enerjisi Santrali Desteğinin Tarım İşletmelerine Etkileri: Ankara İli Örneği

Effect of Solar Energy Support on Agricultural Farms: The Case Study of Ankara

Sıla Ozan<sup>1</sup> , Esin Hazneci<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 29.08.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 13.11.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Güneş enerjisi, temiz, sonsuz ve çevre dostu olup bütün enerjilerin dolaylı kaynağıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en yüksek potansiyele sahip enerji türüdür. Güneş enerjisi ile tarım sektöründe paneller (FV) kullanılarak ısı ve elektrik üretimi yapılır. İşletmelerde üretilen elektrik üretim, paketleme, depolama alanlarında kullanılırken üretilen ısı ise kümeslerde kullanılmaktadır. Bu çalışma ile Türkiye’de güneş enerjisi sitemlerinin tarım sektörüne entegrasyonun sağlanabilmesi amacıyla, nelerin yapılabileceğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Güneş enerjisi sistemlerinin uygulandığı bazı tarım işletmeleri örneklerine yer verilerek, bu alana ilgi duyabilecek üreticilere ve sektörün diğer ilgili taraflarına bilgi vermek hedeflenmiştir. Bu amaçla tam sayım yöntemine göre, Ankara ilinde güneş paneli kullanarak tarımsal üretimde bulunan 7 işletme ile görüşülmüştür. Elde edilen veriler SPSS paket programında analiz edilmiş, bulgular ortalama, standart sapma, yüzde ve frekanslarla açıklanmıştır. Araştırma sonucunda GES desteğinden faydalanan tarım işletmelerinin tamamının destekten memnun olduğu, işletmelerin enerji maliyetlerinin azaldığı ve ihtiyaç fazlası enerji üretimi durumunda devletle mahsuplaşarak ek gelir sağlayabildiği saptanmıştır. Araştırmada GES desteği kapsamında bütün işletmelere standart büyüklükte panel uygulandığı görülmüştür. Güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmek için, işletmelerin kapasitesine ve enerji ihtiyacına göre destek çalışmalarının revize edilmesi önerilmektedir. Araştırma sonucunda görüşülen tarım işletmelerinden elde edilen bilgiler ışığında GES desteği, destekten faydalanmak isteyen işletmelere önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji, güneş enerjisi, ges, güneş paneli, Ankara

&

**Abstract:** Solar energy is clean, endless, environmentally friendly, and the indirect source of all energy. It is the type of energy with the highest potential among renewable energy sources. Solar energy produces heat and electricity using panels (PV) in the agricultural sector. While electricity produced in enterprises is used in production, packaging, and storage areas, the heat produced is used in poultry houses. This study aims to reveal what can be done to ensure the integration of solar energy systems into the agricultural sector in Turkey. For this purpose, according to the full count method, seven enterprises engaged in agricultural production using solar panels in Ankara were interviewed. The data obtained were analyzed in the SPSS package program, and the findings were explained with mean, standard deviation, percentage, and frequencies. As a result of the research, it has been determined that all of the agricultural enterprises benefiting from the SPP support are satisfied with the support, the energy costs of the enterprises are reduced, and they can provide additional income by offsetting the government in case of excess energy production. The research showed that standard-size panels were applied to all enterprises within the scope of SPP support. To benefit more from solar energy, it is recommended to revise the support studies according to the capacity and energy needs of the enterprises. In light of the information obtained from the agricultural enterprises interviewed as a result of the research, SPP support can be suggested to the enterprises that would like to benefit from the support.

**Keywords:** Renewable energy, solar energy, spp, solar panel, Ankara

**Atıf/Cite as:** Ozan S. & Hazneci E. (2023). Güneş enerjisi santrali desteğinin tarım işletmelerine etkileri: Ankara ili örneği. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 358-369. doi: 10.24180/ijaws.1352096

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

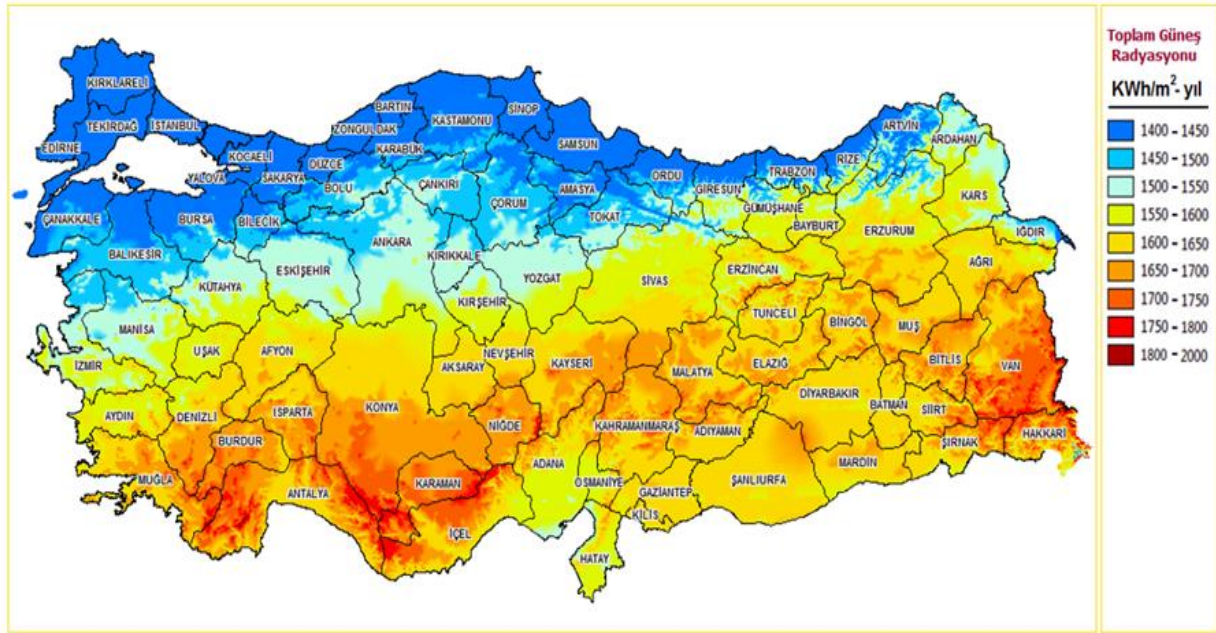
<sup>1</sup> Sıla Ozan, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, slaozan1905@gmail.com

<sup>2</sup> Esin Hazneci, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, esin.hazneci@omu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

## GİRİŞ

Güneş enerjisi, güneş çekirdeğinde füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan enerjidir. Tüm enerji kaynakları güneşe bağımlıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş önemli bir yer tutar. Güneş enerjisi sayesinde ev, iş ve tarım sektörü düşük maliyetle elektriğini üretip kullanabilmektedir (Öztürk ve Kaya, 2013; Anonim, 2021). Günümüzde tarım işletmelerinin karlılığının artırılabilmesi için, enerji ihtiyacının maliyetlerini minimuma indirmek önem arz etmektedir. İşletmeler genel olarak, enerji tüketimi fazla olan tarımsal üretim işlemlerini yerine getirebilmek için yenilenebilir enerji kaynakları olan biyogaz, güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanmaktadırlar. Tarımsal üretimde özellikle de hayvan yetiştiriciliğinde daha kaliteli ve yüksek verime ulaşabilmek makineleşme ile doğru orantılı olmaktadır. Makineleşmeye bağlı olarak enerji tüketimi de yıllar içerisinde artış göstermektedir. Günümüzde enerji maliyetinin yükselmesi, üreticilerin gelirlerinin önemli bir bölümünü elektrik faturalarına ayırmasına sebep olmaktadır (Orhan ve Şahin, 2022). Bu nedenle birçok işletme tarafından güneş enerjisi panelleri yoluyla enerji maliyetlerini azaltmaya çalışmak son yıllarda başvurulan bir yöntem haline gelmiştir. Panellere olan talebin artmasıyla birlikte 2013 yılından itibaren Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü, Ekonomik Yatırımlar Birimi tarafından “Yenilenebilir Enerji Yatırım Hibe Desteklemeleri” verilmeye başlanmıştır. Aynı zamanda Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından da bu destek verilmektedir.

Türkiye coğrafi konumu ile avantajlı güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Şekil 1.'de Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) gösterilmiştir (Anonim, 2022a). Bu haritaya göre 1 m<sup>2</sup> yüzey alanına gelen yıllık ortalama güneş radyasyon miktarı güneye gidildikçe artmaktadır. Türkiye global radyasyon değerleri günlük en fazla 6.570 kWh m<sup>-2</sup> ile haziran ayında, 11.31 saat ile en yüksek güneşlenme süresi ise temmuz ayında gerçekleşmektedir (Orhan ve Şahin, 2022).



Şekil 1. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli atlası ( GEPA).

Figure 1. Türkiye's solar energy potential atlas.

Harita üzerinde Güney'den kuzeye doğru gidildikçe güneşlenme süresi ve potansiyeli azalmaktadır. Karadeniz coğrafi konumundan ötürü yağış miktarı en fazla olan bölge olması nedeniyle diğer bölgelere göre ışınımı en az bölge olmaktadır. Marmara ve Ege bölgeleri ise orta düzeydedir. İç Anadolu, Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ise ışınım şiddetinin yüksek olduğu bölgelerdir. Bu nedenle bu bölgelerin güneş enerji santralleri kurulumu bakımından daha verimli olduğu ve kurulan tesislerin daha kısa sürede yatırım ve maliyetleri amorti ederek daha kısa vadede geri dönüş sağlamaktadır (Şekil 1) (Anonim, 2009).

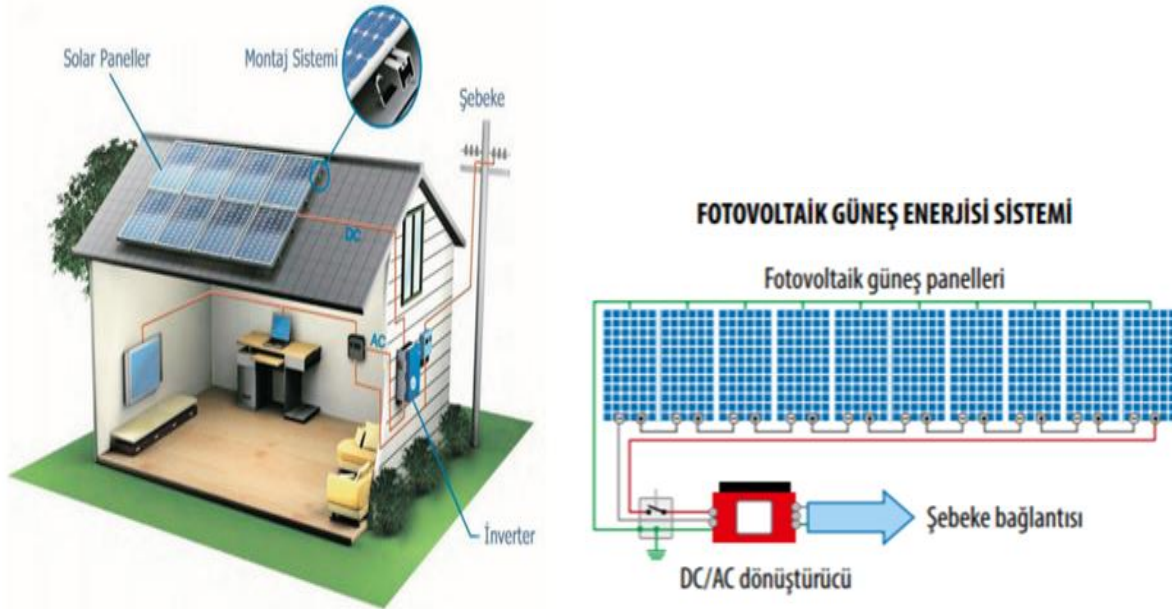


Şekil 2. Ankara güneş enerjisi potansiyeli atlası.

Figure 2. Ankara's solar energy potential atlas.

Şekil 2.'de Ankara ilinde güneş enerjisi potansiyeli atlası görülmektedir. Buna göre yıllık ortalama güneş radyasyon miktarı Haymana, Evren, Şereflikoçhisar ilçelerinde doğru gidildikçe artmaktadır.

Yenilenebilir enerji sistemlerinde kurulumu ve bakımı en kolay olan Güneş Enerjisi Santralleri (GES)'dir. Yapısı sayesinde montajı kolaydır, yer tasarrufu için çatı tipi model kullanılmaktadır. Bakım maliyetleri çok azdır, kendi elektriğinizi üretilip tasarruf yapmanızı ve kazanç elde etmenizi sağlar (Anonim, 2022b) Sürdürülebilir enerji kullanımı amacıyla güneş enerjisi santrali ortalama 25 yıllık panel ömrü ile iyi bir alternatif seçenek olarak önümüze çıkmaktadır.



Şekil 3. Fotovoltaik güneş enerjisi sistemi ve çatı tipi model.

Figure 3. Photovoltaic solar system and rooftop model.

Şekil 3.'de fotovoltaik güneş enerjisi sistemi ve çatı tipi model görülmektedir. Türkiye'de fotovoltaik (PV) sistemlerin kullanımının yaygınlaştırmak amacıyla, gerekli olan 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji



Kaynakları Kanunu" 29.12.2010 yılında revize edilmiş ve 2013'te mevzuat çalışmaları tamamlanmıştır (E.C.A., 2015).

Güneş enerjisi teknolojileri, yöntem ve teknolojik düzey açısından farklılık göstermektedir, ısıtma amaçlı (ısı) güneş teknolojileri ve elektrik üreteçleri (fotovoltaik) olarak iki gruba ayrılır. Fotovoltaik (PV) sistem gürültüsüz ve çevreyi kirletmeden güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren sistemdir. PV sistemde, su çekme, pompalama gibi uygulamalarda kullanılır (Anonim, 2008; Vural, 2010).

Güneş enerjisinin tarım sektöründe daha çok, ürünlerin üretimi, taşınması, işlenmesi ve saklanması için kullanılmaktadır. Çeşitli tarımsal uygulamalarda güneş enerjisi kullanımına ilişkin araştırmalar gözden geçirildiğinde; tahıl kurutma, seraların ve kırsal konutların ısıtılması ve soğutulması, hayvan barınaklarının ısıtılması, tahıl dışındaki mahsullerin kurutulması, gıda işleme ve sulamada daha yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Şekil 4.'de güneş enerjisi desteğinden faydalanan bir tarım işletmesinin panel görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4. Güneş enerjisi desteğinden faydalanan bir tarım işletmesi örneği.

Figure 4. An example of an agricultural business benefiting from solar energy support.

**Kaynak:** Araştırmacı tarafından, araştırma alanında çekilen saha fotoğrafı.

Dünyada güneş enerjisi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde daha çok güneş enerjisi ile kümeslerin ısıtılması üzerine yapılan araştırmalar (Brinsfield ve Felton, 1980; Reece, 1981; Rokeby vd., 1983; Cordeau and Barrington, 2010; El Mogharbel et al., 2014; Gad vd., 2020) dikkati çekmektedir. Son yıllarda Türkiye'de yapılan bir çalışma da benzer şekilde seraların güneş enerjisi ile ısıtılması ile ilgili olduğu görülmektedir (Ayhan, 2021). Bunun dışında yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi yatırımlarını etkileyen faktörler, Türkiye ve Dünya'da fotovoltaik uygulamaları ile ilgili çalışmalar (Trotter vd., 1979; Sayın ve Koç, 2011; Taşkın ve Vardar, 2016; Yıldırım, 2017; Kanat, 2019; Uyar ve Najafi, 2021; Doğanay 2021; Emiroğlu vd., 2021) mevcuttur. Sağlam (2019) güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinesi prototipinin geliştirilmesi ile ilgili bir çalışma yaparken; Aday ve Ertekin (2018) tarafından seralarda kullanılacak, güneş enerjisi destekli, otomatik yön bulabilen, mikro denetleyici kontrollü araç prototipinin oluşturulması ile ilgili bir çalışma yürütmüştür. Güneş enerjisinden yararlanarak tarım ürünlerinin kurutulması ile ilgili de literatüre de rastlanmıştır (Polat vd., 2012; Çakır, 2015). Yolcan ve Köse ise 2020 yılında yaptıkları çalışmada, Türkiye'nin güneş enerjisi durumu ve güneş enerjisi santrali kurulumunda önemli parametreleri araştırmışlardır. Türkiye'de güneş enerjisi potansiyelini değerlendirmek amacıyla, güneş enerjili sulamanın tarım sektöründe uygulanmaları ile ilgili yapılan çalışmalar da mevcuttur (Atmaca vd., 2014; Gökalp, 2014). Bazen ve Brown 2009 yılında Tennessee'de yaptıkları çalışmada, alternatif enerji programlarının, hibelerin ve diğer teşviklerin, kümes hayvanları endüstrisindeki çeşitli

güneş bölgelerinde güneş sistemlerinin üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Türkiye’de son yıllarda yapılan araştırmalar daha çok işletmelerin çatısına kurulan ve fotovoltaik panellerden oluşan güneş enerjisi sistemlerinin maliyet ve ekonomik analizine yönelmeye başlamıştır (Karaağaç vd., 2020; Delice ve Yashoğlu, 2021; Orhan ve Şahin, 2022). Ancak yapılan literatür taraması sonucunda, Türkiye’de hem güneş enerjisi santral destekleri hem de desteğin tarım işletmeleri üzerinde meydana getireceği değişimleri ve etkileri ortaya koyan daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle çalışma, GES destekleri ve tarım sektörüne etkilerinin sonuçlarını ortaya koymak bakımından özgün bir çalışma olarak görülmektedir. Bu çalışma ile güneş enerjisinden elektrik üretiminin tarım işletmelerine etkilerinin bütünüyle değerlendirilmesi, işletmelerin girdi tutarı olan elektrik masraflarının azalışı ve Ankara ili hibe destek çalışmalarının yeterliliğinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Yapılan araştırma ile GES desteğinden faydalanan işletmelerin destekten faydalanma koşulları, desteğin işletmelerin enerji maliyetlerine olan etkileri, desteğin yeterli olup olmadığı ve destekten memnuniyet durumları ortaya konulmaya çalışılmıştır. GES desteği ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Bu yönüyle bu çalışma Türkiye’de konuya ilgi duyan tüm taraflara desteğin uygulaması ve sonuçları ile ilgili bilgi vermeyi amaçlamaktadır. Çalışma ile GES desteğinden faydalanan işletmelerin elektrik enerjisi tüketim maliyetlerinde meydana gelen değişimler incelenmiş, kendi ihtiyaçlarından fazla enerji üretimi yapıp yapamadıklarını ve bunları nasıl değerlendirdiklerini belirtilmiş ve tarım işletmelerinde çevre dostu güneş enerjisi kullanımının yaygınlaştırılmasına dikkat çekmek istenmiştir.

### MATERYAL VE METOT

Araştırma materyalinin tamamı, Ankara ilinde faaliyette bulunan “Yenilenebilir Enerji Yatırım Hibe Desteklemeleri” alan tarım işletmeleri ile yapılan anket çalışmalarından ve alan gözlemlerinden sağlanmıştır. Ayrıca, araştırma bölgesinde bulunan Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü Ekonomik Yatırımlar Birimi kayıt ve dokümanlarından yararlanılmıştır. Ankara ilinde destekten faydalanan 9 işletme olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2022c). Tam sayım yöntemine göre işletmelerin tamamı ile görüşülmesi hedeflenmiş, ancak bu işletmelerin 7 tanesi ile yüz yüze görüşülmüştür. Bir işletme kendi isteği ile araştırmaya katılmak istememiş, 1 işletmenin ise alınan destekten vazgeçerek projeden ayrıldığı tespit edilmiştir. Ankara ilinde bu işletmeler dışında GES desteğinden faydalanmadan kurulmuş, güneş enerjisi paneli kullanan bir işletmeye rastlanmamıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programında analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. İncelenecek işletmelerin sosyo-demografik özellikleri, üretim uygulamaları, işletmeler bakımından enerji tüketim miktarları, destek sonucunda elektrik enerjisi maliyetinde meydana gelen değişimler, tarım işletmelerinin elektrik enerjisi desteğini hangi amaçlarla kullandıkları, enerji desteği kurulum, kullanım ve sonrasında karşılaştıkları sorunlar araştırılmış, elde edilen bulgular ortalama, standart sapma, yüzde ve frekanslarla açıklanmıştır. İncelenecek her bir işletme özelinde, oransal olarak maliyetlerde meydana gelen değişimler hesaplanmıştır. Enerji desteğinden önce ödenen elektrik gideri ile destekten sonra ödenen elektrik giderleri karşılaştırılmış ve değişimler tutar olarak ve oransal olarak ortaya konularak, işletmeler üzerinde yarattığı etkiler incelenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmaya katılan işletmeler Ankara ilinin, Çubuk, Kalecik, Beypazarı (3), Güdül, Polatlı ilçelerinde faaliyet göstermektedirler. Tarım işletmelerinin en eskisi 1995 yılında kurulmuşken, en yenisi 2014 yılında faaliyete başlamıştır. Araştırmaya katılan tarım işletmelerinin gizliliğini korumak adına şirket isimlerine yer verilmemiştir. Ancak çalışmayı daha anlaşılır kılabilmek adına tarım işletmelerine A harfinden başlayarak G harfine kadar isim verilmiş ve hangi işletmenin hangi alanda tarımsal üretim faaliyetinde bulunduğu Çizelge 1.’de gösterilmiştir.

İncelenen tarım işletmelerinin yaklaşık %43’ü sebze üretimi yaparken, %43’ü broyler yetiştiriciliği yapmakta, yaklaşık %14’ü de besi yetiştiriciliği ve baharat üretimi yapmaktadır. B işletmesi sebze üretimi ve broyler yetiştiriciliğini aynı anda yapmaktadır. Sebze üretimi yapan işletmeler güneş enerjisini yıkama-paketleme bölümünde kullanırken, broyler işletmeleri ise kümeslerin ısıtılması ve ışık ile aydınlatma için kullanmaktadır. Besi yetiştiriciliği yapan işletme genel enerji ihtiyacı için güneş enerjisini kullanırken,

baharat üretimi yapan işletme baharat öğütme makinelerinin enerji ihtiyacı için güneş enerjisini kullanmaktadır.

**Çizelge 1.** Tarım işletmelerin enerjiyi kullandıkları alan.

Table 1. The area where agricultural enterprises use energy.

İşletmeler	Sebze Üretimi	Broylar Yetiştiriciliği	Besi Yetiştiriciliği	Baharat Üretimi
A			1	
B	1	1		
C		1		
D	1			
E	1			
F		1		
G				1

Çizelge 2’de GES desteğinden yararlanan işletmelerinin sosyo-demografik özellikleri verilmiştir. Yaş, güneş enerjisi kullanımının artırılması ve yaygınlaşması için gerekli farkındalığın oluşmasında önemlidir. Anket sonucu görüşülen işletme sahiplerinin yaşı 27 – 61 arasında değişmektedir ve yaş ortalaması 44,42 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Araştırmada Ankara ilinde işletme sahiplerinin yaşlarının genç ve yeni nesil enerjiye karşı sempati besledikleri görülmüştür. Araştırmaya katılan işletme yöneticilerinin ortalama 12 yıl eğitim gördüğü, yaklaşık %43’ünün lise mezunu, %29’unun üniversite mezunu, %14’ünün ise yüksekokul mezunu olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Tarım sektöründe yapılan birçok çalışma sonucunun aksine, araştırmaya katılan işletme yöneticilerinin eğitim seviyesinin yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Türkiye’de tarımla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde çiftçilerin genel olarak eğitim gördükleri sürenin de oldukça kısa olduğu dikkati çekmektedir (Ceyhan ve Hazneci, 2010; Hazneci ve Ceyhan, 2011; Abacı ve Demiryürek, 2019; Hazneci vd., 2022). İşletme sahiplerinin eğitim durumu güneş enerjisine karşı ilgilerini ve geleceğe yönelik çevre dostu enerjinin kullanımının yaygınlaşması için önemli görülmektedir.

**Çizelge 2.** GES desteğinden yararlanan işletmelerinin sosyo-demografik özellikleri.

Table 2. Socio-demographical characteristics of enterprises benefiting from spp support.

	Ortalama / Frekans (N)	Standart Sapma / Yüzde (%)
Yaş (yıl)	44.43	14.26
Eğitim süresi (yıl)	12.29	4.07
Arazi varlığı (da)	37.57	30.07
<b>Eğitim Durumu</b>		
İlkokul	1	14.28
Lise	3	42.88
Yüksekokul	1	14.28
Üniversite	2	28.56
Toplam	7	100.00

GES desteği, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Programı (KKYDP) tarafından verilmektedir. Araştırma sonucunda 3 işletmenin TKDK’den %55 oranında, 4 işletmenin ise KKYDP’den %50 oranında destek aldığı belirlenmiştir. Araştırmaya katılan işletmelerin yaklaşık %43’ü alınan hibe desteğinin, toplam yatırımının %25’ini ve %10’unu oluşturduğunu ifade ederken, %14’ü desteğin toplam yatırımının %5’ini oluşturduğunu belirtmiştir. İncelenen tarım işletmelerinin yaklaşık %57’si diğer işletmelere göre daha büyük oldukları ve enerji ihtiyaçları daha fazla olduğu için GES desteğinin yeterli olmadığını, %43’ise GES desteğini yeterli bulduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** GES destek türü – destek oranı – yatırım oranı – yeterlilik durumu.

Table 3. SPP support type – support rate – investment rate – qualification status.

	Frekans (N)	Yüzde (%)		Frekans (N)	Yüzde (%)
<b>GES Destek türü</b>			<b>GES Destek oranı</b>		
TKDK	3	42.86	%50	4	57.14
KKDP	4	57.14	%55	3	42.86
<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>100.00</b>	<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>100.00</b>
<b>GES Desteğinin Toplam Yatırım İçindeki Oranı</b>			<b>Yeterlilik Durumu</b>		
%5	1	14.28	Yeterli	3	42.86
%10	3	42.86	Yetersiz	4	57.14
%25	3	42.86			
<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>100.00</b>	<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>100.00</b>

Çizelge 4.'de tarım işletmelerinin elektrik üretim miktarları, tüketim miktarları ve işletmelerin elektrik satışından elde ettikleri gelirler görülmektedir. Araştırma sonucunda GES desteğinden faydalanan tarım işletmelerinden 5'inin (%71.43) ürettikleri elektriği devlete satarak gelir elde ettikleri, ancak 2 tanesinin (%28.57) ihtiyaç duydukları elektrik miktarını karşılayamadıkları için satış yapamadıkları tespit edilmiştir (Çizelge 4). Araştırma bölgesinde tarım işletmelerinin devletle mahsuplaşma yoluyla yılda 4 ay elektrik satışından gelir elde ettikleri tespit edilmiştir. Dört ay boyunca elektrik üretiminden gelir sağlanabilmesinin sebebi, mayıs-ağustos ayları arasında en yüksek enerji üretimini gerçekleştirebilmeleridir. Çizelge 4.'te verilen elektrik üretim ve tüketim miktarları aylık ortalamalar ve yıllık gelir üzerinden hesaplanmıştır. Araştırmaya katılan işletmeler tek tek incelendiğinde, A işletmesinin kendi elektrik ihtiyacını karşıladıktan sonra ayda ortalama 14000 TL ve yılda toplam 56000 TL ek gelir sağladığı tespit edilmiştir. B işletmesi yöneticileri, işletmenin büyük kapasitesi ve artan elektrik faturaları nedeniyle zamanla GES' den aldıkları verimin düştüğünü ve ikinci kez desteğe başvurmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. E işletmesi de B işletmesi gibi ek gelir sağlayamayan ve santralin yeterli olmadığı bir diğer işletmedir. C işletmesi GES' i sorunsuz kullandıklarını ve yılda 80000 TL ek gelir elde ettiklerini belirtmişlerdir. D İşletmesi ürettiği enerjinin kendine yetmediğini fark ettikten sonra üretimini kullanmayıp tümünü devlet ile mahsuplaşarak satma yoluna gidip kar elde etmiştir (20000 TL/ay). Fakat bu durumun küçük işletmeler için avantaj olabileceğini belirtmişlerdir. G işletmesi de D işletmesi ile benzer durumdadır, yeterli enerji üretimini gerçekleştirememekle birlikte, ürettiği enerjinin bir kısmını devlete satarak gelir elde etmiştir (2443 TL/ay). F İşletmesi ürettiği enerjiyi hem ısıtma hem elektrik olarak kullanmaktadır. Bölgesinin anlaşmalı olduğu enerji firması sebebiyle kw başına diğer işletmelere oranla daha fazla kar elde etmektedir (104000 TL/yıl) (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Elektrik üretim miktarı, tüketim miktarı, elektrik satışından elde edilen gelir.

Table 4. Electricity production amount, consumption amount, income from electricity sales.

İşletmeler	Elektrik Üretim Miktarı (kw/ay)	Elektrik Tüketim Miktarı (kw/ay)	Elektrik Satışından Elde Edilen Gelir (₺/ay)	Elektrik Satışından Elde Edilen Toplam Gelir (₺/yıl)
<b>A</b>	17500	9000	14000	56000
<b>B</b>	15300	226448	0	0
<b>C</b>	31317	23910	20000	80000
<b>D</b>	30000	50000	25000	100000
<b>E</b>	40000	80000	0	0
<b>F</b>	22985	19600	26000	104000
<b>G</b>	18334	30654	2443	9772

Araştırma sonucunda tarım işletmelerinin GES desteği sonrasında aylık elektrik masraflarının %12 ile %83 oranı arasında azaldığı tespit edilmiştir. Azalış oranının işletmeler bakımından farklılık göstermesinin

sebebi, çatı tipi model panellerin işletmelerin büyüklüğüne göre değil eşit panel sayısına göre yapılmasıdır. B işletmesi üretim alanı ve kapasite büyüklüğü bakımından, araştırma alanındaki en büyük tarım işletmesidir. Ancak GES desteği kapsamındaki paneller bütün işletmeler için standart olduğundan, yüksek enerji ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalmakta ve en düşük maliyet azalışı (%12.83) bu işletmede görülmektedir. Öte yandan G işletmesi en eski panel modelini kullanmasına rağmen, işletme kapasitesi küçük olduğu için GES desteğinden en fazla faydayı sağlamaktadır. İşletmelerin tamamı incelendiğinde, destekten faydalanan işletmelerin elektrik maliyetlerinde bir işletme dışında aylık %50'den fazla azalış olduğu görülmüştür (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** GES desteği sonrası elektrik masrafındaki azalış oranı (aylık).

Table 5. Decrease rate in electricity cost after GES support (monthly).

İşletmeler	Destek öncesi (₺)	Destek sonrası (₺)	Elektrik masrafındaki azalış oranı (%)
A	8334	3333	60.01
B	179249	156249	12.83
C	7310	2900	60.33
D	77448	25816	66.67
E	92600	46300	50.00
F	72596	18149	75.00
G	7890	1315	83.33

Araştırma sonucunda tarım işletmelerinin yaklaşık %86'sının elektrik masraflarında meydana gelen azalmadan sağladıkları geliri işletmelerini büyütmek ve geliştirmek için kullandıkları, %14'ünün ise makine ve teknoloji alımına harcadıkları saptanmıştır (Çizelge 6).

Araştırma sonucunda GES desteği alan işletmeler için panel temizliğinin çok önemli olduğu dikkati çekmiştir. Tarım işletmelerinin yaklaşık %57'si temizleme işlemini, Ankara ilinde faaliyet gösteren anlaşmalı oldukları firmalara yaptırmaktadır. İşletmelerin panel temizliği için tercih ettiği firmalar kurulundan itibaren 1 veya 2 yıl için sözleşme yapmakta ve altı ayda bir panel temizleme işlemi yapmaktadır. Panel temizliği, güneş enerjisi panellerinin verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından önem teşkil etmektedir. Yapılan temizleme işlemi verim kaybının yüksek oranda önüne geçmektedir. Temizleme işleminden biri olan saf su kullanımının yanında, solüsyonlu temizleme de tercih edilebilmektedir. B işletmesi diğer işletmelerden farklı olarak paneller için robotla temizleme yöntemi tercih etmektedir. Anlaşmalı olduğu firma İstanbul ilinden günübirlik gelerek panel temizleme yapmaktadır. Robotla temizleme işleminin en önemli avantajı panellerin üstünde çizik ve çatlak olma ihtimalini azaltması ve verim kaybını minimuma indirmesidir. İki işletme ise panelleri temizlemediklerini ifade etmişlerdir (Çizelge 7).

**Çizelge 6.** Elektrik masraflarında meydana gelen azalıştan ayrılan pay nerede kullanıldı?

Table 6. Where the share reserved from the decrease in electricity costs was used?

İşletmeler		Frekans (N)	Yüzde (%)
A, B, D, E, F, G	İşletmenin büyümesi ve gelişmesi için	6	85.71
C	Makine ve teknoloji alımı için	1	14.29
<b>TOPLAM</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>

**Çizelge 7.** Panel temizleme işlemini nasıl yapıyorsunuz?

Table 7. How do you do panel cleaning?

İşletmeler		Frekans (N)	Yüzde (%)
D,E,F,G	Anlaşmalı firma yapıyor	4	57.14
A,C	Temizlemiyor	2	28.57
B	Robot ile temizleme	1	14.29
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>

Tarım işletmelerinin neredeyse tamamı GES desteğinin yaygınlaşmama nedeni olarak farklı beyanlarda bulunmuşlardır. Araştırmaya katılan tarım işletmelerinin yöneticileri maliyetlerin yüksek olmasının (%28.57) ve masrafların dolar endeksli olmasının, kanunların kısıtlayıcılığının, teknolojinin yeterli olmamasının ve bölgesel kotaların diğer işletme sahiplerini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir (Çizelge 8). Tablo 8'de tarım işletmelerinin GES yatırımına nasıl karar verdiği görülmektedir. İşletme yöneticilerinin daha çok elektrik masraflarını azaltmak (%28.57) ve destekten faydalanabilmek için (%42.86) GES desteğine başvurdukları belirlenmiştir. Araştırmaya katılan işletmelerin neredeyse tamamı yatırım esnasında karşılaştıkları temel sorun olarak, evrak işlerinin uzunluğundan dolayı zaman kaybı yaşadıklarını belirtmişler ve sürecin daha hızlı şekilde ilerlemesini talep etmişlerdir. Yalnızca bir işletme sorun yaşamamasının sebebini, kendisinin başvurduğu yıllarda prosedürün daha kısa olmasına bağlamıştır (Çizelge 8). Araştırma sonucunda işletme sahiplerinin yaklaşık %57'si santral ile birlikte çevrelerinde prestij artışı yaşadıklarını, işletmelerine olan ilginin arttığını belirtmişlerdir. A işletmesi kendi bölgesinin örnek işletmesidir. G ve F işletmelerinde herhangi bir değişiklik olmamasının sebebi, eski güneş paneli kullanıcısı olmalarına bağlanmaktadır (Çizelge 8).

Araştırmaya katılan GES desteği alan tüm tarım işletmeleri, GES desteğini başka işletmelere kesinlikle tavsiye edeceklerini beyan etmişlerdir.

**Çizelge 8.** Tarım işletmelerinin GES desteği hakkındaki görüşleri.

Table 8. Opinions of agricultural enterprises about GES support.

İşletmeler		Frekans (N)	Yüzde (%)
<b>GES Desteğinin Yaygınlaşmama Nedenleri</b>			
A	Teknoloji yeterli değil	1	14.29
B	Bölge kota sorunu var	1	14.29
C	Kanunlar	1	14.29
D	Masraf kalemleri kur endeksli	1	14.28
E ve G	Maliyetler çok yüksek	2	28.57
F	Santralde yer yok	1	14.28
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>
<b>Yatırıma Nasıl Karar Verdiniz?</b>			
A ve D	Elektrik masraflarını azaltmak	2	28.57
B, E ve F	Destekten faydalanmak	3	42.86
C	Ek gelir sağlamak	1	14.29
G	Yurt dışında teknolojiyi gördüm ve denenmek istedim	1	14.28
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>
<b>Yatırım Esnasında Karşılaşılan Sorunlar</b>			
A,B,C,D,E,G	Evrak işleri uzun zaman aldı	6	85.71
F	Sorunsuz	1	14.29
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>
<b>GES Desteği Sonrası Yaşanan Sosyal Değişiklikler</b>			
A	Örnek işletme	1	14.29
B, C, D, E	Prestij arttı	4	57.14
G ve F	Değişmedi	2	28.57
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>

Ankete katılan tarım işletmelerinin tamamı GES desteğinin avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. Tarım işletmelerinin %42,86'sı en büyük dezavantajın, hava koşulları nedeniyle yeterince elektrik üretilmemesi olduğunu belirtmişlerdir. B işletmesi GES desteğine 5 yılda bir kez başvurabilme durumunun kaldırılmasını veya süresinin kısaltılmasını mantıklı olduğunu belirtmiştir. B işletmesi panellerin bakımı için 6 ayda bir robot ile temizlik yaptırmakta ve firma yetkililerini günü birlik İstanbul'dan getirtmektedir. Bu şekilde temizleme maliyetinin yüksek olduğunu, Ankara'da benzer temizleme yöntemini uygulayan herhangi bir firma bulamadığını ve bu alanın Ankara ilinde yetersiz kaldığını belirtmiştir. Araştırma sonucunda C işletmesinin belirttiği gibi, sigorta şirketlerinin yangın ve doluya karşı herhangi bir teminat vermemektedir. Bu durum tüm tarım işletmeleri için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Yaşanan doğal afetlere karşı sigorta şirketlerinin olumsuz tavrı işletmelere ekstra maliyet yüklemektedir. E işletmesi yöneticisi elektrik üretim periyotlarını detaylı bir şekilde analiz etmiş ve dezavantaj olarak panellerin Aralık, Ocak, Şubat aylarında yaklaşık %60 oranında veriminin düştüğünü belirtmiştir (Çizelge 9).

**Çizelge 9.** GES desteğinin dezavantajları

*Table 9. Disadvantages of GES support*

İşletmeler	Dezavantajlar	Frekans (N)	Yüzde (%)
A, D, G	Hava koşullarının elektrik üretimini etkilemesi	3	42.86
B	5 yılda bir başvurabilme imkanı, panel temizleme toz sorunu	1	14.29
C	Panellerin doluya karşı dirençsiz olması ve sigorta şirketlerinin teminat vermemesi	1	14.29
E	Aralık, Ocak, Şubat aylarında üretimin en az %60 azalması	1	14.28
F	Şebekede elektrik yokken üretim yapılamaması	1	14.28
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100.00</b>

## SONUÇ

Türkiye'de GES projeleri, kırsal alanlarda enerji ihtiyacını karşılamak ve çevresel sürdürülebilirliği artırmak için önemli görülmektedir. Bu nedenle GES destekleri, güneş enerjisi sistemlerinin yaygınlaşmasını ve kullanımını teşvik etmeyi hedeflemektedir. Ayrıca işletmelerin ekonomik sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için girdi maliyetlerini minimize etmesi gerekmektedir. Bu amaçla en önemli girdi kalemlerinden biri olan enerji ihtiyacının maliyetlerini minimuma indirmek işletmeler için önem arz etmektedir. Araştırma sonuçları güneş enerjisi desteğinin işletmelere bu anlamda bir fırsat sunduğunu ortaya koymuştur. Türkiye'de özellikle son dönemde artan elektrik maliyetlerinin işletmeler üzerinde yarattığı baskılar düşünüldüğünde, işletmeler için güneş enerjisi santralleri yoluyla elektrik maliyetlerini azaltmak önemli bir alternatif haline gelmektedir. Araştırma sonucunda GES desteğinden faydalanan tarım işletmelerinin hem kendi enerjilerini üreterek maliyetlerini azaltabildiği, hem de ihtiyaç fazlası enerji üretimi durumunda devletle mahsuplaşabildiği ortaya konulmuştur. Bu yolla işletmeler ek gelir sağlayabilmekte ve böylelikle sağladıkları ek kaynakları yine işletme faaliyetlerine aktararak büyüme ve faaliyetleri çeşitlendirme imkanına kavuşabilmektedir.

Güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmek için, işletmelerin kapasitesine, büyüklüğüne ve enerji ihtiyacına göre destek çalışması yapılmalıdır. Hem sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımına fırsat vermesi bakımından, hem de işletmeler üzerinde yarattığı olumlu ekonomik etkiler göz önüne alındığında GES desteğinin tarım işletmeleri açısından avantajlı olduğu düşünülmektedir. GES desteği, destekten faydalanmak isteyen işletmelere önerilebilir. Ancak bu hususta desteklerden haberdar olmayan tarım işletmelerine ulaşılabilmesi ve GES desteğinden yararlanacak işletme sayılarının artırılabilmesi için gerekli bilgilendirme ve yayım faaliyetlerinin, destek veren kuruluşlar ve özellikle tarım teşkilatı yetkilileri tarafından yapılması gerekmektedir.

**ÇIKAR ÇATIŞMASI**

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

**YAZAR KATKISI**

Çalışmanın her aşamasında tüm yazarlar katkı sağlamıştır.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma "TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı" kapsamında desteklenmiştir.

**KAYNAKLAR**

- Abacı, N. İ., & Demiryürek, K. (2019). Factors affecting farmers' decision making on product pattern: A case of vegetable producers in Bafra district of Samsun province, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology* 7(3):426-434. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i3.426-434.2359>.
- Aday, B. & Ertekin, C. (2018). Seralarda kullanılacak, güneş enerjisi destekli, otomatik yön bulabilen, mikrodenetleyici kontrollü araç prototipinin oluşturulması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)* 14(3), 171-177.
- Anonim, (2008). <http://www.eie.gov.tr>. [Erişim tarihi 16.01.2022].
- Anonim, (2009). <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator>. [Erişim tarihi 17.03.2022].
- Anonim, (2021). <https://acikders.ankara.edu.tr>. [Erişim tarihi 12.01.2022]
- Anonim, (2022a). <https://gepa.enerji.gov.tr>. [Erişim tarihi 10.01.2022].
- Anonim, (2022b). <http://www.beypazari.gov.tr>. [Erişim tarihi 18.02.2022].
- Anonim, (2022c) Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Kırsal Kalkınma ve Örgütlenme Şube Müdürlüğü dosya kayıtları. [Erişim tarihi 12.09.2021].
- Atmaca, M., Yusufoglu, G., & Kurtuluş, A. B. (2014). Güneş enerjili sulamanın tarım sektöründe uygulaması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 142-153.
- Ayhan, B. (2021). Su ve Nanoakışkan (Al2O3) Kullanılarak depolanan güneş enerjisi ile sera ısıtma üzerine bir araştırma. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tarimmakinalari.cu.edu.tr/cu/projeler/yl-ve-doktora-calismalari>. [Erişim tarihi: 06.03.2022].
- Bazen, E. F., & Brown, M. A. (2009). Feasibility of solar technology (photovoltaic) adoption: A case study on Tennessee's poultry industry. *Renewable Energy*, 34(3), 748-754. doi:10.1016/j.renene.2008.04.003.
- Brinsfield, R. B., & Felton, K. E. (1980). Broiler üretiminde güneş enerjisinden faydalanma. *ASAE*, 23(6), 1532-1537.
- Ceyhan V., & Hazneci K. (2010). Economic efficiency of cattle-fattening farms in amasya province, *Turkey Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9, 1-9, 10.3923/javaa.2010.60.69.
- Cordeau, S., & Barrington, S. (2010). Instrumentation strategies for energy conservation in broiler barns with ventilation air solar pre-heaters. *Energy and Buildings*, 42(8), 1301-1308. doi:10.1016/j.enbuild.2010.02.023
- Çakır, M. T. (2015). Güneş enerjisinden yararlanarak tarım ürünlerinin kurutulması. *Gazi Journal of Engineering Sciences*, 1(1), 41-56.
- Delice, H., & Yashoğlu, E. (2021). The effect of building orientation on utilization of solar energy in dairy cattle barns. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 419-427.
- Doğanay, M. M. (2021). Mardin bölgesi güneş (fotovoltaik) enerjisi potansiyel analizi. Umüfed, *Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 86-117.
- E.C.A. (2015). Güneş Enerjisi Sistemleri. <http://www.elginkan.com.tr/assets/media/mediaFile>. [Erişim tarihi: 06.06.2022].
- El Mogharbel, O., Ghali, K., Ghaddar, N., & Abiad, M. G. (2014). Simulation of a localized heating system for broiler brooding to improve energy performance. *International Journal of Energy Research*, 38(1), 125-138. doi:10.1002/er.3023.
- Emiroğlu, F. M., Aybek, A., & Kuzu, H. (2021). İki farklı fotovoltaik (PV) enerji sisteminin farklı hayvancılık işletmelerinde kullanımının değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3):808-820.
- Gad, S., El-Shazly, M. A., Wasfy, K. I., & Awany, A. (2020). Utilization of solar energy and climate control systems for enhancing poultry houses productivity. *Renewable Energy*, 154, 278-289p. doi:10.1016/j.renene.2020.02.08.
- Gökalp, Y. (2014). Güneş enerjisinden yararlanarak santrifüj pompa ile su pompalama üzerine bir araştırma. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay>.
- Hazneci E., & Ceyhan V. (2011). Amasya ili Merzifon ilçesinde süt sığırcılığı yapan tarım işletmelerinde risk analizi, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24, 109-114.



- Hazneci, E., Naycı, E., & Çelikkan, G. (2022). Fındık üretiminde maliyet ve kârlılık analizi, Giresun İli örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59(3):499-511, <https://doi.org/10.20289/zfdergi.996921>.
- Karaağaç, M. O., Oğul, H., & Bardak, S. (2020). Kanatlı hayvan çiftliği için güneş enerji sisteminin tasarımı ve maliyet hesabı. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 711-722.
- Kanat, H. (2019). Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi yatırımlarını etkileyen faktörler: Konya güneş enerjisi yatırımları analizi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/>. [Erişim tarihi: 19.08.2021].
- Orhan, N., & Şahin, S. (2022). Bir besi çiftliğinde güneş enerji sisteminin uygulanması ve ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(1), 33-40.
- Öztürk, H. H., & Kaya, D. (2013). Güneş enerjisinden elektrik üretimi: Fotovoltaik Teknoloji, Umuttepe Yayınları.
- Polat, T., Aktaş, M., Şahin, & H. M. (2012). Güneş enerjisi ve ısı pompalı bir kurutma sistemi ile çam fıstığı kozalağı kurutulması. *Politeknik Dergisi*, 15(1), 1-7.
- Reece, F. N. (1981). Use of solar energy in poultry production. *Poultry Science*, 60(5), 911-916. doi:10.3382/ps.0600911.
- Rokeby, T. R. C., Redfern, J. M., & Pitts, D. J. (1983). Solar heating for a commercial broiler house: *A further evaluation*. *Transactions of the ASAE*. 26(2): 0507-0511. (doi: 10.13031/2013.33967).
- Sağlam, V. (2019). Güneş enerjisi destekli elektrikli yem karma makinesi prototipinin geliştirilmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Adanan Menderes Üniversitesi, Aydın. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/253308>.
- Sayın, S., & Koç, İ. (2011). Güneş enerjisinden aktif olarak yararlanmada kullanılan fotovoltaik (pv) sistemler ve yapılarda kullanım biçimleri. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 26(3), 89-106.
- Taşkın, O., & Vardar, A. (2016). Tarımsal üretimde bazı yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 179-184.
- Trotter, W. K., Heid, Jr., W. G., & McElroy, R. G. (1979). Solar energy for agriculture: Review of Research. United States Department of Agriculture Economics, Statistics, and Cooperatives Service, *ESCS 67*, p., 1979. Web. doi:10.2172/5491440.
- Uyar, S., & Najafi, A. (2021). Çatı üstü termal ve elektrik enerjisi üretiminin ekonomik ve çevresel getirilerinin araştırılarak optimal pv-t tasarımı. *EMO Bilimsel Dergi*, 11(Özel Sayı), 21-30.
- Vural, B. (2010). Elektrikli taşıtlarda enerji yönetim stratejilerinin, güç dönüştürücülerinin ve bağlantı topolojilerinin performans ve verimlilik üzerine etkisi. [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yıldırım, B. (2017). Türkiye ve dünyada fotovoltaik uygulamalarında 2017 eğilimleri. *International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 2(1), 61-66.
- Yolcan, O. O., & Köse, R. (2020). Türkiye'nin güneş enerjisi durumu ve güneş enerjisi santrali kurulumunda önemli parametreler. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 196-215.



**Aspir Tohumunun Farklı Çeşit ve Nemlerde Bazı Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi**  
Determination of Some Physico-Mechanical Properties of Safflower Seed at Different Varieties and  
Moisture Content

Akif Köktaş<sup>1</sup> , Metin Güner<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 18.09.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 14.11.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Tarım ürünlerinin temizleme, sınıflandırma, hasat, harman, ürün işleme, ekim, dikim, iletim, taşıma ve depolama aşamalarında, sistem tasarımı ve makina imalatı çalışmalarında fiziko-mekanik özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada aspir çeşitlerine ait tohumların farklı nemlerde fiziko-mekanik özelliklerinin değişimleri incelenmiştir. Aspir tohumu çeşitlerinin %1, %5 ve %10 nemlerdeki bin tane ağırlığı, hacim ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız belirlenmiştir. Araştırmada; Asol, Olas, Shifa, Dinçer, Balcı, Remzibey, Göktürk, Hasankendi ve Linas çeşidi ile Hat 8 hattına ait tohumlar kullanılmıştır. Çeşit\*nem oranı intraksiyonu yönünden hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız, nem yönünden ise bin tane ağırlığı, özgül kütle, hacim ağırlığı ve kritik hız %10 ve porozite ise %1 nem oranında önemli bulunmuştur. Kritik hız ve çeşit yönünden Hasankendi %10, Olas %5 ile %10 nem oranında ve Remzibey %5 nem oranında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Nem oranı artışına bağlı olarak bin dane ağırlığında, özgül kütle ve porozitede tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Yine nem artışına bağlı olarak hacim ağırlığında Hat 8 ve Linas dışında tüm çeşitlerde ters orantılı olarak azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca tüm çeşitlerde nem oranı arttıkça kritik hız artmıştır. Ancak Olas ve Remzibey çeşidinde %10 nem oranında çok az da olsa kritik hızda bir azalma görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Aspir, aspir tohumu, fiziko-mekanik özellikler

&

**Abstract:** It is necessary to know the physico-mechanical properties of agricultural products in cleaning, classification, harvesting, threshing, product processing, sowing, planting, transmission, transportation and storage stages, system design and machine manufacturing studies. In this study, the changes in the physico-mechanical properties of the seeds of Safflower varieties at different humidities were examined. Thousand grain weight, volume weight, specific mass, porosity and critical speed of safflower seed at 1%, 5% and 10% moisture were determined. In the research; Seeds of Asol, Olas, Shifa, Dinçer, Balcı, Remzibey, Göktürk, Hasankendi and Linas varieties and Line 8 line were used. In terms of variety\*moisture ratio extraction, volume weight, porosity and critical speed were found to be important, and in terms of moisture, thousand grain weight, specific mass, volume weight and critical speed were found to be important at 10% moisture content and porosity at 1% moisture rate. In terms of critical speed and variety, Hasankendi was found to be statistically significant at 10% humidity, Olas at 5% to 10% humidity, and Remzibey at 5% humidity at 1% level. Depending on the increase in moisture content, a direct proportional increase in thousand grain weight, specific mass and porosity was observed in all varieties. Again, due to the increase in humidity, a decrease in volume weight was observed inversely in all varieties except Line 8 and Linas. Additionally, as the moisture content increased in all varieties, the critical speed increased. However, a slight decrease in critical speed was observed in Olas and Linas varieties at 10% humidity.

**Keywords:** Safflower, safflower seed, physico-mechanical properties

**Atıf/Cite as:** Köktaş, A. & Güner, M. (2023). Aspir tohumunun farklı çeşit ve nemlerde bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 370-378. doi: 10.24180/ijaws.1362151.

**İntihal-Plagiarism / Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism - free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Akif Köktaş, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, akifkoktas@yahoo.com.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Metin Güner, Ankara Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, mguner@ankara.edu.tr

## GİRİŞ

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.); Boyacı safranı, Amerikan safranı veya yalancı safran olarak da adlandırılmaktadır. Beyaz sarı, krem, kırmızı, turuncu renkli çiçeklere sahip, geniş yapraklı, dikenli ve dikensiz formları bulunan tek yıllık bir bitkidir. Kurağa dayanıklı ve yağ oranı ortalama %30-50 arasında değişen bir yağ bitkisidir. Aspir bitkisinin anavatanı Arabistan yarımadası olup, ABD, Hindistan, Meksika, İran, Kazakistan, Etiyopya, Kırgızistan, Avustralya ve Türkiye gibi ülkelerde üretimi yapılmaktadır (Altıkat, 2019; Babaoğlu, 2017).

Aspir; boya, gıda, yem ve ilaç sanayisinde kullanılmakla birlikte aspir tohumundan sofralık yağ, çiçeklerinden ise doğal boya elde edilmektedir. Kurak şartlarda yetiştirilebilmesi, makinalı tarıma uygun olması, önemli bir hastalık ve zararlısının olmaması kuru alanlarda tarımı yapılabilmesi önemli bir avantaj sağlamaktadır (İlkdoğan, 2012). Giyim, gıda, sağlık ve kozmetik sektöründe kullanılan boyaların sağlığımız açısından olumsuz yanları anlaşıldıkça, aspir çiçeklerinden elde edilen doğal boyaların önemli hale gelecektir. Meyve sularında, şekerlerde, ilaçlarda ve diğer gıdalarda sentetik boyaların kullanımı azalacaktır (Babaoğlu, 2017).

Tarımda ürünlerin boyutlarının biliniyor olması, ürünün temizlenmesi, sınıflandırılması, depolanması gibi birçok alandaki sorunların ele alınmasında yol gösterici olacaktır. Tohum biyolojik malzeme olarak değerlendirildiğinde, ürün işleme teknolojilerinin tasarım ve sistemlerinde kullanabilmek için tohumun fiziko-mekanik özellikleri tespit edilmiştir (Özlu ve Güner, 2016). Biyolojik malzemenin depolanmasının yanı sıra ambalajlanmasında da materyalin hacim ve boyut özellikleri ile bazı kimyasal özelliklerinin bilinmesi ürünün raf ve depo ömürlerini belirlemektedir. Silolarda depolanan materyalin nemi, porozitesi, hacim ağırlığı ve yığılma açıları ile depo duvarlarında kullanılan malzemenin ve eğim açısının belirlenmesinde dikkate alınmaktadır (Altuntaş ve Yıldız, 2007).

Aspir veriminin yüksek olması ekim başarısıyla doğru orantılıdır. Tohum hazırlamada ve ekimde fiziko-mekanik özelliklere göre tasarımı yapılmış veya ayarlanmış mekanizmalar ile çalışma, tohum kullanımında israfı engelleyecektir. Ekim makinasının ekici düzeneğindeki tohumun akışı, sıra üzerine düzgün dağılımı ve sıra arası düzgünlüğü sağlayacak ve bitki yaşam alanı verimliliğini arttıracaktır. Ekim makinalarında amaca göre farklı ekim yöntemleri için tasarımlar yapılmaktadır. Bundan dolayı farklı ekim yöntemleri için tohumların fiziko-mekanik özellikleri, birim alandaki bitki sayısı, tohum miktarı, ekim derinliği, sıra aralığı gibi değişkenlerinin bilinmesi faydalı olacaktır (Ertuğrul, 2022).

Bu çalışmanın amacı, aspir tohumu çeşitlerinde farklı nemlerde; bin tane ağırlığı, özgül kütle, hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız gibi bazı fiziko-mekanik özellikler arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

## MATERYAL VE METOT

Bu araştırma aspir tohumunun %10, %5 ve %1 nemlerdeki bin tane ağırlığı, özgül kütle, hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız gibi bazı fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Gölbaşı İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde kurulan denemede elde edilen Asol, Olas, Shifa, Dinçer, Balcı, Remzibey, Göktürk, Hasankendi ve Linas çeşidi ile çeşit adayı Hat 8 aspir bitkisi tohumları kullanılmıştır. Elde edilen tohumlar kontrollü koşullarda 3 farklı nem oranı ayarlamak suretiyle yapılan gözlemler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü ile Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yağlı Tohumlu Bitkiler Islahı Birimi laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışmada kurutma fırını, kritik hız ölçüm tesisi, dijital elektronik tartı cihazı, dijital anemometre ve dereceli kaplar kullanılmıştır.

Aspir tohumlarının %0 nemi kurutma fırınında tekrarlı kurutma yapılarak sağlanmıştır. Hasat sonrası tohumların nemi %5 olarak tespit edilmiş ve %10 nem seviyesine getirilmesi için nemlendirme yapılmıştır. Aspir tohumlarının nemlendirilmesi için tohumlara eklenmesi gereken su miktarları eşitlik (1) kullanılarak hesaplanmıştır (Özlu, 2019).

$$Q = W \times [(N_f \times N_i)/(100 - N_f)] \quad (1)$$

Q: Nemlendirmek için gerekli su miktarı (g). W: Materyalin başlangıç kütlesi (g). N<sub>f</sub>: Son nem içeriği (%). N<sub>i</sub>: Başlangıç nem içeriği (%)

Tohumlara gerekli su miktarı eklendikten sonra tohumlar buzdolabında +4 °C sıcaklıkta 2 hafta boyunca saklanmış ve bu süreçte hergün üç defa karıştırılmıştır. İki hafta sonra, tohumların istenilen nem değerlerine gelip gelmedikleri ölçülmüştür. Aspir tohumlarının fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak ölçümler her üç nem düzeyinde dört tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

Kütlenin, boşluksuz hacme oranlanması ile özgül kütle elde edilmiştir. Aspir tohumlarının hacmi ve özgül kütlesi tespit edilirken yer değiştirme yönteminden yararlanılmıştır. Yer değiştirmede sıvı olarak toluen (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) kullanılmıştır (Özlu, 2019). Kütle ölçümünde hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 1). Kütle, yer değiştirme yöntemiyle bulunan hacme bölünerek g cm<sup>-3</sup> olarak hacim ağırlığı saptanmıştır (Özlu ve Güner, 2016).

Aşağıda verilen eşitlik (2)'de materyal örneklerinin hacim ağırlığı ve özgül kütle değerlerinden yararlanılarak porozite (%) hesaplanmıştır (Özlu ve Güner, 2022).

$$\varepsilon = 100 \times [(1 - \rho_b)/\rho_t] \quad (2)$$

$\varepsilon$  = Porozite (%)  $\rho_b$  = Hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>)  $\rho_t$  = Özgül kütle (g cm<sup>-3</sup>)

Materyal örneklerinin her birisinden rastgele alınan örnekler Şekil 1'de görülen 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılarak bin dane ağırlığı bulunmuştur. Her bir çeşit için 3 ölçümün ortalaması alınmış ve bin dane ağırlıkları belirlenmiştir (Özlu ve Güner, 2016).



Şekil 1. Tohum sayısı ve ağırlık ölçümlerinde kullanılan cihazlar.

Figure 1. Devices used for seed number and weight measurements.

Kritik hızın belirlenmesinde Şekil 2'de gösterilen düşey hava tüneli kullanılmıştır. Hava tüneline çapı 7.03 cm olan saydam borunun içinden geçen havanın debisi ayarlanarak farklı hız değerleri elde edilmiştir. Aspir tohumları borunun tabanındaki elek üzerine bırakılmış, hava hızı yavaş yavaş artırılarak tohumların havada asılı kalması sağlanmış ve bu andaki hava hızı 0.1m s<sup>-1</sup> hassasiyetindeki Şekil 2'deki anemometre ile ölçülmüştür (Özlu ve Güner, 2016).



Şekil 2. Kritik hız ölçümünde kullanılan sistem ve dijital anemometre.

Figure 2. System and digital anemometer used for critical speed measurement.

**BULGULAR VE TARTIŞMA**

Farklı çeşit ve nem oranı interaksiyonunun aspir tohumunun fiziko-mekanik özelliklerine etkisine ait varyans analizi Çizelge 1’de, farklı nem oranında aspir tohumu fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 2’de ve çeşitlerin fiziko-mekanik özellikleri Çizelge 3’te sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Aspir tohumunun farklı çeşit ve nem oranlarının varyans analizi.

Table 1. Analysis of variance of different varieties and moisture ratios of safflower seed.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması				
		1000 Tane Ağırlığı (g)	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	Özgül Kütle (g cm <sup>-3</sup> )	Porozite (%)	Kritik Hız (m s <sup>-1</sup> )
Çeşitler	9	52.83796**	0.00049*	0.00299**	11.6164*	1.5408**
Tekerrür	3	2.2750	0.00013	0.00016	4.5376	0.0761
Çeşit*Tek	27	4.1022	0.00021	0.00023	4.3310	0.0661
Nem(%)	2	111.699**	0.00711**	0.00741**	276.4202**	7.4523**
Çeşit*Nem	18	1.2463	0.00086**	0.00014	12.0274**	0.3616**
Hata	60	3.4028	0.00031	0.00020	5.1618	0.1173
Toplam	119					
DK(%)		4.41	3.38	1.69	6.01	5.05

Çizelge 1’de görüldüğü üzere; farklı nem oranlarının çeşitler üzerine etkileri incelendiğinde farklı nem oranları arasında bin tane ağırlığı, hacim ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız parametrelerinde istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşitler arasında ise bin tane ağırlığı, özgül kütle ve kritik hız parametrelerinde istatistiksel olarak %1, hacim ağırlığı ve porozite parametrelerinde %5 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte çeşit\*nem oranı interaksiyonunda incelenen özellikler bakımından hacim ağırlığı, porozite ve kritik hızda istatistiksel olarak farklılık %1 düzeyinde önemli bulunmamıştır. Bin tane ağırlığı ve özgül kütle parametrelerindeki farklılıklar istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bin tane ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız parametrelerinde en yüksek değerlere %10 nem oranında ulaşılrken, en düşük değerler %1 nem oranında ölçülmüştür. Hacim ağırlığı parametresinde bunun tam tersine olarak en yüksek değer %1 nem oranında ölçülürken, en düşük değer %10 nem oranında tespit edilmiştir.

**Çizelge 2.** Farklı nemlerin aspir tohumu fiziko-mekanik özellikleri değerlendirmesi.

Table 2. Evaluation of physico-mechanical properties of safflower seed at different moistures.

Nem (%)	1000 Tane Ağırlığı (g)	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	Özgül Kütle (g cm <sup>-3</sup> )	Porozite (%)	Kritik Hız (m s <sup>-1</sup> )
1	40.48 c	0.53 a	0.82 c	35.32 c	6.33 c
5	41.35 b	0.52 b	0.83 b	37.52 b	6.84 b
10	43.73 a	0.50 c	0.85 a	40.55 a	7.18 a
Ortalama	41.85	0.52	0.83	37.8	6.78
f(0.05)	**	**	**	**	**
AÖF	0.75	0.01	0.01	1.02	0.15
f(Çeş*Nem)	ÖD	**	ÖD	**	**
AÖF(Çeş*Nem)		0.02		3.21	0.48
DK(%)	4.41	3.38	1.69	6.01	5.05

Çalışmada nem değişimine bağlı olarak ölçülen parametreler Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’de görüleceği üzere; bin tane ağırlığı 40.48-43.73 g, hacim ağırlığı 0.50-0.53 g cm<sup>-3</sup>, özgül kütle 0.82-0.85 g cm<sup>-3</sup>, porozite %35.32-40.55 ve kritik hız 6.33-7.18 m s<sup>-1</sup> değerleri arasında bulunmuştur.

Çizelge 2’de çeşitlere göre değişmek üzere bin tane ağırlığı 38-44.42 g, hacim ağırlığı 0.50-0.52 g cm<sup>-3</sup>, özgül kütle 0.81-0.86 g cm<sup>-3</sup>, porozite %36.2-39.85 ve kritik hız 6.15-7.28 m s<sup>-1</sup> değerleri arasında gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. Çeşitlerin fiziko-mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi.

Table 3. Evaluation of physico-mechanical properties of the cultivars.

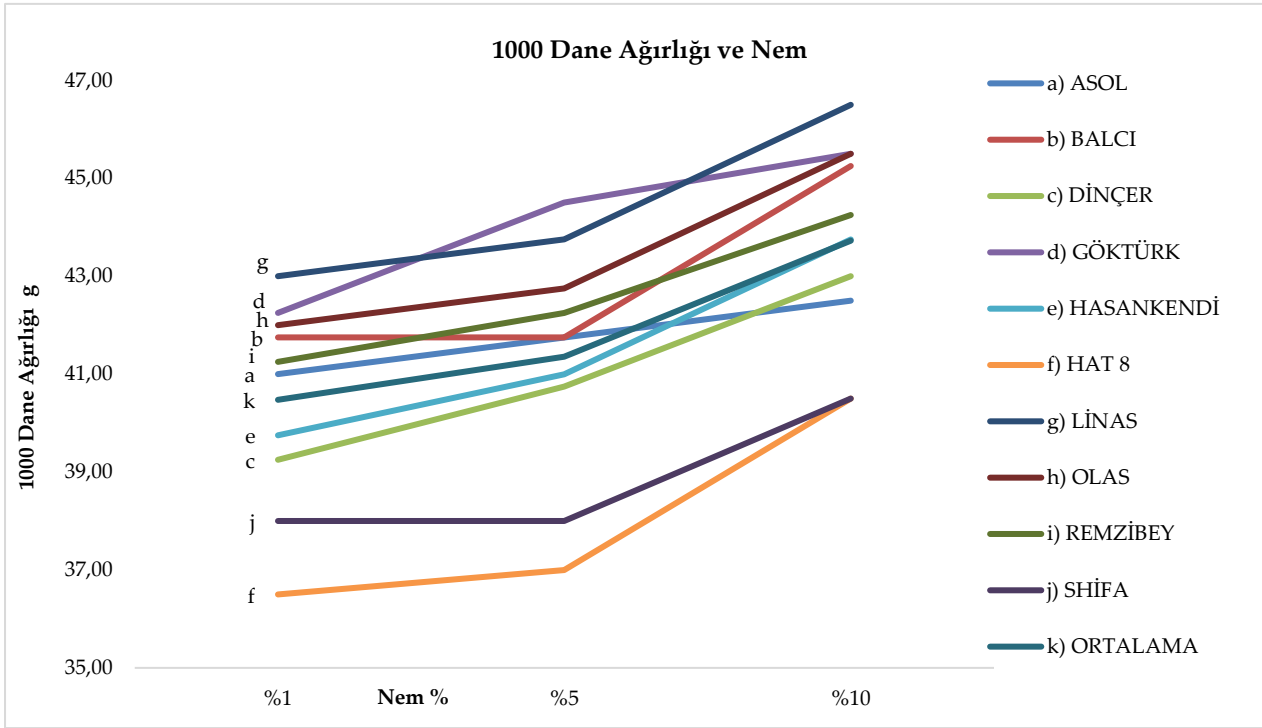
Çeşitler	1000 Tane Ağırlığı (g)	Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	Özgül Kütle (g cm <sup>-3</sup> )	Porozite (%)	Kritik Hız (m s <sup>-1</sup> )
Asol	41.75 cde	0.52 ab	0.82 bcd	36.59 cd	6.42 f
Balcı	42.92 a-d	0.51 abc	0.83 b	38.13 abc	6.81 de
Diğer	41 e	0.52 ab	0.83 bc	37.46 bcd	6.6 ef
Göktürk	44.08 ab	0.51 abc	0.82 cd	37.41 bcd	6.91 cd
Hasankendi	41.5 de	0.50 c	0.81 d	37.97 abc	7.28 a
Hat 8	38 f	0.51 be	0.83 b	38.78 ab	6.15 g
Linas	44.42 a	0.52 a	0.86 a	39.85 a	6.53 f
Olas	43.42 abc	0.52 ab	0.82 cd	36.2 d	7.23 ab
Remzibey	42.58 b-e	0.52 a	0.85 a	38.68 ab	7.03 bc
Shifa	39 f	0.52 ab	0.83 bcd	37.4 bcd	6.88 cd
Ortalama	41.88	0.52	0.83	37.8	6.78
f(0.05)	**	*	**	*	**
AÖF	1.7	0.01	0.01	1.74	0.22
DK(%)	4.84	2.81	1.84	5.51	3.79

Çizelge 3’de çeşitler yönünden incelenen özelliklerden bin tane ağırlığı değeri en düşük Hat 8 hattında 38 g bulunurken en yüksek değer Linas çeşidinde 44.42 g, hacim ağırlığında en düşük değer Hasankendi çeşidinde 0.50 g cm<sup>-3</sup> elde edilirken en yüksek değer aynı grupta yer alan Linas ve Remzibey çeşidinde 0.52 g cm<sup>-3</sup>, özgül kütle ise en düşük Hasankendi çeşidinde 0.50 g cm<sup>-3</sup> elde edilirken en yüksek değer aynı grupta yer alan Linas ve Remzibey çeşidinde sırasıyla 0.86 g cm<sup>-3</sup> ve 0.85 g cm<sup>-3</sup>, en düşük porozite değeri Olas çeşidinde %36.2 elde edilirken en yüksek Linas çeşidinde %39.85 ve en düşük kritik hız değeri Hat 8 hattından 6.15 m s<sup>-1</sup> elde edilirken en yüksek değer ise Hasankendi çeşidinde 7.28 m s<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir.

Çeşit\*nem interaksyonu yönünden incelenen özelliklerden hacim ağırlığı, porozite ve kritik hızda istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı ve özgül kütle de ise istatistiksel önemli bir farklılık bulunmamıştır. Buna göre hacim ağırlığında Linas çeşidi %5 nem oranında, porozitede en yüksek değer Hasankendi çeşidinde ve %10 nem oranında elde edilirken bunu aynı grupta yer alan Olas çeşidi ise %5 ve %10 nem oranıyla aynı grupta yer alırken Remzibey çeşidi ise %5 nem oranında aynı grupta yer almıştır.

Aspir tohumlarının nem oranı ve çeşite bağlı olarak ortalama değerleri; bin tane ağırlığının değişimi Şekil 3’te, hacim ağırlığının değişimi Şekil 4’te, özgül kütle değişimi Şekil 5’te, porozite değişimi Şekil 6’da ve kritik hız değişimi Şekil 7’de gösterilmiştir.

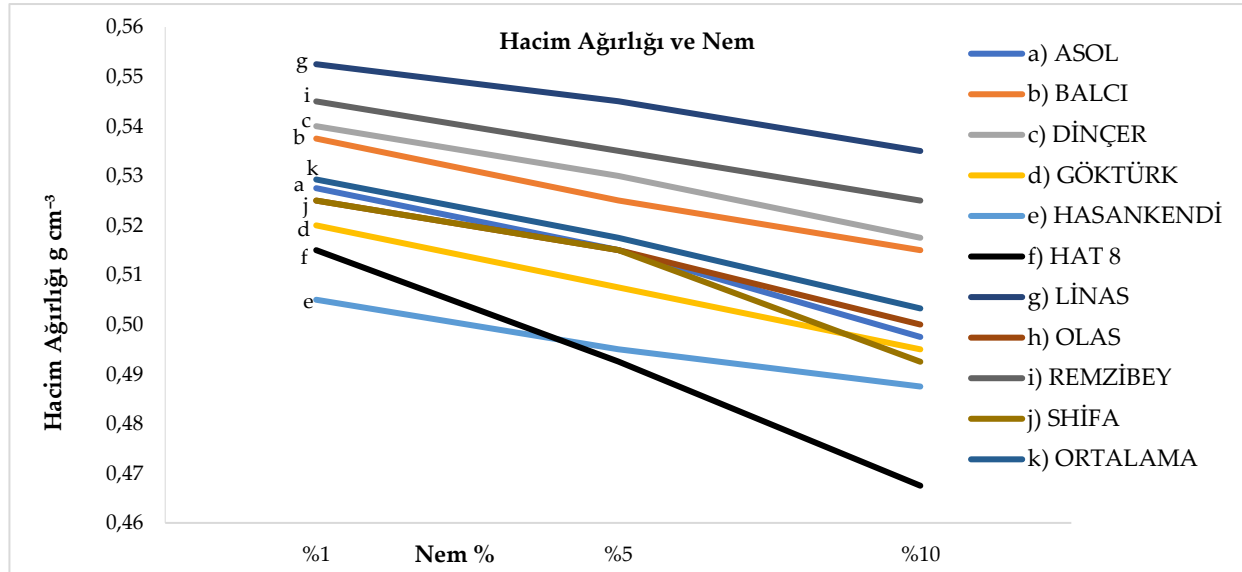
Şekil 3’te verilen bin dane ağırlığı ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nemde ortalama 40.48 g elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 36.5 g ve Linas 43 g, %5 nemde ortalama 41.43 g elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 37 g ve Göktürk 44.5 g ve %10 nemde ortalama 43.73 g elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Shifa ve Hat 8 40.5 g ve Linas 46.5 g olarak gerçekleşmiştir. Şekil 3’te, nem artışına bağlı olarak bin dane ağırlığında tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Neme ve çeşite bağlı olarak bin tane ağırlığının değişimi.

Figure 3. Variation of thousand grain weight depending on moisture and variety.

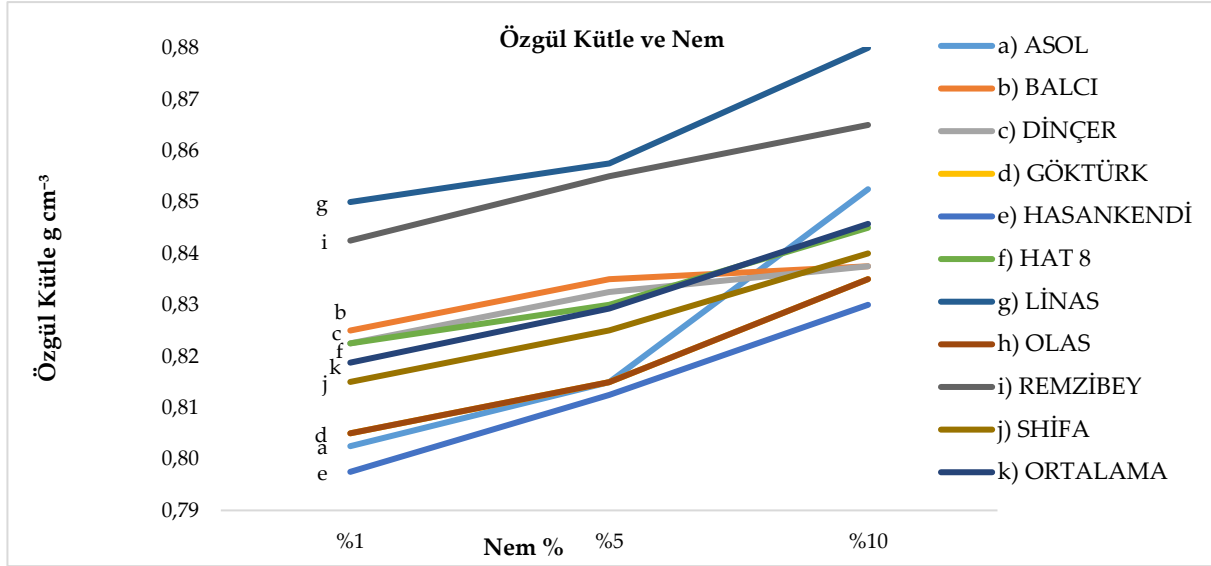
Şekil 4'te verilen hacim ağırlığı ve nem oranı grafiği incelendiğinde %1 nem oranında ortalama  $0,53 \text{ g cm}^{-3}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 ve Linas  $0,51 \text{ g cm}^{-3}$  ve Olas, Shifa ve Remzibey  $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ , %5 nem oranında ortalama  $0,52 \text{ g cm}^{-3}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8  $0,49 \text{ g cm}^{-3}$  ve Linas  $0,55 \text{ g cm}^{-3}$  ve %10 nem oranında ortalama  $0,50 \text{ g cm}^{-3}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Remzibey ve Shifa  $0,49 \text{ g cm}^{-3}$  ve Hat 8 ve Sol  $0,52 \text{ g cm}^{-3}$  olarak gerçekleşmiştir. Nem oranı artışına bağlı olarak hacim ağırlığında tüm çeşitlerde Hat 8 ve Linas dışında tüm çeşitlerde ters orantılı olarak azalma gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Neme ve çeşite bağlı olarak hacim ağırlığının değişimi.

Figure 4. Variation of volume weight depending on humidity and variety.

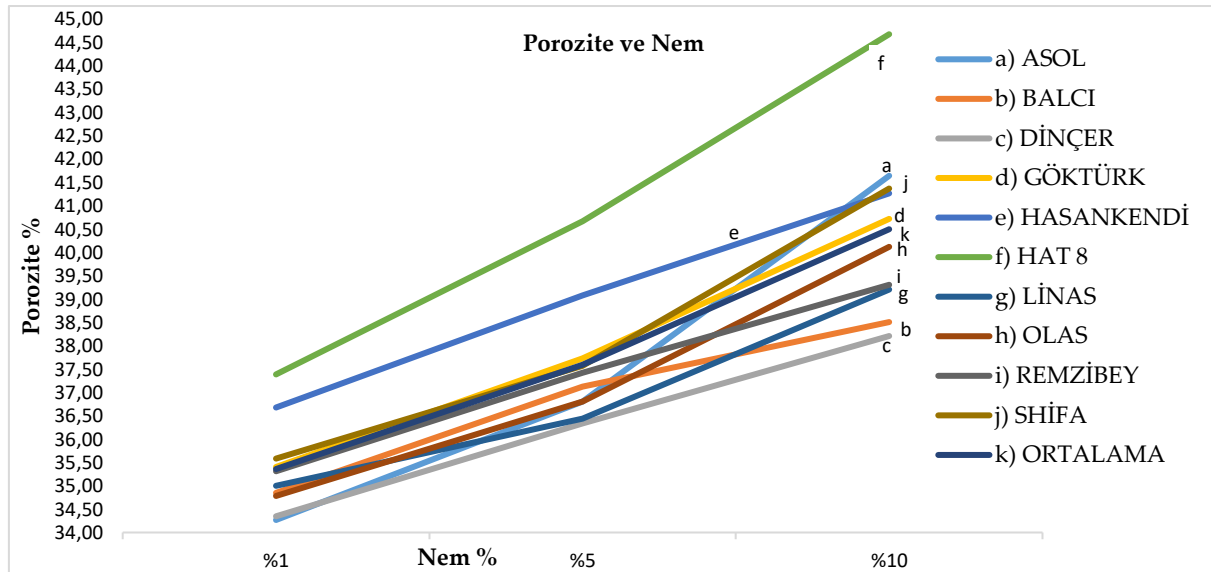
Şekil 5'te verilen özgül kütle ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nemde ortalama  $0.82 \text{ g cm}^{-3}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Asol ve Hasankendi  $0.80 \text{ g cm}^{-3}$  ve Linas  $0.85 \text{ g cm}^{-3}$ , %5 nemde ortalama  $0.83 \text{ g cm}^{-3}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hasankendi  $0.81 \text{ g cm}^{-3}$  ve Remzibey ve Linas  $0.86 \text{ g cm}^{-3}$  ve %10 nemde ortalama  $0.85 \text{ g cm}^{-3}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hasankendi  $0.83 \text{ g cm}^{-3}$  ve Remzibey  $0.87 \text{ g cm}^{-3}$  olarak gerçekleşmiştir. Nem artışına bağlı olarak özgül kütlede Balcı ve Dinçer dışında tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak bir artış gözlemlenmiştir.



Şekil 5. Neme ve çeşite bağlı olarak özgül kütle değişimi.

Figure 5. Variation of specific mass depending on humidity and variety.

Şekil 6'da verilen porozite ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nem içeriğinde ortalama %35.36 elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Olas %32.60 ve Linas %39.70, %5 nem içeriğinde ortalama %37.59 elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Linas %36.32 ve Hat 8 %40.66 ve %10 nem içeriğinde ortalama %40.50 elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8 %38.04 ve Remzibey %42.82 olarak gerçekleşmiştir. Nem artışına bağlı olarak porozitede tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak bir artma gözlemlenmiştir.

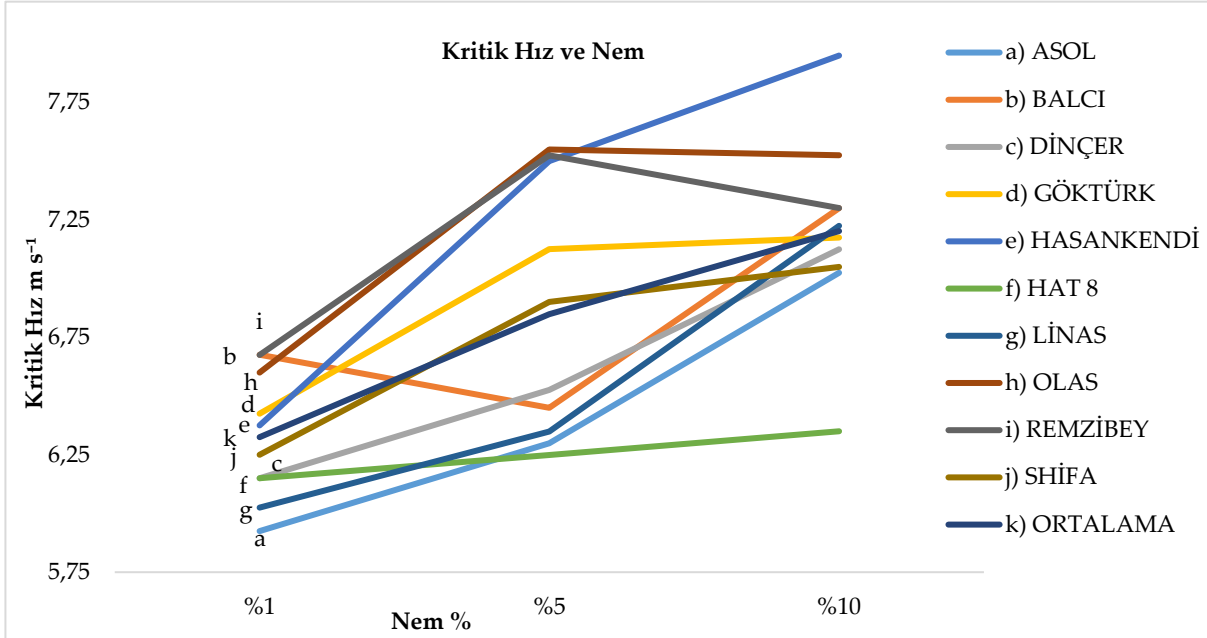


Şekil 6. Neme ve çeşite bağlı olarak porozitenin değişimi.

Figure 6. Variation of porosity depending on humidity and variety.



Şekil 7'de verilen kritik hız ve nem grafiği incelendiğinde; %1 nemde ortalama  $6.33 \text{ m s}^{-1}$  olarak elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Asol  $5.93 \text{ m s}^{-1}$  ve Remzibey ve Balcı  $6.68 \text{ m s}^{-1}$ , %5 nemde ortalama  $6.84 \text{ m s}^{-1}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8  $6.15 \text{ m s}^{-1}$  ve Olas  $7.55 \text{ m s}^{-1}$  ve %10 nemde ortalama  $7.18 \text{ m s}^{-1}$  elde edilirken en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla Hat 8  $6.15 \text{ m s}^{-1}$  ve Hasankendi  $7.95 \text{ m s}^{-1}$  olarak gerçekleşmiştir. Nem artışına bağlı olarak kritik hızda tüm çeşitlerde doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Sadece Olas ve Remzibey çeşidinde %5 neme göre %10 nemde çok az da olsa bir azalma görülmüştür. Bunun nedeni çalışma anındaki nem değişimleri ve ölçüm anındaki kesit alanı değişiminin kararsızlığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 7. Neme ve çeşite bağlı olarak kritik hızın değişimi.

Figure 7. Variation of critical velocity depending on humidity and variety.

Aspir tohumuna ait bazı fiziko-mekanik özellikleri, %7.4-%9.2 nem içeriğinde bin tane ağırlığı ve porozite değerlerinde sırasıyla 52.68 g-68.8 g, %40.7-%44.2 olarak belirlenmiştir. Aspir tohumlarında nem arttıkça bin tane ağırlığının ve porozitenin arttığını bulmuşlardır (Aktaş vd., 2006). Aspir tohumlarında bin tane tohum ağırlığını %5.61 ve %23.32 nemlerde sırasıyla 36.1 g ve 47.2 g hacim ağırlığını 0.5269 g ve 0.4886 g  $\text{cm}^{-3}$ , özgül kütleli 1.0967 g  $\text{cm}^{-3}$  ve 1.1876 g  $\text{cm}^{-3}$ , porozite % 52.0 ve % 56.7 ve kritik hız  $3.84 \text{ m s}^{-1}$  ve  $5.02 \text{ m s}^{-1}$  olarak bulmuşlardır (Çalışır vd., 2005). Aspir tohumlarının nem içeriğine bağlı fiziksel ve basınç özellikleri incelendiğinde; nem oranı tohum ağırlığı değerlerinde doğrusal bir artış, hacim ağırlığı ve porozite değerlerinde azalma kaydedilmiştir (Baümler vd., 2006). Remzibey 05 aspir çeşidi tohumlarında kritik hız değerleri %6.5 nem içeriğinde  $9.18 \text{ m s}^{-1}$  değerinde ve %19.5 nem içeriğinde  $9.09 \text{ m s}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir. Nem içeriğine göre hız değerlerine önemli bir etkisinin bulunmadığını tespit edilmiştir (Berber, 2007).

Bu çalışma ile hacim ağırlığı dışında tüm parametreler nemin artışıyla artmıştır. Ancak nem artışıyla sadece hacim ağırlığı azalmıştır. Aktaş vd. (2006) yaptıkları çalışmada bin dane ağırlığında ve porozitede nemle birlik artış olduğunu saptamışlardır. Çalışır vd. (2005) bizim bulduğumuz verileri teyit etmiş ve hacim ağırlığı dışında nemle birlikte diğer parametrelerde artış olduğunu bulmuşlardır. Baümler vd. (2006) yaptıkları çalışmada bin dane ağırlığında artış, hacim ağırlığı ve porozitede ise nemle birlik artış olduğunu belirlemişlerdir. Berber (2007) yaptığı çalışmada ise kritik hızın neme bağlı olmadığını ifade etmiştir.

## SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre çeşitler arasında bin tane ağırlığı ve porozitede Linas çeşidi, hacim ağırlığı ve özgül kütlede Linas ve Remzibey çeşidi, kritik hızda ise Hasankendi çeşidi en yüksek değerleri alarak ön plana çıkmıştır.

Tüm çeşitlerde bin tane ağırlığı, özgül kütle, porozite ve kritik hız değerleri %10 nem oranında en yüksek değere ulaşmıştır. Nem oranı arttıkça hacim ağırlığı hariç tüm değerlerde artış gözlenmiştir. Nem oranının %1 olduğu koşulda hacim ağırlığı en yüksek değerine ulaşmıştır.

Çeşit\*nem interaksyonu yönünden hacim ağırlığı, porozite ve kritik hız değerlerinde istatistiki olarak %1 önemli farklılıklar bulunurken, bin tane ağırlığı ve özgül kütlede farklılıklar önemli bulunmamıştır. Hacim ağırlığında Linas çeşidi %5 nem oranında, porozitede Remzibey çeşidi %10 nem oranında ve kritik hızda Hasankendi çeşidi %10 nem oranında en yüksek değerleri almışlardır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Çalışma Metin Güner gözetim ve denetiminde gerçekleştirilmiş olup herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZAR KATKISI

Akif Köktaş sorumlu yazar olarak makalenin hazırlanması ve araştırmanın yürütülmesinde sorumlu olmuştur. Prof. Dr. Metin Güner makalenin ve araştırmanın kontrolü ve danışmanlığını yürütmüştür.

## TEŞEKKÜR

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü idaresine, Yağlı Tohumlu Bitkiler Islah Birimi, Üretim İşletme Bölümü başkanı ve personellerine ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü idaresine ve danışman hocam Prof. Dr. Metin Güner'e teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKLAR

- Aktaş, T., Celen, I. & Durgut, R. (2006). Some physical and mechanical properties of safflower seed. *Journal of Agronomy*, 5 (4), 613-616. <https://doi.org/10.3923/ja.2006.613.616>.
- Altıkat, S. (2019, Nisan 11-12). *Farklı nem düzeylerinin aspir (Carthamus tinctorius L.) tohumlarının fiziksel ve mekanik özelliklerine etkileri* [Sözlü bildiri]. Umteb 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, Türkiye.
- Altuntaş, E., & Yıldız, M. (2007). Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba L.*) grains. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.013>.
- Babaoğlu, M. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de aspir bitkisinin tarihçesi önemi ve kullanımı. *Tarım Gündem Dergisi*, 36, 98-102.
- Bäumler, E., Cuniberti, A., Nolasco, S. M. & Riccobene, I. C. (2006). Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *Journal of Food Engineering*, 72 (2), 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.029>.
- Berber, S. (2007). *Aspir (Carthamus Tinctorious. L.) Tohumlarının Aerodinamik Özelliklerinin Belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/618488>.
- Çalışır, S., Marakoğlu, T., Öztürk, Ö., & Ögüt, H. (2005). Some physical properties of safflower seed. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(36), 87-92.
- Ertuğrul, Ö. (2022). Biyosistem mühendisliği III: Tohum fiziko-mekanik (mühendislik) özelliklerinin önemi ve bazı fiziksel özelliklerin belirlenmesi için uygulanan yöntemler. Atılğan, A., Değirmenci, H., Demircan, V. & Tanrıverdi, Ç. (Ed.) (ss. 174-183). Akademisyen Kitap Portalı. <https://doi.org/10.37609/akya.1414>.
- İlkdoğan, U. (2012). *Türkiye'de aspir üretimi için gerekli koşullar ve oluşturulacak politikalar* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://dSPACE.ankara.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12575/34612>.
- Özlu, R. R. & Güner, M. (2016). Farklı nem düzeylerinde kanola tohumlarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (Ek Sayı), 10-24.
- Özlu, R. R. (2019). *Kanolanın pnömatik iletim karakteristiklerinin belirlenmesi* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/44826>.
- Özlu, R. R. & Güner, M. (2022), Determination of pneumatic conveying characteristics of canola seeds. *Journal Of Agricultural Sciences*, 28(4), 656-665. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.794097>.



## Farklı Dal Çapı ve Dal Açısına Sahip Yomra Çeşidi Fındık Ocaklarında Dal Fındık Verimi ve Mekanik Hasat Etkinliği

Hazelnut Branch Yield and Mechanical Harvest Efficiency in Hazelnut (Cv.Yomra) Quarries with Different Branch Diameters and Branch Angles

Ruçhan Çömlek<sup>1</sup> , Taner Yıldız<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 21.09.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 07.11.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Fındıkta (*Corylus avellana* L.) verim ve hasat etkinliği; budama, seyreltme gibi kültürel ve teknik uygulamalardan etkilenebilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, Yomra fındık çeşidinde dal çapının ve dal açısının dal fındık verimi ve hasat etkinliği üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toplamda 44 dal, ortalama dal çapının standart sapması esas alınarak (ortalamadan 1 ve 2 standart sapma kadar yüksek ve düşük olanlar) dört deneysel gruba ayrılmıştır. Böylece dal çapları küçük (13.7-19.0 mm), orta küçük (19.1-25.6 mm), orta büyük (25.6-32.2 mm) ve büyük (32.3-38.8 mm) çaplı olarak gruplandırılmıştır. Benzer şekilde 44 dala ait dal açılarının ortalaması ve standart sapmasına göre dallar dar (<59.6°) ve geniş (>59.9°) açılı olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Dal çapının dal açısı, dalda kalan fındık miktarı ve mekanik hasat etkinliği (%) üzerinde etkisi önemli olup, küçük çaplı dallarda ilgili parametreler büyük çaplı dallara göre daha düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Küçük çaplı dal, orta büyük çaplı dal ve büyük çaplı dal için dal verim etkinliği (dal kesit alanı başına fındık verimi) sırasıyla 2.08, 4.54, 6.76 ve 9.31 g mm<sup>-2</sup> olarak belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Dar açılı dallara kıyasla, geniş açılı dallarda dal çapı ( $P<0.069$ ) ve toplam zuruflu fındık miktarı ( $P<0.054$ ) daha yüksek olma eğiliminde bulunmuştur. Mevcut çalışmanın sonuçları, eksantrik tipli silkeleyici ile hasat yapılan fındık bahçelerinde hasat etkinliğini yükseltmek amacıyla, dal verimi etkinliğini de arttırdığı için, geniş açılı ve büyük çaplı dalların tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mekanik hasat, dal verim etkinliği, fındık, budama, dal seyreltme, dip sürgünü temizliği

&

**Abstract:** In hazelnuts (*Corylus avellana* L.), cultural and technical practices such as pruning and thinning can affect hazelnut yield and harvest efficiency. Therefore, this study aimed to determine the effect of branch diameter and branch angle on branch hazelnut yield and harvest efficiency in the Yomra hazelnut variety. In total, 44 branches were divided into four experimental groups based on the standard deviation of the average branch diameter (those higher and lower by 1 and 2 standard deviations from the mean). Thus, branch diameters are grouped as small (13.7-19.0), medium-small (19.1-25.6 mm), medium-large (25.6-32.2 mm), and large (32.3-38.8 mm) diameters. Similarly, according to the average and standard deviation of the branch angles of 44 branches, the branches were divided into two groups: narrow (<59.6°) and broad (>59.9°) angles. The effect of branch diameter on branch angle, the quantity of hazelnuts remaining on the branch, and mechanical harvest efficiency (%) is significant, and the relevant parameters in small-diameter branches were found to be lower than in large-diameter branches ( $P<0.05$ ). Branch yield efficiency (hazelnut yield per branch cross-sectional area) for small diameter branch, medium small diameter branch, medium large diameter branch, and large diameter branch was determined as 2.08, 4.54, 6.76, and 9.31 g mm<sup>-2</sup>, respectively ( $P<0.05$ ). Branch diameter ( $P<0.069$ ) and total amount of hazelnuts ( $P<0.054$ ) tended to be higher in wide-angle branches compared to narrow-angle branches. The results of the present study show that to increase the harvest efficiency in hazelnut orchards harvested with eccentric type shakers, wide-angle and large-diameter branches should be preferred, as they also increase branch yield efficiency.

**Keywords:** Mechanical harvest, branch yield efficiency, hazelnut, pruning, branch thinning, sucker control

**Atıf/Cite as:** Çömlek, Ç. & Yıldız, T. (2023). Farklı dal çapı ve dal açısına sahip yomra çeşidi fındık ocaklarında dal fındık verimi ve mekanik hasat etkinliği. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3),379-386 doi: 10.24180/ijaws.1363720.

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Araş. Gör. Ruçhan Çömlek, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, ruchan.comlek@omu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

<sup>2</sup> Doç. Dr.Taner Yıldız, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, tyildiz@omu.edu.tr

## GİRİŞ

Fındıkta (*Corylus avellana* L.) verim, kalite ve hasat etkinliğini birçok faktör etkilemektedir (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Bostan ve İşbakan, 2020; Bak ve Karadeniz, 2021). Bunların en önemlilerinden birisi kültürel ve teknik uygulamalardan olan ocak seyreltme ve budamadır (Bak, 2010). Budamayla birlikte, dip sürgünü temizliğinin yetersiz ve tekniğine uygun yapılmaması, fındık verimi ve hasat etkinliği (HE) bakımından önemli problemler (dip sürgünlerinin ocağın ve özellikle fındık veren dalların besin maddelerine ortak olması, ocakların havalanması ile güneşlenmesine engel olması ve sonuçta fındık verimi, kalitesi ve HE 'de azalma) oluşturmaktadır (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Beyhan, 2007; Acı ve Beyhan, 2018; Figen vd., 2021). Gerçekten de bu durum, fındık bahçelerinin özellikle de ocakların ekonomik ömrünü hızla tamamlamasına neden olmaktadır. Fındıkta budama ve dal seyreltmenin i) düzgün ve sağlam bir taç oluşturmak, ii) ocağın ve her bir dalın daha uzun süre verimli kalmasını sağlamak, iii) zayıflamaya başlayan dal veya gövdeleri yeniden güçlendirmek ve iv) böylece, ocak ve her bir dalın uzun süre kaliteli meyve vermesini sağlamak gibi birçok amacı bulunmaktadır (Karadeniz vd., 2009; Balta vd., 2021). Uygun bir budama ve dal seyreltmenin i) ocakta her bir dalın kısa sürede verime geçmesini, ii) ocaktaki kök ve taçlar arasındaki fizyolojik dengenin kurulması ve sürdürülmesini, iii) güneş ışınlarının etkin bir şekilde bahçenin ve ocağın her yerine ulaşmasının sağlanmasını, iv) bahçe, ocak ve dallardaki tozlaşma yüzdesinin artırılmasını, v) yıldan yıla verimdeki olası kayıpları ve dalgalanmaların azaltılmasını ve vi) en önemlisi de fındıkta zararlılarla mücadelenin ve fındık hasadının kolaylaştırılmasının sağlanması gibi önemli etkileri bulunmaktadır (Karadeniz vd., 2009; Bak ve Karadeniz, 2021).

Budama ve dal seyreltme genellikle, Ekim ayının sonlarına doğru bitkinin dinlenmeye girdiği ve aktif büyüme döneminin sona erdiği zaman yapılmaktadır (Bak ve Karadeniz, 2021). Budama ve seyreltmede; genellikle ocaktaki kalın ve ince dallar, kurumaya yüz tutmuş, kurumuş, sık ve az gelişmiş dip ve kök sürgünleri temizlenmektedir (Karadeniz vd., 2009; Bak ve Karadeniz, 2021). Budama sonrası dallarda iyi bir yapraklanma alanı ve meyve sürgünlerinin oluştuğu ve böylece dal başına verimliliğin yaklaşık iki katına çıktığı bildirilmiştir (Bak ve Karadeniz, 2021). Fındık bahçeleri de dahil meyve bahçelerinde ürün verimini etkileyen temel çevresel faktör güneş ışığı olmaktadır (Salazar-Canales vd., 2021). Bu nedenle, budama ve dip temizliği ile ilgili çalışmalarda genellikle ocaktaki dal sayısı, dal boyu, dallar arasındaki mesafenin ürün kalitesine etkisiyle birlikte, güneşlenme faktörünün yeterli olabilmesi için, dikim sistemi ve budamanın önemi üzerinde durulmuştur (Botu ve Turcu, 2001; Bostan, 2005; Karadeniz vd., 2009; Top ve Bostan, 2020; Bak ve Karadeniz, 2021). Nitekim fındıkta, ışık eksikliğinin meyve ağırlığı ve çiçek yoğunluğu gibi verim bileşenlerini olumsuz etkilediğine dair kanıtlar bulunmaktadır (Botu ve Turcu, 2001; Luciani vd., 2020; Salazar-Canales vd., 2021). Bu nedenle, ocaktaki fındık dallarının belirli bir açı ile seyreltilmesi sadece verimi ve kaliteyi değil, aynı zamanda hasat etkinliğini de olumlu etkileyecektir.

Antep fıstığı, kestane, badem, fındık ve ceviz gibi sert kabuklu meyvelerin elle hasadı pahalı, zaman alıcı ve yoğun emek gerektirmektedir (Afsah-Hejri vd.,2021). Bu nedenle, bu tür meyve ağaçlarının mekanik hasat teknolojileri yaygın ve yoğun şekilde araştırılmaktadır (Erdoğan vd., 2003; Polat vd., 2007a, 2007b; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd., 2021). Bu çalışmalar, mekanik hasadın etkinliği ile ilgili hasat teknikleri ve zorluklarına genel bir bakış sağlamıştır (Polat vd., 2007a, 2007b). Bununla birlikte, mekanik silkeleyiciler için en uygun parametreler, her ağacın veya ocağın dal sayısına, boyutuna, kütesine, yaprak yoğunluğuna ve dal konfigürasyonuna bağlıdır (Homayouni vd., 2022). Ocak tipi fındıkların mekanik hasadında genellikle eksantrik tipli silkeleyiciler kullanılmaktadır (Yıldız, 2012; Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bu tip dal silkeleyicilerin temel prensibi, silkeleyicinin oluşturduğu titreşimin dallara iletilmesine dayanmaktadır. Dolayısıyla, fındık dal çapına bağlı olarak oluşturulan titreşimin dallara iletilmesi hasat etkinliği değiştirecektir. Fındıkta elle ve mekanik silkeleyici ile silkeleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada silkeleyici bağlama yüksekliğinin artmasıyla birlikte, silkeleme ile meyve düşürme yüzdesinin arttığı belirlenmiştir (Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bununla birlikte, dal kalınlığı (çapı) ve dalların açısının hasat etkinliği üzerindeki etkisi hakkında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmada Yomra fındık çeşidinde dal çapının ve dal açısının dal verimi ve hasat verimliliği üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Bu çalışmanın verileri, Yomra çeşidi fındığın mekanik hasadında meyve düşürme yüzdesi üzerine farklı olgunlaşma dönemleri ve dal bağlama yüksekliklerinin etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışmadan elde edilmiştir (Yıldız ve Tekgüler, 2014). Dolayısıyla, mevcut çalışmada değerlendirilen dal çapı ve açısına ait verilerin alındığı bahçenin coğrafi konumunun, fındık bahçesinin, denemede kullanılan eksantrik tipli silkeleyicinin ve diğer ölçüm aletlerinin özellikleri önceki araştırmada ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur (Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bununla birlikte, bu çalışmada dal çapı ve açısına ait ölçümler farklı bağlama yüksekliğine bağlı silkelemeye tabi tutulan 60 dalın standartlara uygun olan 44'ünde yapılmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Dal çapı ve dal açıları için tanımlayıcı istatistikler.

Table 1. Descriptive statistics for branch diameter and branch angles.

	n	Minimum (Minimum)	Maksimum (Maximum)	Ortalama (Mean)	Standart sapma (Standart Deviation)
Dal çapı (mm) (Branch diameter)	44	13.7	37.2	25.6	6.61
Dal açısı (°) (Branch angle)	44	41.0	87.0	59.6	10.62

**Dal açısı (°):** Dal çaplarının ölçüldüğü noktalardan (Şekil 1a) dal açıları ölçülmüştür. Bu amaçla bahçe zemini yatay düzlem kabul edilerek, çelik metre ve su terazisi kullanılarak zeminle 90° açı sağlamış ve açı ölçer yardımıyla her bir noktanın açısı ölçülmüştür.

**Dal çapı (mm):** Şekil 1'de görüldüğü gibi, hasat tarihinde (bu çalışmada 28 Ağustos, 7 Eylül ve 15 Eylül olmak üzere üç farklı hasat zamanı esas alınmıştır) seçilen her bir dalın toprak ile birleştiği noktadan sırasıyla 50, 100, 150 ve 200 cm yüksekliğine denk gelen noktadan dal çapının (D) ölçülmesi ile belirlenmiştir. Bu ölçüm için her bir yükseklikten kuzey-güney ve doğu-batı doğrultusunda kumpas ile iki çap ölçümü alındıktan sonra ortalaması hesaplanmıştır. Her bir dala ait çap ise dört noktanın ortalaması olarak hesaplanmıştır (Şekil 1b).



**Şekil 1.** Dal açısı (a) ve dal çaplarının (b) belirlenmesi.

Figure 1. Determination of branch angles and branch diameters.

### Yöntem

Toplamda 44 dal, ortalama dal çapının standart sapması esas alınarak (ortalamadan 1 ve 2 standart sapma kadar düşük ve yüksek olanlar) dört deneysel gruba ayrılmıştır. Böylece küçük çap (KÇ, 13.7-19.0), orta küçük çap (OKÇ, 19.1-25.6), orta büyük çap (OBÇ, 25.6-32.2) ve büyük çap (BÇ, 32.3-38.8) olarak dal grupları oluşmuştur. Benzer şekilde 44 dala ait açıların ortalaması ve standart sapmasına göre dar açı (DA,

<59.6°) ve geniş açı (GA, 59.9°<) olmak üzere iki deneysel gruba ayrılmıştır. Bu grupta da 2 standart sapma gruplarına düşen dal açısı sayısı (<49.0° veya 70.2°<) üçten daha düşük olduğu için ekstra gruplandırma yapılmamıştır.

*Dal fındık verimi (g)*: Hasat esnasında her bir daldan dökülen (DF, g) ve dalda kalan zuruflu fındıkların (KF, g) toplam ağırlığıdır. Yani toplam fındık (TF, g) ağırlığı olarak hesaplanmıştır.

*Dal verimi etkinliği (DVE, g mm<sup>-2</sup>)*: Dal başına TF'nin, ortalama dal yarıçapı (Eşitlik 1) kullanılarak hesaplanan gövde kesit alanına (GKA) (Eşitlik 2), oranlanarak (Eşitlik 3) hesaplanmıştır (Top ve Bostan, 2020).

$$r = \frac{D}{2} \quad (1)$$

$$GKA (mm^2) = \pi r^2 \quad (2)$$

$$DVE (g mm^{-2}) = \frac{TF}{GKA} \quad (3)$$

*Hasat etkinliği (%)*: DF fındık miktarının TF miktarına oranlanması ile hesaplanmıştır (Eşitlik 4).

$$HE (\%) = \frac{DF}{TF} \times 100 \quad (4)$$

### İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler (DVE hariç), IBM SPSS paket programının (SPSS v21.0: IBM Corp.) "Compare Means" prosedürü kullanılarak aşağıdaki modele (Eşitlik 5) göre, tamamen rastgele tasarımda tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur.

$$Y_{ij} = \mu + D\zeta_i + e_{ij} \quad (5)$$

Burada,  $Y_{ij}$  kantitatif tepki değişkeni (DF, DK, TF, DVE ve HE),  $\mu$  genel ortalamadır.  $D\zeta_i$  dal çapı  $i$ 'nin (KÇ, OKÇ, OBC, BÇ) etkisi ve  $e_{ij}$  rastgele hatadır. Ortalamalar arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Farklılıklar  $P < 0.05$  seviyesinde önemli,  $P < 0.07$  seviyesinde ise önemli olma eğiliminde kabul edilmiştir. Dal çaplarının arasındaki linear, kuadratik ve kübik ilişkiler aynı paket programda ortogonal polinom kontrast uygulanarak belirlenmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı dal çaplarının dökülen (DF), dalda kalan (KF) ve toplam fındık (TF) miktarları ile hasat etkinliği (HE) üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Dal çapının KF ( $P=0.043$ ) ve HE ( $P=0.050$ ) miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuş; DF, TF ve DA üzerinde ise önemli bir etkisi bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ; Çizelge 2). Küçük çaplı dallardaki KF miktarı ve HE, büyük çaplı dallara göre daha düşük bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Bununla birlikte, incelenen tüm parametreler dal çapının büyüklüğüne bağlı olarak doğrusal (lineer) olarak artmıştır ( $P < 0.05$ ). Gövde kesit alanı başına düşen zuruflu fındık verimi yani DVE de dal çapından önemli düzeyde etkilenmiştir ( $P < 0.05$ ). Bu sonuçlar, fındıkta birim alandaki dal sayısı ile bitki başına düşen verim arasında ters orantı olması ile açıklanabilir (Beyhan, 2007). Fındıkta silkelemeyle meyvelerin tamamen dökülmesi yani hasat etkinliği; dal çapı ile birlikte, meyvelerin olgunlaşma süresine, yani hasat zamanına

ve silkeleyici parametrelerine (silkeleme genliği, frekans ve silkeleme süresi) bağlı olmaktadır (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd.,2021).

**Çizelge 2.** Farklı dal çaplarının (DÇ) dal açısı (DA), dökülen (DF), dalda kalan (KF) ve toplam fındık (TF) miktarı ve hasat etkinliği (HE) üzerine etkisi.

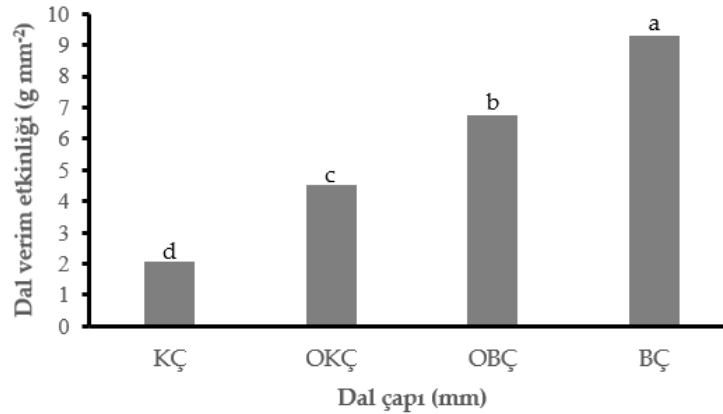
Table 2. Effect of different branch diameters (DÇ) on branch angle (DA), amount of removed (DF), remaining on the branch (KF) and total hazelnut (TF) amount and harvest efficiency (HE).

Parametre (Parameter)	KÇ (mm) (SD) 13.7-19.0	OKÇ (mm) (MSD) 19.1-25.6	OBC (mm) (MLD) 25.6-32.2	BÇ (mm) (LD) 32.3-37.2	OSH (MSE)	P-değeri (P-Value)
n	10	13	11	10		
DA (°) (BA)	56.6	59.1	60.2	62.6	1.62	0.674
DF (g dal <sup>-1</sup> ) (AR)	345.3	476.0	475.8	415.6	51.56	0.798
KF (g dal <sup>-1</sup> ) (RB)	213.6 <sup>b</sup>	531.2 <sup>ab</sup>	553.6 <sup>ab</sup>	732.8 <sup>a</sup>	63.75	0.043
TF (g dal <sup>-1</sup> ) (TH)	629.1	1007.1	1029.7	1078.1	81.55	0.217
HE (%) (HE)	36.8 <sup>b</sup>	47.0 <sup>ab</sup>	51.0 <sup>ab</sup>	59.8 <sup>a</sup>	3.46	0.050

KÇ, küçük çaplı dal; OKÇ, orta küçük çaplı dal; OBC, orta büyük çaplı dal; BÇ, büyük çaplı dal; OHS: Ortalamanın standart hatası.

<sup>a,b</sup>: Aynı sıradaki farklı üst simgeler, önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05).

Antep fıstığı, kestane, badem ve ceviz gibi sert kabuklu meyvelerin mekanik hasat olanaklarının incelendiği çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Erdoğan vd., 2003; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Polat vd., 2007a, 2007b; Afsah-Hejri vd.,2021). Bununla birlikte, daha önceki çalışmalarda ve mevcut çalışmadaki sonuçlar mekanik silkeleyicilerin hasat etkinliğinin her ağacın veya ocağın dal sayısına, dal boyutuna, kütlesine, yaprak yoğunluğuna ve dal konfigürasyonuna bağlı olduğu fikrini desteklemiştir (Afsah-Hejri vd.,2021; Homayouni vd., 2022).



**Şekil 2.** Farklı dal çaplarının dal verim etkinliği üzerine etkisi.

Figure 2. The effect of different branch diameters on branch yield efficiency.

KÇ, küçük (13.7-19.0 mm) dal çapı; OKÇ, orta küçük dal çapı (19.1-25.6 mm);

OBC, orta büyük dal çapı (25.6-32.2 mm); BÇ, büyük dal çapı (32.3-38.8 mm).

<sup>a-d</sup>: Barlar üzerindeki farklı harfler önemli farklılıkları gösterir (P<0.05).

n= 44 için ortalamanın standart hatası: 0.17.

Figure 2. Effect of different branch diameters on branch yield efficiency.

KÇ, small (13.7-19.0 mm) branch diameter; OKC, medium small branch diameter (19.1-25.6 mm);

OBC, medium large branch diameter (25.6-32.2 mm); BÇ, large branch diameter (32.3-38.8 mm).

<sup>a-d</sup>: Different letters on bars indicate significant differences (P<0.05).

n=Standard error of the mean: 0.17 for n = 44.

Küçük çaplı dal, orta küçük çaplı dal, orta büyük çaplı dal ve büyük çaplı dal için DVE sırasıyla 2.08, 4.54, 6.76 ve 9.31 g mm<sup>-2</sup> olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05; Şekil 2). Dal çapının artmasına bağlı olarak KF'da artmıştır. Dal çaplarının artmasıyla birlikte, dal verimlerinin de artması HE değerlerinin de artmasına neden olmuştur. Mevcut çalışmadaki ortalama DVE değerleri daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu bulunmuştur (Beyhan, 2007; Çalışkan vd., 2019; Figen vd., 2021).

Farklı dal açılarının dökülen (DF), dalda kalan (KF) ve toplam fındık (TF) miktarları ile hasat etkinliği (HE) üzerine etkisi ise, Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüleceği gibi, dal açılarının dal çapları ve TF üzerindeki etkisi önemli olma eğiliminde bulunmuştur (P=0.069). Dar açılı dallara kıyasla, geniş açılı dallarda dal çapı ve TF daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, silkeleyici ile hasatta HE'nin her zaman silkeleyici bağlantı noktasına ve etkin fındık kütesine bağlı olduğunu fikrini doğrulamaktadır (Erdoğan vd., 2003; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Polat vd., 2007a, 2007b).

**Çizelge 3.** Farklı dal açılarının dal çapı, dökülen, dalda kalan ve toplam fındık miktarı ile hasat etkinliği üzerindeki etkisi.

Table 3. The effect of different branch angles on branch diameters, the amount of removed hazelnuts, remaining on the branch and total hazelnuts, and harvest efficiency.

Parametre(Parameter)	DA (°) <59.6 (AA)	GA (°) 59.9< (WA)	OSH (MSE)	P-değeri (P-Value)
n	20	24		
Dal çapı (mm) (Branch diameter)	27.8 <sup>a</sup>	24.0 <sup>b</sup>	1.03	0.069
Dökülen fındık (g dal <sup>-1</sup> ) (amount of removed)	503.6	503.3	51.56	0.134
Dalda kalan fındık (g dal <sup>-1</sup> ) (remaining on the branch)	521.0	347.6	63.75	0.894
Toplam fındık (g dal <sup>-1</sup> ) (Total hazelnut)	868.5 <sup>b</sup>	1006.9 <sup>a</sup>	81.55	0.054
Hasat etkinliği (%) (Harvest efficiency)	45.5	51.4	3.46	0.401

DA, dar açılı; GA, geniş açılı; OHS: Ortalamanın standart hatası.

<sup>a,b</sup>: Aynı sıradaki farklı üst simgeler önemli olma eğilimindeki farklılıkları göstermektedir (P<0.07).

Mekanik hasat; hasat etkinliğini artırmasına rağmen, i) dalların hasar görmesi, ii) yaprak dökülmesi, iii) özel meyve bahçesi tasarımı ve ağaç eğitimi gereksinimi, iv) sermaye yatırımı ve v) makina bakım masraflarının artması gibi dezavantajlara sahiptir (Hoshyarmanesh vd., 2017; Afsah-Hejri vd., 2021). Günümüzde yaygın mekanik hasat makineleri dal, gövde ve kanopi silkeleyicilerinden oluşmaktadır (Yıldız, 2012; Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd., 2021; Homayouni vd., 2023). Ağaca zarar vermeden silkeleyiciler ile verimli meyve hasadı; i) ağaç özellikleri (türü, boyutu, doğal sıklığı, sönmüleme özellikleri ve ağacın yapısı), ii) meyve özellikleri (şekli, boyutu, sap uzunluğu ve olgunluk düzeyi) ve iii) titreşim parametreleri (silkeleyici tipi, kütesi, silkeleme genliği, silkeleme frekansı ve silkeleyici kelepçesinin bağlantı noktası) gibi hususlara bağlı olmaktadır (Afsah-Hejri vd., 2021). Mevcut çalışmada, Yomra çeşidinde de olduğu gibi, ocak tipi fındıkta küçük çaplı dallarda zuruflu fındık veriminin (TF ve DVE) az olmasından dolayı, çotanakların muhtemelen dağınık bir dağılım göstermesi nedeniyle, HE düşük bulunmuş olabilir (Du vd., 2019).

Mevcut çalışmanın sonuçları, fındıkta dal çapının artmasıyla birlikte mekanik silkeleyicinin HE'nin de arttığını göstermiştir. Eksantrik tipli silkeleyicilerin dinamiği ve güç gereksinimi; silkeleyicin dala bağlama yüksekliğinin artışıyla gövdenin elastik deformasyonunun sürekli olarak artmasına ve bunun sonucunda net güç gereksiniminde önemli bir azalmaya neden olduğu söylenebilir (Polat vd., 2007a, 2007b, Yıldız ve Tekgüler, 2014). Bu nedenle, silkeleme ile geniş açılı dallarda DF miktarının %33.3 daha az gerçekleşmesi, dal açısının, dalın yüksekliğine de bağlı olarak meyvelerin düşürülmesi için gerekli teğetsel kuvvetin daha etkili olduğu göstermektedir. Bu durum, büyük çaplı dallarda dal veriminin (TF ve DVE) daha yüksek olmasıyla ilişkili olabilir. Nitekim mevcut çalışmada her ne kadar dar açılı dallar daha büyük dal çapına



sahip olma eğiliminde olsa da geniş açılı dalların TF miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, mekanik silkeleyicilerin etkinliğini ve otomasyonu arttırmada önemli bir veri sağlayabilir (Yıldız ve Tekgüler, 2014; Afsah-Hejri vd., 2021). Du vd. (2019) tarafından belirtildiği gibi, silkeleyicinin oluşturduğu titreşimin etkili bir şekilde dallara iletilmesini sağlamak ve HE artırmak için, meyvelerinin farklı olgunlaşma dönemlerinin de dikkate alınması gerekmektedir (Erdoğan vd., 2003; Yıldız ve Tekgüler, 2014).

## SONUÇ

Mevcut çalışmanın sonuçları, eksantrik tipli silkeleyici ile hasat edilen fındık bahçelerinde mekanik hasat etkinliğini yükseltmek amacıyla, geniş açılı ve büyük çaplı dalların tercih edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Yomra çeşidi fındıkta büyük çaplı dallarda zuruflu fındık veriminin (TF ve DVE) yüksek olması, HE'nin de yüksek olmasını sağlamıştır. Ayrıca dal çapının azalması ile fındıkların düşürülmesi için gerekli olan kuvvetin artmasına rağmen, meyve düşürme yüzdesinin azaldığı belirlenmiştir. Gelecekte, eksantrik tipli silkeleyici ile farklı fındık çeşitlerinde de mekanik hasat parametrelerinin belirleneceği daha ileri araştırmalar yapılmalıdır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu makaleyle ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKISI

Yazarlar, çalışmanın her aşamasına eşit oranda katkı sağlamıştır.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmanın istatistik analizinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Soner ÇANKAYA'ya ve makalenin yazım aşamasında değerli önerilerde bulunan Prof. Dr. Nuh OCAK'a teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

- Acı, F. & Beyhan, N. (2018). Fındığın tepe daldırması yöntemi ile çoğaltılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.24180/ijaws.365185>.
- Afsah-Hejri, L., Homayouni, T., Toudeshki, A., Ehsani, R., Ferguson, L., & Castro-García, S. (2021). Mechanical harvesting of selected temperate and tropical fruit and nut trees. *Horticultural Reviews*, 49, 171-242. <https://doi.org/10.1002/9781119851981.ch4>.
- Bak, T. (2010). *Fındıkta farklı dal sayılarının verim ve kalite faktörleri üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Bak, T., & Karadeniz, T. (2021). Effects of branch number on quality traits and yield properties of European hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Agriculture*, 11(5), 437. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050437>.
- Balta, M. F., Yaman, İ., Kirkaya, H. & Karakaya, O. (2021). Farklı bakım koşullarında yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinin verim ve meyve özelliklerinin değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 265-274. <https://doi.org/10.29278/azd.909070>.
- Beyhan, N. (2007). Effects of planting density on yield and quality characteristics of hazelnut (cv. Palaz) in a hedgerow training system. *Canadian Journal of Plant Science*, 87, 595-597. <https://doi.org/10.4141/P05-064>.
- Bostan, S. Z., (2005). Fındıkta pomolojik ve teknolojik özellikler üzerine ocaktaki dal sayısının etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, 344: 4-7. <https://doi.org/10.29278/azd.656047>.
- Bostan, S. Z. & İşbakan, H. (2020). Fındıkta bitki morfolojik özellikleri ile verim ve meyve kalite özellikleri arasındaki ilişkiler. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(1), 32-45.
- Botu, I., & Turcu, E. (2001). Evaluation of ecological conditions and prospects for growing hazelnut in Romania, V International Congress on Hazelnut. *ISHS Acta Horticulture*, 556: 117-123. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.556.15>.
- Çalışkan, K., Balta, F., Yılmaz, M., & Karakaya, O. (2019). Organik olarak yetiştirilen Palaz fındık çeşidinde ocaktaki gövde sayısına bağlı olarak verim ve meyve özelliklerindeki değişim. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8: 49-60. <https://doi.org/10.29278/azd.656047>.
- Du, X., Jiang, F., Li, S., Xu, N., Li, D., & Wu, C. (2019). Design and experiment of vibratory harvesting mechanism for Chinese hickory nuts based on orthogonal eccentric masses. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 178-186. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.11.027>.
- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun, E; & Gezer, I. (2003). Mechanical harvesting of apricots. *Biosystems Engineering*, 85(1), 19-28. [https://doi.org/10.1016/S1537-5110\(03\)00024-2](https://doi.org/10.1016/S1537-5110(03)00024-2).
- Figen, F., Serdar, Ü. & Akyüz, B. (2021). Palaz fındık çeşidinde dip sürgünü temizleme sıklığının verim ve kalite üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 219-226. <https://doi.org/10.29278/azd.859254>.

- Homayouni, T., Gholami, A., Toudeshki, A., Afsah-Hejri, L., & Ehsani, R. (2022). Estimation of proper shaking parameters for pistachio trees based on their trunk size. *Biosystems Engineering*, 216, 121-131. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.02.008>.
- Homayouni, T., Maharlooei, M., Toudeshki, A., Ferguson, L., & Ehsani, R. (2023). Simultaneous trunk and canopy shaking improves table olive harvester efficiency versus trunk shaking alone. *Horticulturae*, 9(6), 640. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060640>.
- Hoshyarmanesh, H., Dastgerdi, H. R., Ghodsi, M., Khandan, R., & Zareinia, K. (2017). Numerical and experimental vibration analysis of olive tree for optimal mechanized harvesting efficiency and productivity. *Computers and Electronics in Agriculture*, 132, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.11.014>.
- Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C. ve Tarakçıoğlu, C., (2009). *Fındık Yetiştiriciliği*. Ziraat Odası Başkanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi Yayın No: 1.
- Luciani, E., Palliotti, A., Frioni, T., Tombesi, S., Villa, F., Zadra, C. & Farinelli, D. (2020). Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. *Scientia Horticulturae* 263, 109097. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>.
- Polat, R., Gezer, I., Guner, M., Dursun, E., Erdogan, D., & Bilim, H. C. (2007a). *Mechanical harvesting of pistachio nuts*. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1131-1135. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.023>.
- Polat, R., Güner, M., Dursun, E., Erdogan, D., Gezer, I., & Cem Bilim, H. I. (2007b). Mechanical harvesting of almond with an inertia type limb shaker. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(3). <https://doi.org/10.3923/ajps.2007.528.532>.
- Salazar-Canales, F., Bastías, R. M., Calderón-Orellana, A., Wilckens, R., & González, E. (2021). Photo-selective nets differentially affect microclimatic conditions, leaf physiological characteristics, and yield in hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 62(6), 845-858. <https://doi.org/10.1007/s13580-021-00365-8>.
- Top, G. & Bostan, S. Z. (2020). Fındıkta çotanak dökümü ile bitki ve meyve özellikleri arasındaki ilişkiler-İlk sonuçlar. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(2), 125-142.
- Yıldız, T. (2012). Bazı meyve ağaçlarının mekanik hasadında kullanılan silkeleyiciler ve farklı silkeleme yöntemlerinin incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 158-164. <https://doi.org/10.7161/anajas.2012.273.158>.
- Yıldız, T. & Tekgüler, A. (2014). The effects of different maturity times of fruit ripening and limb connection heights on the percentages of fruit removal in mechanical harvesting of hazelnut (Cv. Yomra). *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 20, 38-47. [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000001263](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001263).



## Çorum Alaca Arazi Topluşturma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesinin İncelenmesi ve Yararları

### The Review of Çorum Alaca Land Consolidation Project and Benefits

Selami Yaman<sup>1</sup> , Kadir Ersin Temizel<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 15.06.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 05.09.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Bu çalışmada Çorum Alaca Arazi Topluşturma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesinin incelenmesi ve yararları üzerine çalışılmıştır. Bu bağlamda çalışmanın yapıldığı Çorum ili Alaca ilçesi Arazi Topluşturma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesi bölgedeki ilk toplulaştırma projesidir (2012). Yöre için bir örnek oluşturması bakımından çok önemlidir. Çalışma, arazi toplulaştırmasının sağladığı faydaların ortaya konulması, gelecekte yapılacak çalışmalara destekleyici rol oynayacağı düşünülerek yapılmıştır. Bu çalışmada Arazi Topluşturmasının gereksiniminin ne derecede olduğu toplulaştırmanın ne derece gerekli olduğunu rakamlarla ortaya çıkarmak ve farkı göstermektir. Bu çalışmanın ilk bölümünde Arazi Topluşturması tanımı ve gerekliliği, ikinci bölümde Arazi Topluşturma Projesinin materyal ve metodu, üçüncü bölümde Çorum Alaca Arazi Topluşturma Projesinin İncelenmesi, sonuç bölümünde ise değerlendirme kısmına yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi toplulaştırması, alaca, toplulaştırma gereksinimi, arazi toplulaştırmanın faydaları

&

**Abstract:** In this study, the analysis and benefits of the Çorum Alaca Land Consolidation and In-Field Development Services Project will be studied. In this context, the Land Consolidation and In-Field Development Services Project in the Alaca district of Çorum Province, where the study was conducted, is the first consolidation project in the region (in 2012). It is very important in terms of setting an example for the region. The study was conducted in order to reveal the benefits of land consolidation and to consider that it will play a supporting role for future studies. In this study Land Consolidation, the requirements of the extent that consolidation of the extent that it is necessary figures reveal and show the difference is. Of this study in the first part land consolidation definition and necessity, in the second section material and method of land consolidation project, in the third part The Review of Çorum Alaca Land Consolidation Project, in the conclusion, the evaluation portion is given.

**Keywords:** Land consolidation, alaca, consolidation requirement, benefits of land consolidation

**Atıf/Citeas:** Yaman S., & Temizel K.E. (2023). Çorum Alaca arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesinin incelenmesi ve yararları. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 2023, 9(3), 387 – 404, doi: 10.24180/ijaws.1310467

**İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup>Selami Yaman, Çorum İl Özel İdaresi, Çorum, selamiyaman19@gmail.com

<sup>2</sup>Doç. Dr. Kadir Ersin Temizel, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, ersint@omu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

## GİRİŞ

Günümüzde hızla artan nüfus, sanayileşme, kentleşme gibi unsurlar çevre ile ilgili sorunları beraberinde getirmiştir. Bu değişim ile birlikte kentler kadar kırsal alanlarda etkilenmiştir. Özellikle kırsaldan kentlere göçün çoğalması ve mülkiyetteki parçalanmalara bağlı olarak azalan tarımsal faaliyetler ile birlikte birim alandan alınan verimin artırılması sorunu ortaya çıkmıştır. Tarım arazilerinin nüfus artışına göre artırılması mümkün değildir. Mevcut tarım alanları sınırlı olduğundan ihtiyaç duyulan tarımsal üretimdeki artış ancak birim alandan sağlanan verimin artırılması ile elde edilebilir. Birim alandan sağlanan verimin artırılması; teknoloji düzeyi, üretimde kullanılan tohum, gübre, ilaç, sulama vb. girdi miktarları ve kalitesinin yanında, tarımsal bünye ile de ilgilidir.

Tarımsal bünyedeki yapısal bozukluklar verimi azaltıcı etkilerde bulunduğu gibi, verimi artırıcı tedbirlerin alınmasına da engel olmaktadır. Belirlenen yapı içerisindeki işletmelerde yer alan arazi parsellerine yol, su, drenaj ve tesviye gibi altyapı hizmetlerinin ulaştırılması zorlaşmakta ve yüksek maliyeti olmaktadır. Bu nedenle tarımsal bünyenin ıslah edilmesi durumu ön plana çıkmaktadır (URL-2).

Dünya nüfusunun reel olarak sürekli artmasına karşın ekilebilir tarım topraklarının giderek azalması, sınırlı bir doğal kaynak olan toprak, su ve habitat alanlarının önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu durumda, kırsal nüfus mevcut yerinde iskân ettirilirken, tarım topraklarından daha fazla verim alınmasını sağlayacak etkin bir arazi yönetim planlamasına ihtiyaç vardır (Boyras ve Üstündağ, 2008; Akdeniz ve Temizel, 2018).

Türkiye'deki tarım işletmelerinin işletme büyüklükleri, yeterli genişliğe sahip değil iken işletme başına düşen ortalama parsel sayısı oldukça fazladır (Eminoğlu ve Çakmak, 2013).

Tarımsal alt yapıyı iyileştirmeye yönelik düzenlemelerin ve tarım topraklarının yanlış kullanımından kaynaklanan problemleri önleme başarısı ancak geniş kapsamlı planlamaya bağlıdır. Bu iyileştirmeler, tarım arazilerinin kullanımı ve korunmasına ilişkin bütün planlamaların aktif bir biçimde gerçekleştirildiği uygulamalar olmalıdır. Tarım arazilerinin tarımsal işlevlerini birincil olarak ele alan planlamalara göre düzenlenmesi ve gereken düzenlemelerin yapılması, tabii alanların oluşturulması ve muhafaza edilmesi çok yönlü bir programı gerektirmektedir (Gün, 2001).

Tarımsal yapıdaki bozuklukları gidermede kullanılan en önemli yöntemlerden biri de arazi toplulaştırma çalışmalarıdır (Sayılı ve Ekinci, 2012).

Arazi toplulaştırması; parçalanmış, dağılmış arazilerin modern işletmecilik esaslarına göre birleştirilmesi, tarla içi yol ağlarının, sulama kanallarının, yüzey drenaj sistemlerinin, arazi tesviyesi, toprak ıslahı, drenaj ve toprak muhafaza hizmetlerinin inşası, çevre planlaması, kırsal alanın korunması, sosyal ve kültürel hizmetler için arsa ihtiyacının karşılanması, köy içi yolların, baraj, karayolu, sulama ve drenaj kanallarına ait ortak tesisler için arazi kayıplarının tamamlanması gibi konuları kapsamaktadır (Takka, 1993).

Her ülkede olduğu gibi ülkemizde de artan nüfus ile beslenme ihtiyacı, daha fazla tarımsal ürün üretme ihtiyacı doğurmuştur. Bu kapsamda tarımsal alanlara bağlı olarak toprak kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle, aynı alandan daha fazla ürün elde etmenin yöntemleri aranmaktadır.

Ülkemizde tarımın temel problemleri içerisinde tarımsal alt yapı yetersizliği gelmektedir. Tarımsal alt yapı yetersizliğinin giderilmesi için alınabilecek tedbirlerden bazıları şunlardır; Mülkiyet, arazi ıslahı, toprak muhafaza tedbirlerinin alınması, drenaj ve sulama gibi çalışmalardır. Tarımsal alt yapı yetersizliğinin önlenmesi kırsal alanda kapsamlı arazi toplulaştırma işlemleriyle mümkündür (URL-1).

Sürdürülebilir kırsal kalkınmanın temeli; toprak, hava ve su gibi doğal kaynakların kullanımını esas alan üretime dayanmaktadır. Bu üretim modelini disipline eden uygulamalardan birisi de 3083 Sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu' dur. Kanun kapsamında uygulanan; arazi toplulaştırması ve tarla içi geliştirme hizmetlerinin yürütülmesi aşamaları birkaç mühendislik disiplinini içerisinde barındırmaktadır (Ermiş ve Sarı, 2014).

Bu çalışmada Çorum Alaca Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesinin incelenmesi

ve yararları üzerine çalışılacaktır. Bu bağlamda çalışmanın yapıldığı Çorum ili Alaca ilçesi Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesi bölgedeki ilk toplulaştırma projesidir. Yöre adına bir örnek olması bakımından çok önemlidir. Çalışma, “arazi toplulaştırmasının sağladığı faydaların ortaya konulması, gelecekte yapılacak çalışmalara destekleyici rol oynayacağı düşünülmektedir” (Özer, 2010).

## MATERYAL VE METOT

### *Çalışma Alanı*

Çalışma alanı olarak Çorum İli Alaca İlçesi toplulaştırma projesi sahası seçilmiştir. “Çorum İli; Orta Karadeniz Bölümünün iç kısmında yer almaktadır. Türkiye ekonomisinde; 20. yüzyılın son çeyreğinde ve 21.yüzyılın başlarında ekonomik gelişmede atak yapan Konya, Kayseri gibi illerden sonra gelen 2.grup illerden olup hızla gelişen illerin başında yer almaktadır. Geçmişte; Anadolu yaylasında hüküm süren Hititlerin başkenti Hattuşa kenti ile diğer önemli Hitit yerleşim merkezlerini sınırları içinde barındıran Çorum, Akdeniz – Karadeniz bağlantı yollarının üzerinde olmasının da getirdiği avantajlar sayesinde turizm, sanayi ve tarım sektörlerinde hızla gelişmektedir. Bu geçit bölgesinin tam üstünde yer alan Alaca ilçesi de ekonomik hareketlilik yönünden Çorum’un ilçeleri arasında başlarda yer almaktadır. Hüseyin Ovası diye adlandırılan verimli toprakların ortasında kurulmuş Alaca ilçesi proje sahasının bir bölümünü oluşturmaktadır. Rakımı ortalama 800 dolayında olan ilçe; Çorum il merkezine 52 km, Yozgat iline ise 50 km mesafede bulunmaktadır. Çorum – Yozgat yolu Alaca ilçesi içinden geçmektedir. Ayrıca yukarıda bahsettiğimiz üzere bu yol Akdeniz – Karadeniz, hatta Ortadoğu- Karadeniz bağlantı yolu olmakla uluslararası bir yoldur.İlçe sınırlarının bulunduğu alan güney bölgesindeki yüksekliklerden kuzey doğu yönüne doğru alçalarak bir meyil göstermekte, bölgedeki akarsular da bu yönü izleyerek Karadeniz’ e doğru akmakta, Yeşilirmak nehrinin kollarını oluşturmaktadırlar.Bu akarsulardan biri de Büyüköz çayıdır. Bu akarsu üzerine Koçhisar Barajı inşa edilmiş 2012 yılında su tutulmaya başlanmıştır. İşte bu proje sahasının henüz kuru tarım yapılan 14.500 ha’ lık alanı bu barajdan sulanacak ayrıca Alaca ilçesinin bir kısım içme suyu ihtiyacı buradan karşılanacaktır. Çorum, Karadeniz ikliminden İç Anadolu iklimine geçiş yeri üzerinde yer alır. Genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. İlkbaharı kısa, sonbaharı uzun geçen Çorum ilinde en sıcak ayları temmuz-ağustos, en soğuk ayları ocak-şubatdır. Kuzeyden güneye doğru gidildikçe iklim sertleşir. En fazla yağış mayıs ayında düşer. Yıllık ortalama nisbî nem oranı %65’tir. Kar yağışları, genellikle Kasım-Nisan ayları arasında olur. Genellikle kara iklimi hüküm sürer. Sıcaklık +39.4 ile -25.6°C arasında seyredir. 30 senelik yağış ortalaması 395 milimetredir” (Birbıdak, 2013).

### *Materyal*

Çorum İlinde uygulanmış ilk toplulaştırma projesi olan “Alaca Arazi Toplulaştırma (AT) ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri (TİGH) Projesi Tarım Reformu Genel Müdürlüğü mülga Yozgat Bölge Müdürlüğü tarafından etüt çalışması yapılarak hazırlanan avan proje; 14.08.2012 tarihinde ihale edilip, ihaleyi alan özel sektör ile 01.04.2013 tarihinde sözleşme imzalanmıştır” (Ermiş ve Sarı, 2014). Projenin yalnız arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri yönünden maliyeti 14.250.002,20 TL’dir. Proje 12.08.2017 yılında tamamlanmıştır. Alaca Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Projesi Avutmuş, Beşiktepe, İshacı, Ünalın, Fakılar, Koçhisar, Kuyluş, Kızıllı, Akören, Çöplü, Çatak, Çal, Gökören, Bolatçık, Bozdoğan, Hışır ve İbrahim köyleri ile Alaca ilçe merkezine ait Günhan, Yıldızhan ve Cumhuriyet mahalleleri olmak üzere toplam 17 adet köy ve 3 adet merkez mahalle sınırlarını içine almaktadır. İdari sınır alanları toplamı 19143 ha olup 20 bin hektara yakındır.



Şekil 1. Çorum il ve ilçeleri haritası.

Figure 1. Map of Çorum provinces and its districts.

### Metot

Proje alanının büyük olması sebebiyle saha içerisinde bulunan Ünalın, İshacı ve Akören Köylerinin tarımsal nitelikteki parsellerinin mevcut durumuna yönelik verilerden elde edilen sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır.

Arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme projesine ait tescile esas sayısal ve öznitelik verileri Çorum Tarım ve Orman İl Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri 5. Bölge Müdürlüğü 54. Şube Müdürlüğünden temin edilmiştir. Mekânsal analizler ile paftalar Netcad5.2 yazılımından faydalanılarak oluşturulmuştur.

Bu çalışmada 'arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri' projesinin AT öncesi ve sonrası ortalama parsel büyüklüğü ve işletme başına düşen ortalama parsel sayısı değişimi, AT öncesi ve sonrası parsel şekli ve büyüklüğü değişimi, AT öncesi ve sonrası ulaşım ve sulama sisteminden doğrudan faydalanan parsel sayısı ve oranı, AT öncesi ve sonrası parsellerin şekilsel dağılımı, toplulaştırma oranı ve AT projesi ile ideal parsellasyon durumu sonucunda proje sahasındaki hedef gruplardaki değişimler analiz edilmiştir. Bu hedef gruplar; yoğun çiftçilik yapan kişiler, arazi geliri az olan ve köyde işçilik yapan kişiler, eşi dolayısıyla arazisi olan malikler (enişteliler), emekliler, çok çocuklu olup arazisi az olan çiftçiler, hayvancılık yapan çiftçiler ve şehirde çalışıp arazilerini kiraya verenlerden oluşmaktadır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Ünalın Köyü Toplulaştırma Verileri

Ünalın köyü; proje sahasının batısında yer almakta; ilçe merkezine 4 km mesafede bulunmaktadır. Köyün kurulmuş olduğu bölge, Hüseyin Ovasında düz ve düze yakın çok az bölümü engebeli olan bir alandır. Ünalın köyüne ilişkin uydu görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.

Ünalın Köyünde bulunan tarımsal özellikteki parsellerin mevcut durumlarına yönelik verilerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi Çizelge 1'de yapılmıştır.

"Ünalın köyü toplulaştırmadan önceki işletme büyüklükleri incelendiğinde arazi varlığı 10 dekarın altında olan işletme sayısı 137 olup, oran olarak köydeki tüm işletmelerin %52.09'unu oluşturmaktadır. Bu işletmelere düşen parsel büyüklükleri de 6.39 dekarın altındadır. Sadece bir işletmenin büyüklüğü 500 da'ın üzerinde olup, işletmenin ortalama parsel büyüklüğünün 108.98 da olduğu görülmektedir" (Ermış ve Sarı, 2014).



Şekil 2. Ünalán köyü uydu görüntüsü.

Figure 2. Satellite image of Ünalán village.

Çizelge 1. Ünalán köyünün işletme büyüklüklerine göre parsel sayılarının dağılımı.

Table 1. Distribution of the number of parcels according to the business size of the village of Ünalán.

İşletme Büyüklüğü ( da )	İşletme Sayısı (adet )	%	Parsel Sayısı (adet )	%	İşletme Başına Parsel Sayısı (adet)	Toplam Arazi (da)	İşletme Büyüklüğü ( da )	Ortalama Parsel Büyüklüğü ( da )
0-5	95	36.12	110	23.86	1.16	230.20	2.42	2.09
6-10	42	15.97	56	12.15	1.33	357.72	8.52	6.39
11-20	47	17.87	50	10.85	1.06	717.21	15.26	14.34
21-50	42	15.97	104	22.56	2.48	1286.90	30.64	12.37
51-100	24	9.13	74	16.05	3.08	1701.10	70.88	22.99
101-500	12	4.56	61	13.23	5.08	1796.17	149.68	29.45
501-1000	1	0.38	6	1.30	6.00	653.90	653.90	108.98
>1000	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOPLAM	263	100	461	100	1.75	6743.20	25.64	14.63

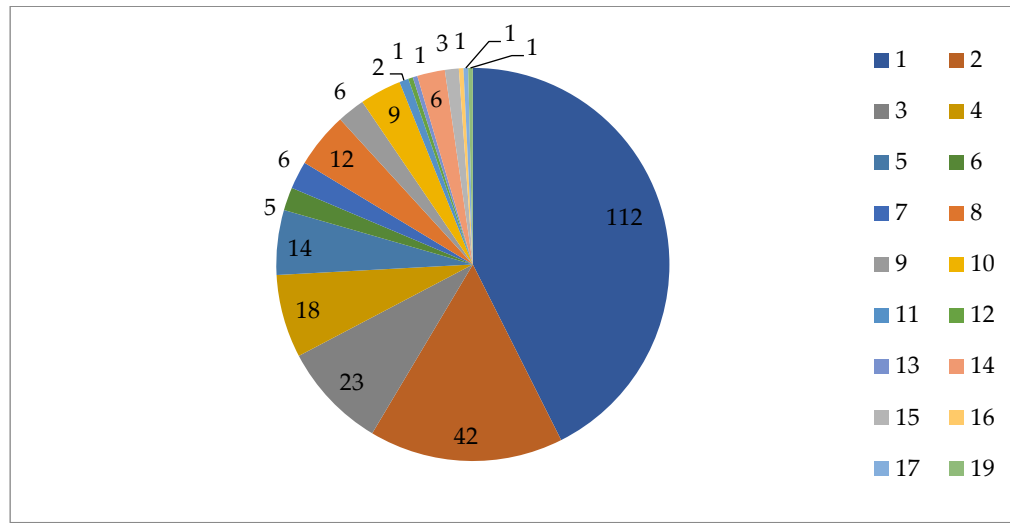
Ünalán Köyü parsel büyüklükleri dikkate alınıp incelendiğinde 5 da' ın altındaki parsel sayısı toplamı parsellerin %34' ünü oluşturmaktadır olup, ortalama parsel büyüklükleri 2.47 da' dır. 5 ile 10 da arasındaki parsel sayısı ise toplam parsellerin %20'sini oluşturmaktadır. Bu aralıktaki ortalama parsel büyüklükleri ise 9 da' dır (Çizelge2).

İşletmedeki parsel sayıları ile hisse durumlarına bakıldığında 1 parsel / hisse sahip grup %43 ile en büyük kitleyi oluşturmaktadır. 1 ve 2 parsel sahibi işletmelerin varlığı köydeki işletmelerin %59' una denk gelmektedir (Ermış ve Sarı, 2014).

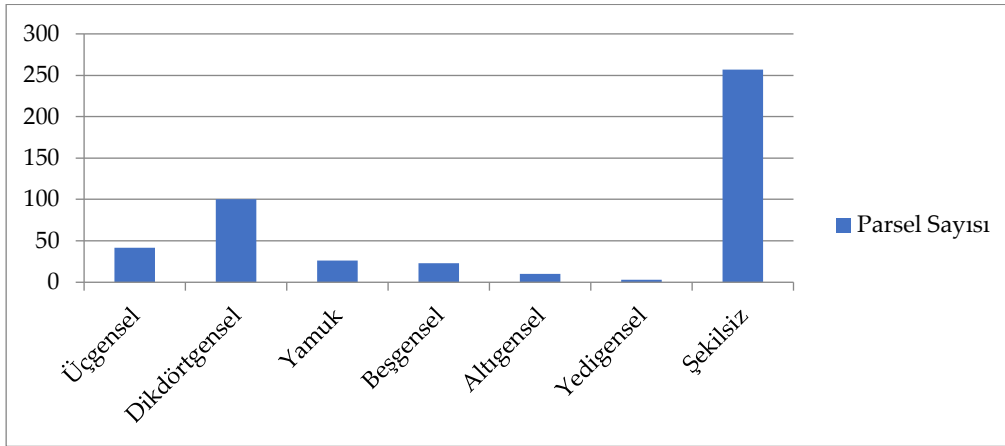
Çizelge2.Ünalán köyü parsel büyüklüğü ve dağılım oranları

Table2.Ünalán village parcel size and distribution rates

Parsel Grupları ( da )	Parsel Sayısı (adet )	%	Parsel Grupları Alanı(da )	%	Parsel Büyüklüğü Ortalaması ( da )
0-5	157	34.06	388.22	5.76	2.47
6-10	94	20.39	848.24	12.58	9.02
11-20	118	25.60	1835.00	27.21	15.55
21-50	80	17.35	2443.34	36.23	30.54
51-100	6	1.30	396.30	5.88	66.05
101-500	6	1.30	832.10	12.34	138.68
>500	0	0.00	0	0.00	0.00
TOPLAM	461	100	6743.20	100	14.63



Şekil 3. Ünalán köyü işletme parsel sayıları.  
Figure 3. Ünalán village number of business parcels.



Şekil 4. Ünalán köyü toplulaştırma öncesi parsellerin şekilsel dağılımı  
Figure 4. The formal distribution of parcels before the consolidation of Ünalán village

Ünalán Köyüne ait parseller şekil olarak incelendiğinde düzgün sayılabilecek, ekonomik işçiliğe uygun tarla şekli olan dikdörtgen şekilli tarlaların oranı %21.69' dur. Dolayısıyla geri kalan %78.31'lik dilimin tarımsal faaliyetlere uygun şekilde düzeltilmesi gerekmektedir"(Ermiş ve Sarı, 2014). "Genel olarak dikdörtgen parseli işlerken 1 birim süre geçerken, bu oran paralel kenarda 1.1 birim, üçgen parsellerde 1.2 birim, şekilsiz ve düzgün olmayan çokgen parsellerde de 1.3 birim ortalama zamana ihtiyaç olduğu benimsenmiştir.

Ünalán Köyünün Alaca ilçe merkezine çok yakın olması sebebiyle tarla sahiplerinin büyük çoğunluğu günlük geliş gidişlerle parselleri üzerinde tarımsal faaliyetlere devam etmektedir (Ermiş ve Sarı, 2014).

Hali hazırda ideal parselasyon planları hazırlanan toplulaştırma projesi sonrasında Çizelge 3' deki sonuçların elde edilmesi sağlanacaktır.

Hedef gruplar incelendiğinde, yoğun çiftçilik yapan grubun parsel sayısının %53.80 oranında düştüğü görülmektedir. Bu projede çiftçilik yapanların daha önceki tarımsal alan büyüklüklerine göre daha büyük alanlarda modern ve daha ekonomik tarım yapabilmesi sağlanacaktır.

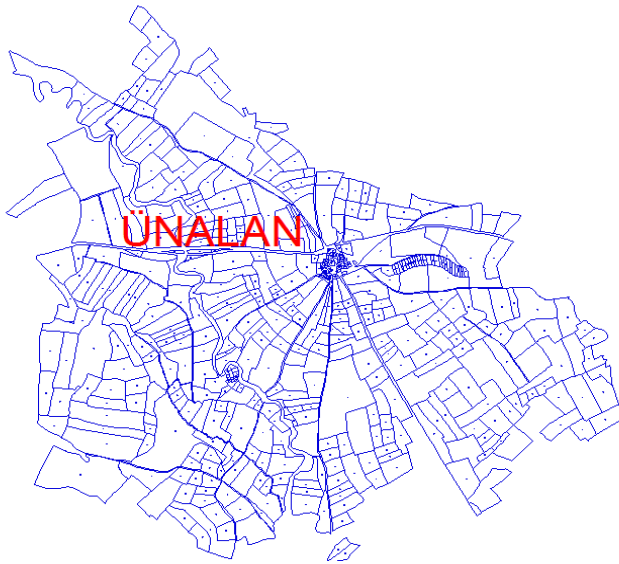
Miras yoluyla bölünen hisseler bir araya toplanarak hisse parçalılığı tamamen yok edilecektir. Hisse birleşiminden parçalı küçük paylar toplandığı için parsel payı daha değerli olacaktır (Ermiş ve Sarı, 2014).



Çizelge 3. Ünalán köyü ideal parselasyon sonunda proje sahasındaki hedef gruplardaki değişimler.

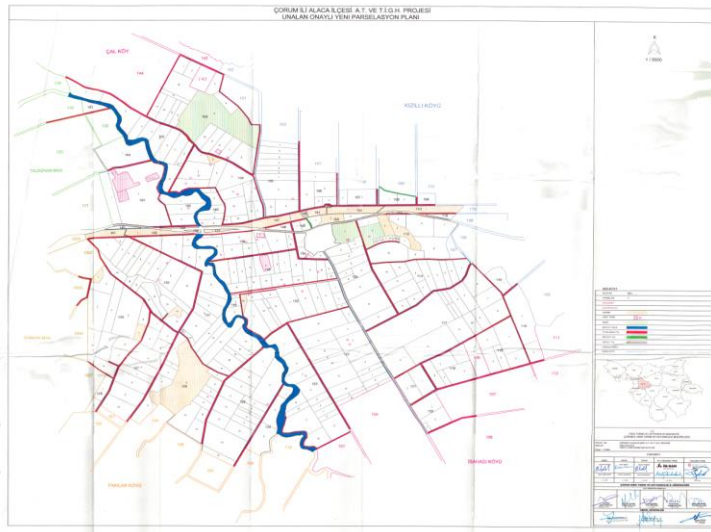
Table 3. Ünalán village ideal changes to target groups at the project site at the end of parceling.

Sıra No	Proje Sahasında Bulunan Hedef Gruplar	TOPLULAŞTIRMA ÖNCESİ			TOPLULAŞTIRMA SONRASI		
		Parsel Sayısı (adet)	Malik Sayısı (adet)	Alan (da)	Parsel Sayısı (adet)	Malik Sayısı (adet)	Alan (da)
1	Yoğun çiftçilik yapan kişiler	329	669	5240.07	181	669	4986.69
2	Arazi geliri az olup köyde işçilik yapan kişiler	9	9	88.44	3	9	84.82
3	Eşi dolayısıyla arazisi olan malikler (enişteliler)	101	213	1372.54	60	213	1348.72
4	Emekliler	19	19	22.47	2	19	18.81
5	Çok çocuklu olup arazisi az olan çiftçiler	3	3	19.68	2	3	17.36
TOPLAM		461	913	6743.20	248	913	6456.40



Şekil 5. Ünalán köyü toplulaştırma öncesi taşınmazların fiziki görünümü.

Figure 5. The physical appearance of the realestates before the consolidation of the village of Ünalán.



Şekil 6. Ünalán köyü toplulaştırma sonrası taşınmazların fiziki görünümü.

Figure 6. The physical appearance of the realestates after the consolidation of the Ünalán village.

**Çizelge 4.** Ünalın köyü ideal parselasyon sonunda proje sahasındaki istatistiki değişimler.

Table 4. Ünalın village statistical changes in the Project area at the end of the ideal parcel.

PARAMETRELER	TOPLULAŞTIRMA ÖNCESİ	TOPLULAŞTIRMA SONRASI	DEĞİŞİM
Toplam Kadastro Parseli Alanı (da)	6743.20	6456.40	-%4
Toplam Parsel Sayısı (adet )	461	248	-%46
Toplam İşletme Sayısı (adet )	263	263	%0
Ortalama Parsel Büyüklüğü	14.63	26.03	+%78
Ortalama İşletme Büyüklüğü	25.64	24.55	-%4
Yola cephesi bulunan parsel sayısı (adet )	190	248	+%31
Direk yola ulaşımı olmayan parsel sayısı (adet )	271	0	-%100
Şekilsiz-yamuk parsel sayısı (adet )	461	0	-%100
Devlet tarafından sulanan parsel sayısı (adet )	0	248	+%100
Dikdörtgen şeklindeki parsel sayısı (adet )	0	248	+%100

Çizelge 4 incelendiğinde, yasal olan %10 projeye katılım ortaklık payının % 4' de kaldığı görülmüştür. Bu yapılan kesintilerin içerisinde yerleşim yerine bağlantı yollarının 6 metre, parsellere ulaşım için kullanılan parsel içi yolların 4 metre genişliğindeki sertleşmiş figüre malzeme dökülmüş eğim ve yüzey drenaj akış şarapollerinin olduğu alanlarda mevcuttur. Ayrıca DSİ tarafından yapılacak sulama ağları içinde yer ayrımı planlanmıştır (Ermiş ve Sarı, 2014).

Birçok araştırmacı tarımsal ulaşımında yol faktörlerine yönelik araştırma yapmış, yolun kalitesi arttıkça girdi maliyetlerinin azaldığı sonucuna varmıştır. Yapılan araştırmada stabilize yol faktörü 1 iken, yarı stabilize yolda 1.5, stabilize edilmemiş yolda 2.5, arazi yolunda 3 ve drenaj koşulları olumsuz arazilerde 4 olarak değerlendirilmiştir.

Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Projesinin uygulandığı Ünalın köyünde direk ulaşım yolu bağlantısı olmayan parsel sayısı 271 adet olup ulaşım arazi içinden geçilerek sağlanmaktadır. Toplulaştırma sonrasında taşınmazlara ulaşım en kısa yerden planlanıp, açılan yol sert malzeme ile kaplanacaktır. Parsellerin toplulaştırma oranı ise %46' dır. Ayrıca dağınık haldeki hisseli taşınmazların hisse oranında toplanarak, bağımsız yolu ve suyu olan bağımsız tarım yapma yetkisine sahip taşınmaz durumuna gelecektir. Bu da şehirden köye göçe ivme kazandırarak köy nüfusunun artmasına neden olacaktır. Taşınmazlar bağımsız ve dikdörtgen şeklinde planlanmıştır.

Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Projesinin temel amacı; toprağı koruyarak birim alandan minimum masrafla maksimum verim almaktır. Proje ile ulaşım ağı, tarla içi ıslah ve toprağı erozyondan korumaya yönelik planlamalar, en uygun tarımsal faaliyet de bulunulmaya yönelik tarla şekilleri, hali hazırda kullanılmayan/kullanılmayan küçük alanları tarımsal üretime katmak, sınır etkisini minimize etmek vb. gibi unsurlar yerinde gözlem ve ölçüm yapılarak planlanmıştır. Dere yatakları ıslah edilecektir. Projede bahsedilmeyen sulama ağı sayesinde ürün deseni, sulu tarıma yönelik değişecek, mevcut ürün deseninde de verim artışları olacaktır (Ermiş ve Sarı, 2014).

#### **İsahacı Köyü Toplulaştırma Verileri**

İsahacı köyü; proje sahasının orta kısmında yer almakta; ilçe merkezine 8 km mesafede bulunmaktadır. Köyün kurulmuş olduğu bölge, Hüseyin Ovasında düz ve düze yakın bir alandır.

İsahacı Köyünün tarımsal nitelikteki arazilerinin mevcut durumuna yönelik verilerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi Çizelge 5'de yapılacaktır.

Alaca ilçesi İsahacı köyünde toplulaştırma öncesi işletme büyüklüklerine bakıldığında arazi varlığı 10 da altında bulunan işletme sayısı 108 olup, oran olarak köyde bulunan tüm işletmelerin %43.72' sini oluşturmaktadır. İşletmelere düşen parsel büyüklükleri de 11 dekarın altındadır. Yalnız bir işletmenin büyüklüğü 500 da üzerinde bulunmakta olup, işletmenin ortalama parsel büyüklüğü 22.54 da'dır.



Şekil 7. İshacı köyü uydu görüntüsü.

Figure 7. Satellite image of İshacı village.

Çizelge 5. İshacı köyü işletme büyüklüklerine göre parsel sayılarının dağılımı.

Table 5. Distribution of the number of parcels according to the business sizes of İshacı village.

İşletme Büyüklüğü ( da )	İşletme Sayısı (adet )	%	Parsel Sayısı (adet )	%	İşletme Başına Parsel Sayısı (adet)	Toplam Arazi (da)	İşletme Büyüklüğü ( da )	Ortalama Parsel Büyüklüğü ( da )
0-5	82	33.20	75	9.91	0.91	119.76	1.46	1.60
6-10	26	10.53	26	3.43	1.00	272.49	10.48	10.48
11-20	45	18.22	110	14.53	2.44	856.69	19.04	7.79
21-50	51	20.65	152	20.08	2.98	2073.54	40.66	13.64
51-100	21	8.50	145	19.16	6.90	2094.20	99.72	14.44
101-500	20	8.09	187	24.70	9.35	4949.70	247.49	26.47
501-1000	2	0.81	62	8.19	31.00	1397.18	698.59	22.54
>1000	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOPLAM	247	100.00	757	100.00	3.06	11763.56	47.63	15.54

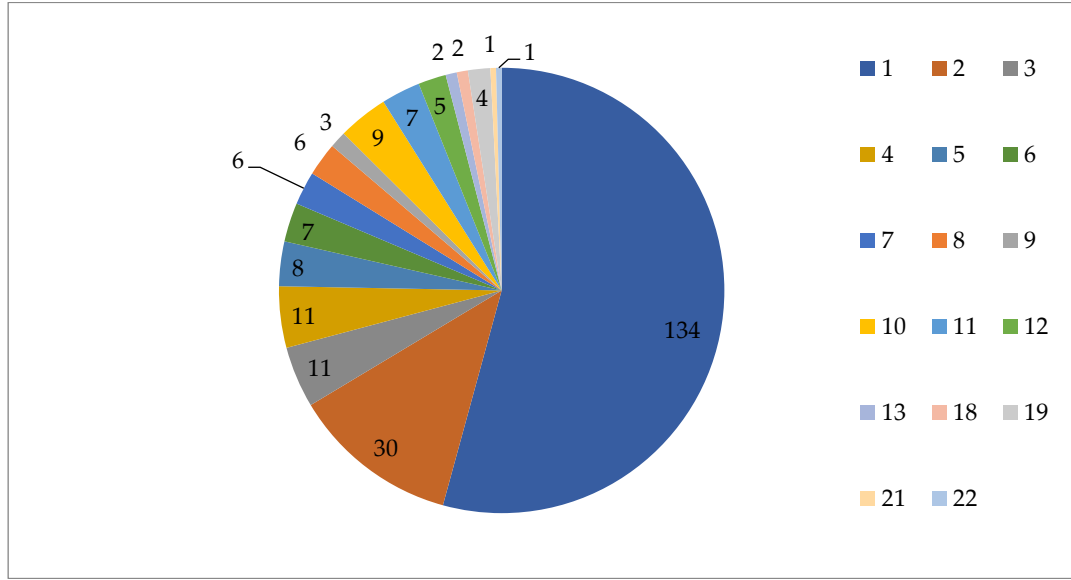
İshacı Köyü parsel büyüklüklerine bakıldığında 5 da altında bulunan parsel sayısı toplam parsellerin %26'sını oluşturmakta ve ortalama arazi büyüklükleri 2.53 da'dır. 5 ile 10 da arasında bulunan parsel sayısı ise toplam parsellerin %25'dir. Bu aralıktaki ortalama parsel büyüklükleri ise 8.90 da'dır (Çizelge 6).

Çizelge 6.İshacı köyü parsel büyüklüğü ve dağılım oranları.

Table6.İshacı village parcel size and distribution rates.

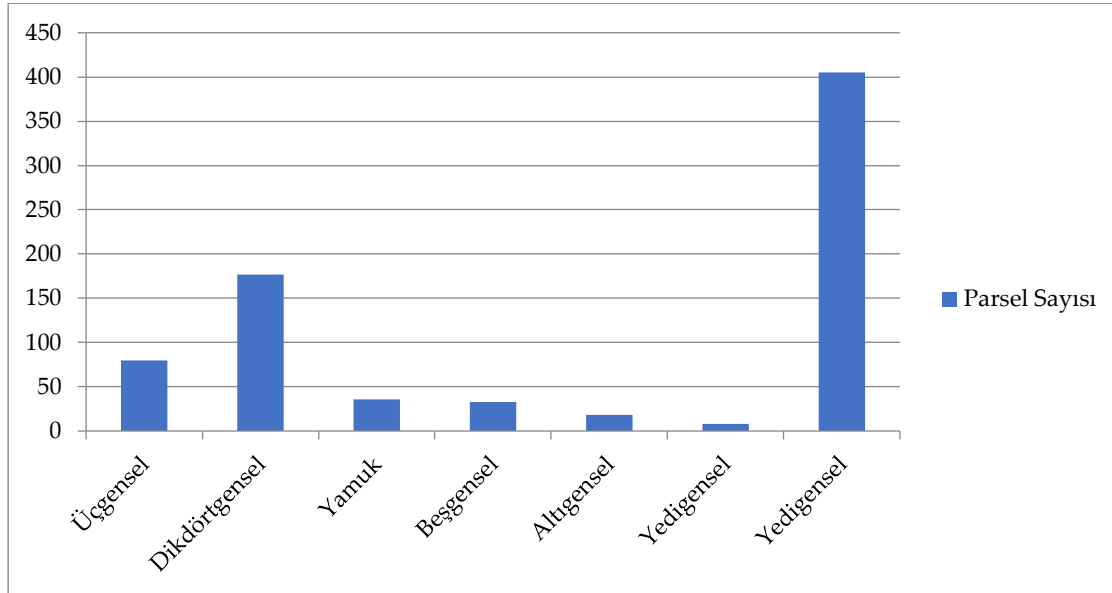
Parsel Grupları ( da )	Parsel Sayısı (adet )	%	Parsel Grupları Alanı(da )	%	Parsel Büyüklüğü Ortalaması( da )
0-5	199	26.29	504.02	4.28	2.53
6-10	192	25.36	1708.76	14.53	8.90
11-20	210	27.74	3353.16	28.50	15.97
21-50	136	17.97	4336.53	36.87	31.89
51-100	18	2.38	1566.89	13.32	87.05
101-500	2	0.26	294.20	2.50	147.10
>500	0	0.00	0.00	0.00	0.00
TOPLAM	757	100.00	11763.56	100.00	15.54

İşletmelerdeki parsel sayıları ve hisse durumlarına bakıldığında 1 parsel/hisse' ye sahip grup %54 ile en büyük grubu oluşturmaktadır. 1 ve 2 parselle sahip bulunan işletmelerin varlığı ise köydeki işletmelerin %66'sıdır (Şekil 8).



Şekil 8. İshacı köyü işletme parsel sayıları.

Figure 8. İshacı village number of business parcels.



Şekil 9. İshacı köyü toplulaştırma öncesi parsellerin şekilsel dağılımı.

Figure 9. The formal distribution of parcels before the consolidation of İshacı village.

İshacı Köyü arazileri şekil olarak incelendiğinde düzgün dikdörtgen şeklindeki tarlaların oranı %23' tür. Dolayısıyla geriye kalan %77'lik kısmın tarımsal faaliyetlere uygun hale getirilmesi gerekmektedir (Şekil9). Genel olarak dikdörtgen taşınmazı işlerken 1 birim süre geçerken, bu oran paralel kenarda 1.1 birim, üçgen parsellerde 1.2 birim, şekilsiz ve düzgün olmayan çokgen parsellerde ise 1.3 birim ortalama zamana ihtiyaç olduğu benimsenmiştir.

İshacı Köyü Alaca ilçe merkezine çok yakın mesafede olduğundan tarla sahiplerinin büyük çoğunluğu sahip oldukları arazilere geliş gidişler yaparak tarımsal faaliyetlere devam etmektedir.

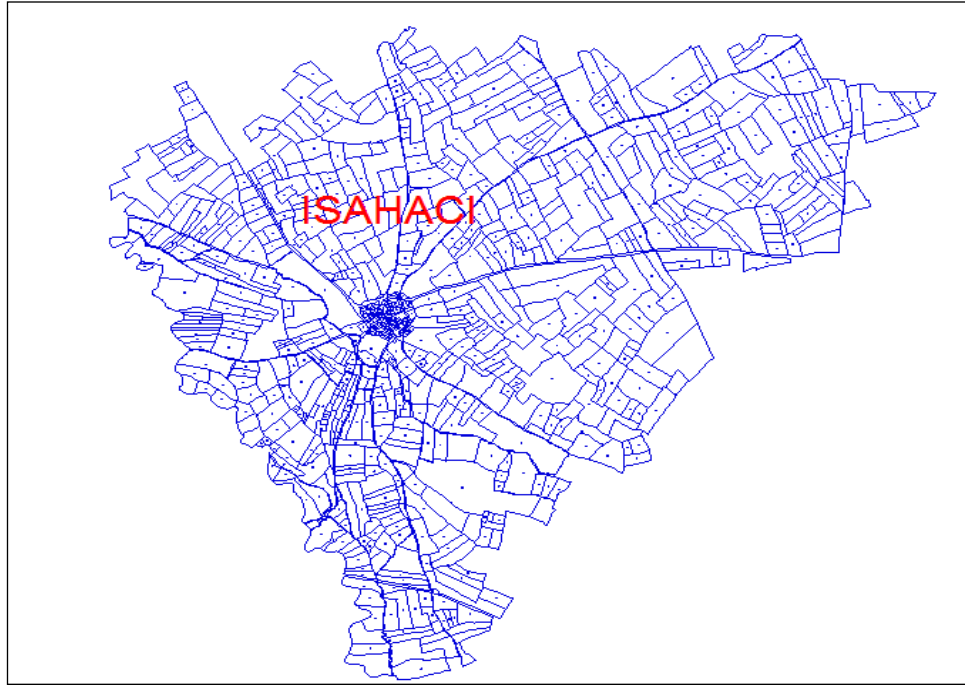
İdeal parselasyon planı hazırlanan toplulaştırma projesi sonrasında Çizelge 7'deki sonuçların elde edilmesi amaçlanmaktadır.

**Çizelge 7.** İshacıköyü ideal parselasyon sonunda proje sahasındaki hedef gruplardaki değişimler.

*Table 7. İshacı village ideal changes to target groups at the project site at the end of parceling.*

Sıra No	Proje Sahasındaki Hedef Gruplar	TOPLULAŞTIRMA ÖNCESİ			TOPLULAŞTIRMA SONRASI		
		Parsel Sayısı (adet)	Malik Sayısı (adet)	Alan (da)	Parsel Sayısı (adet)	Malik Sayısı (adet)	Alan (da)
1	Yoğun çiftçilik yapan kişiler	197	176	2234.24	85	176	2007.57
2	Hayvancılık yapan çiftçiler	265	231	3499.90	130	231	3412.30
3	Şehirde çalışan ve arazilerini kiraya veren kişiler	117	122	1921.54	102	122	1684.86
4	Emekliler	178	190	4107.88	110	190	4188.72
TOPLAM		757	719	11763.56	427	719	11293.45

Hedef gruplardan yoğun çiftçilik yapan kişilerden oluşan grubun parsel sayısının %56.40 oranında azaldığı görülmektedir. Bu proje ile çiftçilerin proje öncesi tarımsal alan büyüklüklerine kıyasla daha büyük alanlarda, modern ve daha ekonomik tarım yapabilmeleri sağlanarak miras yolu ile bölünen araziler bir araya toplanarak hisse parçalılık durumu ortadan kaldırılacaktır.



**Şekil 10.** İshacı köyü toplulaştırma öncesi taşınmazların fiziki görünümü.

*Figure 10. Physical appearance of realestates before İshacı village consolidation.*



Şekil 11. İshacı köyü toplulaştırma sonrası taşınmazların fiziki görünümü.

Figure 11. The physical appearance of the real estates after the consolidation of İshacı village.

Çizelge 8. İshacı köyü ideal parselasyon sonunda proje sahasındaki istatistiki değişimler.

Table 8. Statistical changes in the project area at the end of the ideal parcel of İshacı village.

PARAMETRELER	TOPLULAŞTIRMA ÖNCESİ	TOPLULAŞTIRMA SONRASI	DEĞİŞİM
Toplam Kadastro Parseli Alanı (da)	11763.56	11293.45	-%4
Toplam Parsel Sayısı (adet)	757	427	-%43.6
Toplam İşletme Sayısı (adet)	247	247	%0.0
Ortalama Parsel Büyüklüğü	15.54	26.45	+%38.35
Ortalama İşletme Büyüklüğü	47.63	45.72	-%4
Yola cephesi bulunan parsel sayısı (adet)	190	427	+%124.7
Direk yola ulaşımı olmayan parsel sayısı (adet)	510	0	-%100.0
Şekilsiz-yamuk parsel sayısı (adet)	455	0	-%100.0
Devlet tarafından sulanan parsel sayısı (adet)	0	427	+%100
Dikdörtgen şeklindeki parsel sayısı (adet)	0	427	+%100

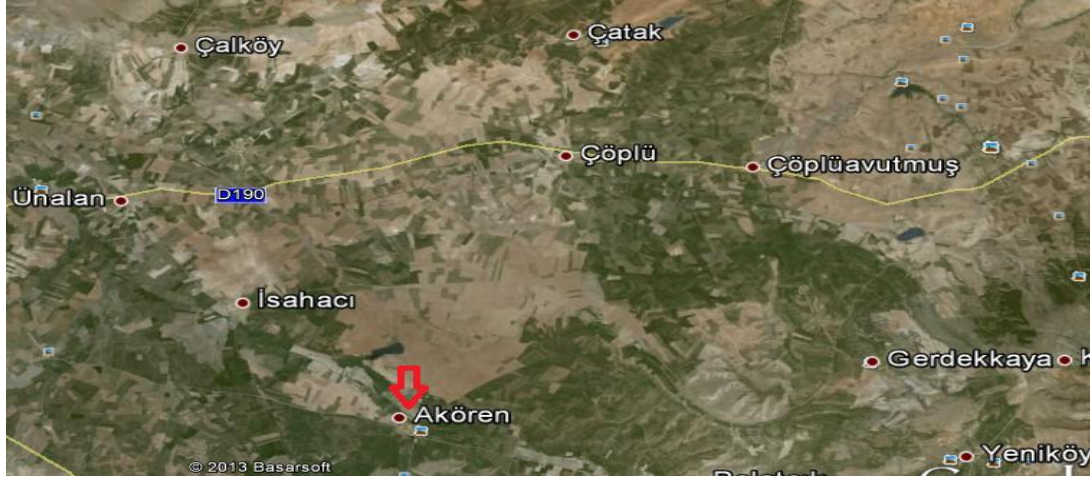
Çizelge 8 incelendiğinde, yasal olan %10 projeye katılım ortaklık pay kesintisinin %4'ü geçmediği görülmüştür. Bu kesintilerin içerisinde yerleşim yerlerine bağlantı yollarının 6 metre, parsellere ulaşım için kullanılan parsel içi yolların 4 metre genişliğindeki sertleşmiş figüre malzeme dökülmüş eğim ve yüzey akış şarapollerinin olduğu alanlarda dâhil edilmiştir. Ayrıca DSİ tarafından yapılacak sulama ağları için yer ayırımı planlanmıştır.

Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Projesi uygulanan İshacı köyünde direk ulaşım yolu olmayan parsel sayısı 510 adet olup ulaşım arazi içinden sağlanmaktadır. Toplulaştırma ile arazilere ulaşım en kısa yerden planlanıp, açılan yol sert malzeme ile kaplanacaktır. Parsellerin toplulaştırma oranı ise %44' dür. Taşınmazlar bağımsız ve dikdörtgen şeklinde planlanmıştır.

Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Projesinin temel amacı; toprağı koruyarak birim alandan minimum masrafla maksimum verim almaktır. Proje ile ulaşım ağı, tarla içi ıslah ve toprağı erozyondan korumaya yönelik planlamalar, en uygun tarımsal faaliyet de bulunulmaya yönelik tarla şekilleri, hali hazırda kullanılmayan/kullanılmayan küçük alanları tarımsal üretime katmak, sınır etkisini minimize etmek vb. gibi unsurlar yerinde yapılan gözlem ve ölçümlerle planlanmıştır (Ermış ve Sarı, 2014).

**Akören Köyü Toplulaştırma Verileri**

Akören köyü; proje sahasının orta kısmında yer almakta; ilçe merkezine 12 km mesafede bulunmaktadır. Köyün kurulmuş olduğu bölge, Hüseyin Ovasında düz ve düze yakın bir alandır.



Şekil 12. Akören köyü uydu görüntüsü.

Figure 12. Satellite image of Akören village.

Akören Köyünün tarım arazilerinin mevcut durumuna yönelik verilerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi Çizelge 9’ da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Akören köyü işletme büyüklüklerine göre parsel sayılarının dağılımı.

Table 9. Distribution of the number of parcels according to the business sizes of Akören village.

İşletme Büyüklüğü ( da )	İşletme Sayısı (adet )	%	Parsel Sayısı (adet )	%	İşletme Başına Parsel Sayısı (adet)	Toplam Arazi (da)	İşletme Büyüklüğü ( da )	Ortalama Parsel Büyüklüğü ( da )
0-5	239	41.35	266	15.56	1.11	522.56	2.19	1.96
6-10	82	14.19	140	8.19	1.71	830.98	10.13	5.94
11-20	81	14.01	268	15.68	3.31	1540.76	19.02	5.75
21-50	102	17.65	460	26.92	4.51	4241.08	41.58	9.22
51-100	45	7.79	261	15.27	5.80	3786.16	84.14	14.51
101-500	28	4.84	289	16.92	10.32	5451.94	194.71	18.86
501-1000	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
>1000	1	0.17	25	1.46	25.00	1229.53	1229.53	49.18
TOPLAM	578	100.00	1709	100.00	2.96	17603.01	30.46	10.30

Alaca ilçesi Akören köyünün toplulaştırmadan önceki işletme büyüklükleri 10 da’ ın altında bulunan işletme sayısı 321 olup, köyde bulunan tüm işletmelerin %55.54 ’ünü oluşturmaktadır. İşletmelere düşen parsel büyüklükleri de 5.94 dekarın altındadır. 10 da ile 50 da arasında büyükteki araziler ise %31.66’lık bir oran teşkil etmektedir. Bu 2 grup %87.2’lik bir dilim oluşturmaktadır. Yalnızca bir adet işletmenin büyüklüğü 1000 da’ ın üzerinde olup, işletme ortalama parsel büyüklüğü 49.18 da’ dır.

Çorum Alaca Arazi Toplulaştırma ve T.İ.G.H. proje sahasındaki köylerden Akören köyünde işletme büyüklükleri ekonomik anlamda verimli tarımsal üretim yapabilme sınırlarının altında büyüklüklerdedir. Proje sahasında kadastral durum incelendiğinde hisseliliğin az ancak parsellerin oldukça küçük olduğu tespit edilmiştir. Miras yoluyla ve satışlar nedeniyle meydana gelen bölünmeler proje sahasındaki parsellerin optimum büyüklüğün altında kalmasına neden olmuştur. Bu nedenle arazi

toplulaştırma projelerinin uygulanması; tarımsal verimlilik ve işletme kârlılıkları bakımından yaşamsal değer taşımaktadır.

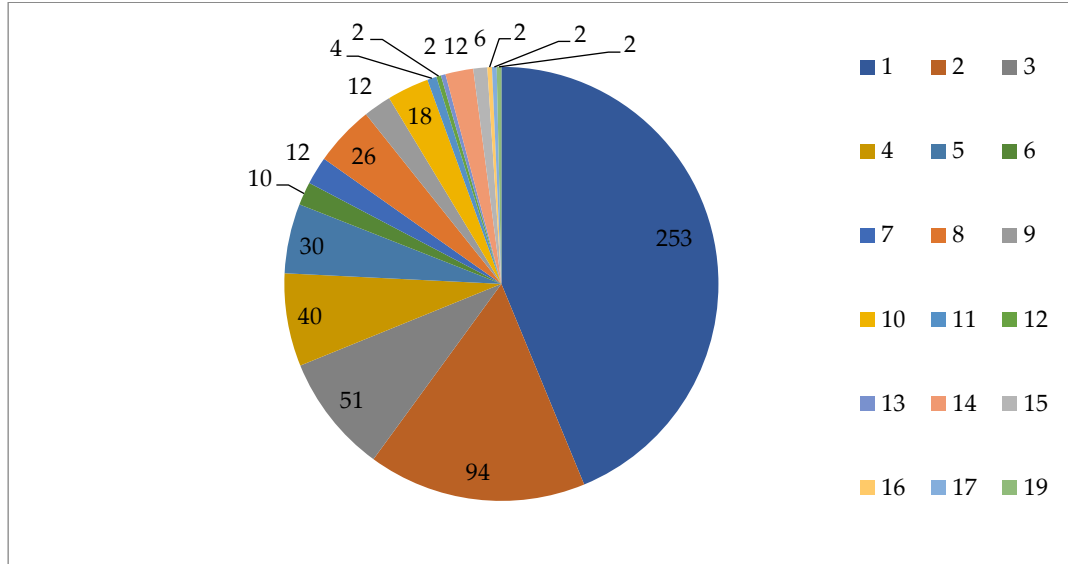
**Çizelge 10.** Akören köyü parsel büyüklüğü ve dağılım oranları.

*Table 10. Akören village parcel size and distribution rates.*

Parsel Grupları ( da )	Parsel Sayısı (adet )	%	Parsel Grupları Alanı (da )	%	Parsel Büyüklüğü Ortalaması ( da )
0-5	852	49.85	2246.54	12.76	2.64
6-10	356	20.83	3109.37	17.66	8.73
11-20	312	18.26	5124.05	29.11	16.42
21-50	169	9.89	5256.15	29.86	31.10
51-100	16	0.94	1235.50	7.02	77.22
101-500	4	0.23	631.40	3.59	157.85
>500	0	0.00	0.00	0.00	0.00
TOPLAM	1709	100.00	17603.01	100.00	10.30

Akören Köyü parsel büyüklüklerine bakıldığında 5 da' ın altında bulunan parsel sayısı toplam parsellerin %49.85 'ini oluşturmaktadır olup, bu parsellerin ortalama büyüklükleri 2.64 da' dır. 5 ile 10 dekar aralığında bulunan parsel sayısı ise toplam parsellerin %20.83' dür. Bu aralıktaki ortalama parsel büyüklükleri ise 8.73 da' dır. Çizelge 10' da görüldüğü üzere parsellerin %70.68' i 10 dekarın altında büyüklüğe sahiptir. %29.32' si ise 10 dekarın üzerinde büyüklüktedir. Bu da göstermektedir ki Akören köyü ortalama parsel büyüklükleri ülke ortalamalarının altında büyüklüklerdedir.

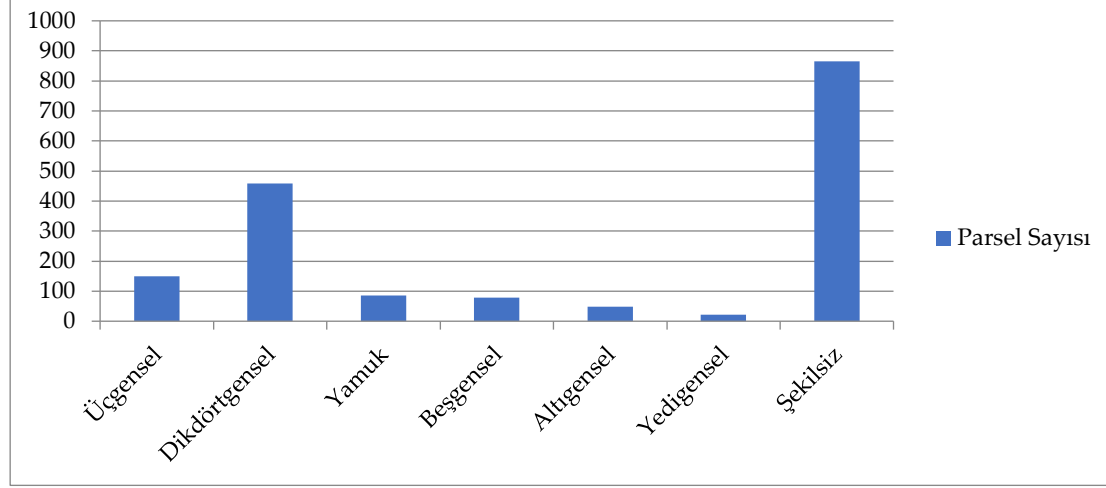
Şekil 13' te işletmedeki parsel sayıları ve hisse durumlarına bakıldığında 1 parsel / hisse' ye sahip grup %43.77 ile en büyük grubu oluşturmaktadır. 1 ve 3 parselle sahip olan işletmelerin varlığı köyde bulunan işletmelerin %68.86 'ini oluşturmaktadır.



**Şekil 13.** Akören köyü işletme parsel sayıları.

*Figure 13. Akören village number of business parcels.*





Şekil 14. Akören köyü toplulaştırma öncesi parsellerin şekilsel dağılımı.

Figure 14. The formal distribution of parcels before the consolidation of Akören village

Akören Köyü arazilerine şekil olarak bakıldığında dikdörtgen şeklindeki tarlaların oranı %26.86' dır. Dolayısıyla geri kalan %73.14'lük kısmın tarımsal faaliyetlere uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Genel olarak dikdörtgen taşınmazı işlerken 1 birim süre geçerken, bu oran paralel kenarda 1.1 birim, üçgen parsellerde 1.2 birim, şekilsiz ve düzgün olmayan çokgen parsellerde 1.3 birim ortalama zamana ihtiyaç olduğu benimsenmiştir.

Akören Köyü Alaca ilçesi merkezine çok yakın mesafede olması sebebiyle arazi sahiplerinin büyük kısmı günü birlik geliş gidiş yaparak tarımsal faaliyetlere devam etmektedir.

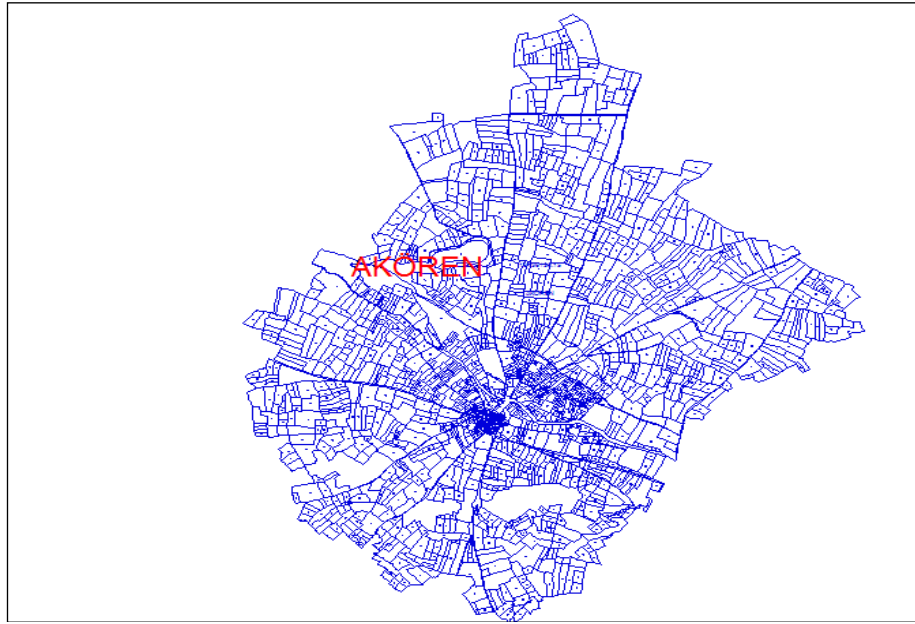
Yukarıdaki tespitler ışığında ideal parcel planı hazırlanan toplulaştırma projesi ile Tablo 11' deki sonuçların elde edilmesi planlanmaktadır.

Çizelge 11. Akören köyü ideal parselayon sonunda proje sahasındaki hedef gruplardaki değişimler.

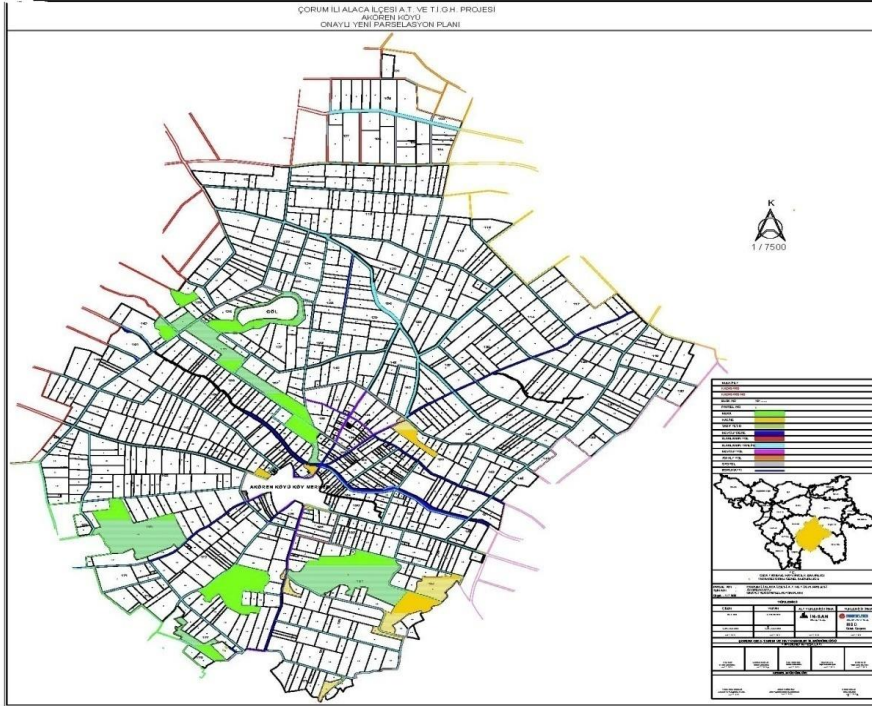
Table 11. Akören village changes to the target groups at the project site at the end of the ideal parceling.

Sıra No	Proje Sahasında Bulunan Hedef Gruplar	TOPLULAŞTIRMA ÖNCESİ			TOPLULAŞTIRMA SONRASI		
		Parsel Sayısı (adet)	Malik Sayısı (adet)	Alan (da)	Parsel Sayısı (adet)	Malik Sayısı (adet)	Alan (da)
1	Yoğun çiftçilik yapan kişiler	316	326	4106.81	194	326	3969.21
2	Arazi geliri az olup köyde işçilik yapan kişiler	685	622	3714.23	307	622	3581.95
3	Eşi dolayısıyla arazisi olan malikler (enişteler)	391	411	4162.66	225	411	3931.64
4	Emekliler	317	327	5619.31	211	327	5276.63
TOPLAM		1709	1686	17603.01	937	1686	16759.43

Hedef gruplardan çiftçilik yapan kitlenin parcel sayısının %61.39 oranında azaldığı görülmektedir. Proje ile çiftçilerin proje öncesine göre daha büyük alanlarda, modern ve daha ekonomik tarım yapabilmeleri sağlanacaktır. Miras yolu ile ortaya çıkan hisse parçalılık durumu tamamen ortadan kaldırılacaktır.



**Şekil 15.** Akören köyü toplulaştırma öncesi taşınmazların fiziki görünümü.  
*Figure 15. Physical appearance of the immovables before the consolidation of Akören village.*



**Şekil 16.** Akören köyü toplulaştırma sonrası taşınmazların fiziki görünümü.  
*Figure 16. The physical appearance of the realestates after the consolidation of Akören village.*

Çizelge 12' ye bakıldığında, %10 yasal olan projeye katılım ortaklık payı kesintisinin %4.79 'da tutulduğu görülmüştür. Bu kesintilerin içerisinde bağlantı yollarının 6 metre, arazilere ulaşım için kullanılan parsel içi yolların 4 metre genişliğindeki sertleşmiş figüre malzeme dökülmüş eğim ve yüzey akış şarapollerinin olduğu alanlarda dâhil edilmiştir.

**Çizelge 12.** Akören köyü ideal parselasyon sonunda proje sahasındaki istatistiki değişimler

Table 12. Statistical changes in the Project area at the end of the ideal parcel of Akören village

PARAMETRELER	TOPLULAŞTIRMA ÖNCESİ	TOPLULAŞTIRMA SONRASI	DEĞİŞİM (%)
Toplam Kadastro Parseli Alanı (da)	17603.01	16759.43	-4.79
Toplam Parsel Sayısı (adet )	1709	937	-45.17
Toplam İşletme Sayısı (adet )	578	578	0.00
Ortalama Parsel Büyüklüğü	10.30	17.89	73.69
Ortalama İşletme Büyüklüğü	30.46	29.00	-4.79
Yola cephesi bulunan parsel sayısı (adet )	342	937	173.98
Direk yola ulaşımı olmayan parsel sayısı (adet )	1241	0	-100
Şekilsiz-yamuk parsel sayısı (adet )	1031	0	-100
Devlet tarafından sulanan parsel sayısı (adet )	0	937	+100
Dikdörtgen şeklindeki parsel sayısı (adet )	0	937	+100

Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Projesi uygulanan Akören köyünde yol ile direkt ulaşım olmayan parsel sayısı 1241 adet olup arazi içerisinde ulaşım sağlanmaktadır. Toplulaştırma ile taşınmazlara ulaşım planlanıp, açılan yol sert malzeme ile kaplanacaktır. Parsellerin toplulaştırma oranı ise %45' dir. Taşınmazlar bağımsız ve dikdörtgen şeklinde oluşturulmuştur.

Proje ile ulaşım ağı, tarla içi ıslah ve toprak muhafazaya yönelik planlamalar, tarımsal faaliyete uygun tarla şekilleri, kullanılmayan/kullanılmayan küçük alanları tarımsal üretime katmak, sınır etkisini minimuma indirmek vb. gibi unsurlar yerinde gözlem ve ölçüm yapılarak planlanmıştır (Ermiş ve Sarı, 2014).

## SONUÇ

Ülkemizde uygulanan arazi toplulaştırma çalışmaları, altyapı hizmetlerinin bir çoğu ile beraber uygulanmaktadır. Böylelikle ekonomik işletmeciliğe uygun olmayan dağınık ve şekilleri bozuk olan parseller bir araya getirilip birleştirilirken diğer taraftan da altyapı hizmetlerinin daha kolay ve ekonomik yapılması sağlanmaktadır. Altyapı hizmetleri; proje sahasının tarımsal üretimine uygun şekilde, çevre ve su kaynaklarının mevcut durumları ile işletme sahiplerinin istek ve talepleri doğrultusunda hazırlanarak arazi toplulaştırma projelerinde araziye uygulanmalıdır.

Çalışma kapsamında Alaca İlçesi Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projesi çalışması kapsamında Avutmuş, Beşiktepe, İshacı, Ünalın, Fakılar, Koçhisar, Kuyluş, Kızıllı, Akören, Çöplü, Çatak, Çal, Gökören, Bolatçık, Bozdoğan, Hışır ve İbrahim köyleri ile Alaca ilçe merkezine ait Günhan, Yıldızhan ve Cumhuriyet mahalleleri olmak üzere 17 köy ve 3 merkez mahalle sınırlarını kapsayan 19143 ha' lık alan toplulaştırılmıştır. Proje sahasından seçilen 3 adet köye (Ünalın, İshacı, Akören) ait toplulaştırmadan önceki ve sonraki mülkiyet haritaları, parsel büyüklükleri, parsel şekilleri, parsel sayıları ve arazi kullanım haritaları incelenerek projeden elde edilen yararlar irdelenmiştir. "Arazi toplulaştırmasında projeler tamamlandığında projenin performansını gösteren herhangi bir değerlendirme yapılmamaktadır. Ancak bazı çalışmalarda sadece toplulaştırma oranları hesaplanmaktadır (Akdeniz ve Temizel, 2018). Türkiye' de yapılan arazi toplulaştırma çalışmalarında toplulaştırma oranları %42.4 olarak hesaplanmıştır" (Arıcı, 1994; Yağanoğlu vd., 2000). Toplulaştırma oranı, arazi toplulaştırma projelerinde başarı göstergelerinden biridir. Yapılan çalışma sonucunda parsel sayısına göre toplulaştırma oranları Ünalın köyünde %46, İshacı köyünde %44 ve Akören köyünde %45 bulunmuştur. Bu oranlar Türkiye ortalamasının üzerindedir. Toplulaştırma sonucunda proje ile çalışma yapılan 3 köyde de bütün parsellerin dikdörtgen şekle dönüştürüldüğü, yola ve sulama ağına ulaşımının olduğu, toplam parsel sayılarının %55-60 oranında azaldığı, ortalama parsel büyüklüğünün %60-85 oranında arttığı İdeal Parselasyon Sonunda Proje Sahasındaki İstatistiki Değişimler Tablolarında görülmektedir.

Sonuç olarak, mevcut bulunan toprak kaynaklarının daha etkili kullanımını sağlamak için arazi toplulaştırması projelerinin birçok yönden fayda sağlayacağı ortadadır. Bu çalışmada toplulaştırmanın sağlayacağı değişik faydalar açısından ele alınan 3 köye ait proje verileri ışığında toplulaştırmanın öncesi ve sonrası karşılaştırılarak sağlayacağı faydalar belirlenmeye çalışılmıştır.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI

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

### YAZAR KATKISI

Yazarlar, makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### TEŞEKKÜR

Arazi toplulaştırma projesinin oluşturulması ve sahaya uygulanmasında sorumlu kuruluş olan Çorum Tarım ve Orman İl Müdürlüğü ve sonrasında yetki devri ile sorumlu olan Devlet Su İşleri 5. Bölge Müdürlüğü 54. Şube Müdürlüğüne veri teminindeki katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

### KAYNAKLAR

- Akdeniz, M., & Temizel, K. E. (2018). Arazi toplulaştırma projelerinde başarının değişik göstergelere göre değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(2), 149-161. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.412040>
- Arcı, İ. (1994). *Arazi Toplulaştırması*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 60, 121s. Bursa.
- Birbidak, M. (2013). 3083 Sayılı Sulama Alanlarında Arazi Düzenlemesine Dair Tarım Reformu Kanunu Kapsamında Uygulama Alanı İlan Edilen Ünalın Köyü Sosyal Yapı Etüt Raporu.
- Boyras, Z., & Üstündağ, Ö. (2008). Kırsal alanlarda arazi toplulaştırma çalışmalarının önemi. *e-Journal of New Sciences Academy*, 3(3).
- Eminoğlu, G., & Çakmak, B. (2013). Burdur-Kemer-Elmacık köyü arazi toplulaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 5, 39-53.
- Ermış, E. E., & Sarı, E. (2014, Ekim15-17). *Alaca İlçesi Ünalın Köyü Sosyal Etüt Raporunun Toprak, Mühendislik ve Arazi Toplulaştırma Konularında İncelenmesi*, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Hitit Üniversitesi, Çorum.
- Gün, S. (2001, 30 Nisan-1 Mayıs). *Türkiye'de Tarım Topraklarının Mülkiyet Durumu ve Uygulanan Politikalar*, Cumhuriyetin 100. Yılına Türk Tarımının Hedefleri Sempozyumu, Ankara.
- Özer, A. (2010). *Çanakkale İli Biga İlçesi Yeniçiftlik Köyü Arazi Toplulaştırması Sonrası Durumun İzlenmesi ve Değerlendirilmesi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Sayılı, M., & Ekinci, K. (2012). *Samsun İli Bafra Ovası Arazi Toplulaştırması Projesinde Çiftçi Davranışlarının Belirlenmesi ve Projenin Sosyo-Ekonomik Yararları*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [Yüksek Lisans Tezi, Ankara]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Takka, S. (1993). *Arazi Toplulaştırması*. Kültürteknik Derneği Yayınları, No:1, Ankara.
- Yağanoğlu, A. V., Okuroğlu, M., & Hanay, A. (2000). *Arazi Toplulaştırması*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:159,169s. Erzurum.
- URL-1: [http://www.tarimkutuphanesi.com/ARAZI\\_TOPLULASTIRMASI\\_00160.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/ARAZI_TOPLULASTIRMASI_00160.html) [Erişim tarihi: Nisan 2022].
- URL-2: [http://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Samtim\\_dergi/samtim42.pdf](http://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Samtim_dergi/samtim42.pdf) [Erişim tarihi: Nisan 2022].



## Ermenek Yöresinde Bitkisel Üretimde Sulama Amaçlı Kullanılan Suların Kalitelerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of The Quality of Waters Used for Irrigation Purposes in Plant Production in Ermenek Region

Abdullah Sayıcı<sup>1</sup> , Harun Kaman<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 09.08.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 05.09.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Bu çalışmada, Karaman ili Ermenek ilçesinde tarla ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde kullanılan kuyuların sulama suyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İlk olarak, çalışma sahasının temsil edecek şekilde su örneklerinin alınacağı kuyular belirlenmiştir. Daha sonra, derinlikleri 4 ile 10 m arasında değişen 19 adet kuyudan sulama suyu örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), sodyum ( $\text{Na}^+$ ), magnezyum ( $\text{Mg}^{2+}$ ), kalsiyum ( $\text{Ca}^{2+}$ ), potasyum ( $\text{K}^+$ ), bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), klor ( $\text{Cl}^-$ ) ve bor (B) analizleri gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu örneklerinin pH değerleri 7.20-8.40 arasında değişmiş ve ortalama pH 7.8 olarak saptanmıştır. EC değerleri ise en küçük  $112 \mu\text{S cm}^{-1}$  ve en yüksek  $580 \mu\text{S cm}^{-1}$  olarak ölçülmüştür.  $\text{Na}^+$  değeri  $0.10-1.93 \text{ me L}^{-1}$  arasında değişmiştir.  $\text{Mg}^{2+}$  değeri en küçük  $0.20 \text{ me L}^{-1}$  ve en yüksek  $5.53 \text{ me L}^{-1}$  olarak ölçülmüştür.  $\text{Ca}^{2+}$  değeri  $0.42-3.37 \text{ me L}^{-1}$  arasında değişmiştir.  $\text{K}^+$  değeri en küçük  $0.02 \text{ me L}^{-1}$  ve en yüksek  $0.50 \text{ me L}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. B değeri ise en küçük  $0.01 \text{ me L}^{-1}$  ve en yüksek  $0.10 \text{ me L}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Araştırmada gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, genel olarak sulama suyunun kalitelerinin, bitkisel üretimde verimi etkileyecek düzeyde herhangi bir sorun teşkil etmeyeceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama yönetimi, sulama suyu sınıfı, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, anyon, katyon

&

**Abstract:** In the study, it is aimed to determine the irrigation water quality of the wells used in field and horticultural cultivation in Ermenek district of Karaman province. First, the wells from which water samples will be taken were determined to represent the study area. Then, irrigation water samples were taken from 19 wells with depths ranging from 4 to 10 m. In water samples; pH, electrical conductivity (EC,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), sodium ( $\text{Na}^+$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), chlorine ( $\text{Cl}^-$ ) and boron (B) analyzes were performed. The pH values of the irrigation water samples varied between 7.20-8.40 and the average pH was determined as 7.8. The EC values were measured as the smallest  $112 \mu\text{S cm}^{-1}$  and the highest  $580 \mu\text{S cm}^{-1}$ . The  $\text{Na}^+$  value varied between  $0.10-1.93 \text{ me L}^{-1}$ . The  $\text{Mg}^{2+}$  value was measured as the smallest  $0.20 \text{ me L}^{-1}$  and the highest  $5.53 \text{ me L}^{-1}$ . The  $\text{Ca}^{2+}$  value varied between  $0.42-3.37 \text{ me L}^{-1}$ . The  $\text{K}^+$  value was measured as the smallest  $0.02 \text{ me L}^{-1}$  and the highest  $0.50 \text{ me L}^{-1}$ . The B value was measured as the smallest  $0.01 \text{ me L}^{-1}$  and the highest  $0.10 \text{ me L}^{-1}$ . According to the results of the analysis carried out in the research, it has been determined that the quality of the irrigation water in general will not pose a problem at a level that will affect the yield in plant production.

**Keywords:** Irrigation management, irrigation water class, electrical conductivity, salinity, anion, cation

**Atıf/Cite as:** Sayıcı, A., & Kaman, H. (2023). Ermenek yöresinde bitkisel üretimde sulama amaçlı kullanılan suların kalitelerinin değerlendirilmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 405-415. doi: 10.24180/ijaws.1340015

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Abdullah Sayıcı, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, say.55@windowslive.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. Harun Kaman, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, hkaman@akdeniz.edu.tr (Sorumlu Yazar)

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun zamanla ve hızlı bir şekilde artış göstermesi, gıda tedariki ve güvenliği yakın gelecek için dahi en önemli sorun olarak ortaya çıkarmaktadır. Artan nüfusun beslenme gereksinimini karşılamak için, gelecek 50 yıl içinde üretimde en az iki kat artış gerekmektedir (Howell vd., 2001). Bilindiği gibi, temel gıda gereksinimlerinin güvenli biçimde karşılanması, öncelikle, tarımsal üretimin ve sulanan alanların artırılmasına bağlıdır. Gıda gereksiniminin karşılanması için 2000'li yıllarda sulanan alanlarda %1 düzeyinde seyreden artışın, yaklaşık %2.25 düzeyinde olması gerektiği belirtilmektedir (FAO, 1988). Konuyla ilgili yapılan projeksiyonlara göre, 2050 yılında gıda, giyecek, barınak ve tatlı su gereksiniminin, bugüne göre, iki kat daha fazla olacağı rapor edilmiştir (Postel vd., 1996). Dünyada ve Türkiye'de artış gösteren nüfusun tarımsal üretimle karşılanması için ihtiyaç duyulan bitkisel ürünlerde, sulamanın payı oldukça yüksektir. Sulama uygulaması tarımsal üretimin en temel ve en önemli kısmını oluşturmaktadır. Çünkü sulama uygulaması tarımsal üretimde çarpan etkisi yapmaktadır.

Bilindiği gibi, kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli etmen, kök bölgesinde bulunan yarıyıllı suyun eksikliğidir (Falkenmark ve Rockström, 1993; Lal, 1991). Bu nedenle kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarım yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Artan nüfustan dolayı, dünyada suya olan istemin de önemli ölçüde artacağı beklenmektedir. Ancak, su kullanımındaki artış, çok önemli sorunlara neden olmaktadır. Örneğin, yer altı su kaynakları tükenmekte, diğer su ekosistemleri kirlenmekte ve bozulmakta; ayrıca sulu tarımda birçok çevresel sorun ortaya çıkmaktadır. Öyle ki, yenilenebilir bir doğal kaynak sayılan su, sınırlı alanlarda bu özelliğini kaybetmek gibi çok tehlikeli bir özellik kazanmaktadır. Açıklanan durumun bir sonucu olarak, yeni su kaynaklarının sağlanması ve geliştirilmesi, çok pahalı hatta olanaksız hale gelmektedir. Daha kötüsü, toplumun çoğunluğu, gelecekte, yeterli gıda üretiminde suyun engelleyici etmen olacağı konusu ile ilgilenmemektedir (IFPRI, 2004). Öte yandan, tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yönetimi altında ve zayıf drenaj ortamında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir (Ghassemi vd., 1995). Bu nedenle, bitkisel üretimde sulama suyu miktarı ve uygulama biçimi yanısıra sulama suyu kalitesi de son derece önemlidir. Zira, düşük kaliteli sulama suyu toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir olma durumunu düşürmektedir.

Belirli bölgeler için kullanılan sulama suyu kalitesinin değerlendirilmesine yönelik çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Örneğin, Öktüren Asri vd. (2013) Bilecik-Osmaneli yöresi sulama sularının kalite bakımından büyük bir çoğunluğunun, örtü altı yetiştiriciliğinde verim kaybına yol açmadan kullanılabilirliği belirlemiştir. Yine, Öktüren Asri vd. (2018) Antalya-Finike yöresi portakal bahçelerinde kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesine yönelik yaptığı başka bir çalışmada da, sulama suyu örneklerinin portakal yetiştiriciliğinde verim ve kalite kayıplarına yol açmadan kullanılabilirliğini ifade etmiştir. Benzer bir şekilde, Manisa yöresi sulama suyu kaynaklarının toprak, bitki ve damla sulama sistemi yönünden değerlendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, yer üstü su kaynaklarının sorun yaratma potansiyelinin yer altı sularına göre daha fazla olduğu belirlenmiş (Doğan ve Şahin, 2019). Öte yandan, Salihli-Köseali ve Necati Bey çiftlik ile Alaşehir-Kasaplı yer altı su kaynaklarının kullanıldığı yerlerde de diğer yer altı su kaynaklarına göre daha ciddi sorunlar yaşanacağı ifade edilmiş (Doğan ve Şahin, 2019). Çebi (2020) Tekirdağ il genelinde sulama mevsimi dönemini kapsayacak şekilde 22 adet kuyudan örnekleme yapılmış ve sulama suyu sınıflaması açısından önemli olan, pH, EC, TDS, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, B, NO<sub>3</sub>-N, Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve Artık Sodyum Karbonat (RSC) parametreleri incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre; on üç kuyu suyunun orta tuzlu, sekiz kuyu suyunun da yüksek tuzlu sular sınıfında olduğu, beş adet kuyu suyunda Na<sup>+</sup> zararı, üç kuyu suyunda HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> zararı olduğu belirlenmiştir. Boyacı vd. (2023) Kırşehir ilinde seralarda kullanılan sulama sularının kalite parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir çalışmada 12 sera işletmesinden sulama suyu örnekleri alınmıştır. Çalışmada; EC, klor, karbonat, bikarbonat, sülfat, sodyum adsorbsiyon oranı, %Na, bor vb. analizler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, sera işletmelerinde sulama suyu analizlerinin düzenli olarak yapılması ve topraktaki tuzluluk düzeyinin takip edilmesi yetiştiricilik açısından önemli olacağı bildirilmiştir.

Tarımsal üretimde sulama suyunun doğru bir şekilde yönetildiği ve uygulandığında çamur süzümü yönteminde göre toprak tuzluluğu değerinin sulama suyu tuzluluğunun 4-5 katı olacağı bildirilmektedir

(Ayers, 1977; Kanber ve Ünlü 2014). Buna ilave olarak, Kanber ve Ünlü (2014) ihtiyaçtan daha yüksek miktarlarda uygulanan sulama suyu sonucunda, çamur süzüğü tuzluluğunun, kullanılan sulama suyu tuzluluğu değerinin 40-50 katı kadar olabileceğini ifade etmektedir. Yine benzer şekilde tıbbi bitkilerde yapılan tuzluluk çalışmalarında Çalışkan vd. (2017a) fesleğen bitkisinde, Tok ve Temizel (2022) tütün bitkisinde, Çalışkan vd (2017b) kantaronda farklı tuzluğa sahip sulara bitkinin fenoliklerini incelerken, Yerkin ve Temizel (2018) fasulyede, tuzlu suların tepkisini ve yaprak alanlarında ortaya çıkan durumları belirlemeye çalışmışlardır.

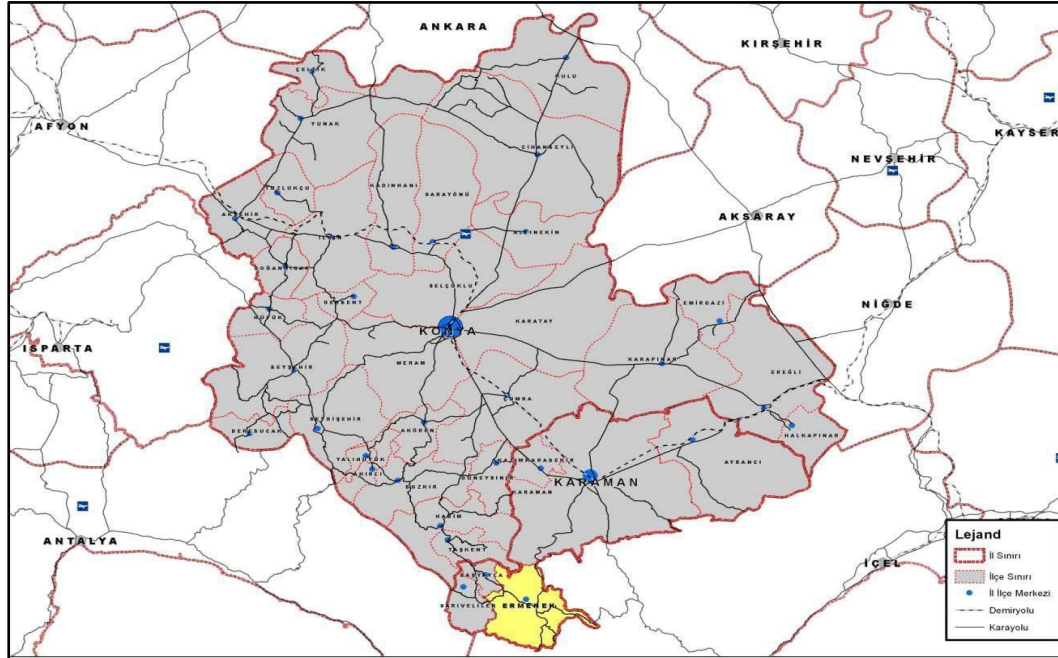
Konuyla ilgili literatür bilgisinden de anlaşılacağı gibi sürdürülebilir toprak ve su kaynakları ile bitkisel üretim için bir bütün olarak sulama suyu yönetimi son derece önemlidir. Birçok yerde de sulama suyu yönetimi ile ilgili araştırmalar yapılmıştır (Boyacı vd., 2023; Çebi, 2020; Doğan ve Şahin, 2019; Öktüren Asri vd., 2013; Öktüren Asri vd., 2018; Temizel ve Tok, 2019). Ancak Ermenek yöresi için henüz bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, ele alınan bu çalışmada Karaman ili Ermenek ilçesinde tarla ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde kullanılan kuyuların sulama suyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, yörede kullanılan sulama sularının özellikleri belirlenerek, sulama suyu kaynaklı sorunların çözümüne yönelik öneriler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

#### Çalışma Alanı Yeri ve Bazı Özellikleri

Araştırma Karaman ilinin Ermenek ilçesinde yürütülmüştür (Anonim, 2021; Şekil 1). Ermenek, 36°58' Kuzey enlemi ile 32°53' Doğu boylamı arasında yer almakta ve ortalama olarak deniz seviyesinden yüksekliği 1250 metredir (Anonim, 2021). Ermenek'in doğusunda Mersin'in Gülnar ile Mut ilçeleri, batısında Başyayla ile Sarıveliler, güneyinde Mersin'in Anamur ilçesi ile Antalya'nın Gazipaşa ilçesi, kuzeyinde Konya'nın Hadim ilçesi ile Karaman bulunmaktadır. Ermenek'in yüzölçümü 1222.9 km<sup>2</sup>'dir (Anonim, 2021). Ermenek orta Torosların üzerinde birçok akarsu kaynaklarını, tarihi ve tabii güzellikleri, yaylaları ve mesire yerlerini içerisinde barındırmakta, nüfusu ise 2010 yılında 30585 iken, 2020 yılı sonu itibarıyla 28417 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021). Ermenek Çayı bölgenin tüm sularını toplamaktadır. Bununla birlikte, Ermenek ve çevresinde ova olmamasına karşın vadiler arasında bir kısım geniş düzlükler bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı yeri (Anonim, 2021).

Figure 1. Location of the study area (Anonymous, 2021).

### Tarım Arazilerinin Sulanabilirlik Durumu

Ermenek'in yaklaşık %15'i tarım arazilerine ayrılmış olup, yaklaşık olarak 16719 ha'lık alanında bitkisel üretim yapılmaktadır (Anonim, 2021; Çizelge 1). Söz konusu alanların %55.53'ü tarla bitkilerine tahsis edilmiş olup, nadas alanı %20.16'lık paya sahiptir. Genel olarak tarım arazilerinin %3.63'ünde sebzeçilik ve %20.68'inde ise bahçeçilik yapılmaktadır (Anonim, 2021; Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Ermenek'te tarım arazilerinin kullanım amaçlarına göre dağılımı (ha) (Anonim, 2021).

Table 1. Distribution of agricultural lands in Ermenek according to their intended use (ha) (Anonymous, 2021).

Alan	Tarla Bitkileri	Bahçe	Sebze	Nadas	Toplam
Ha	9284	3457	607	3371	16719
%	55.53	20.68	3.63	20.16	100

Ermenek'in tarım alanları içerisindeki sulama durumu Çizelge 2'de görüldüğü gibi oldukça düşüktür. Tarım alanlarının yaklaşık %18.96 (3170 ha)'ı sulanabilir iken, geriye kalan %81.04 (13549 ha)'ünde kuru tarım yapılabilmektedir. Çalışma alanında genel olarak, kuru tarım yapıldığından dolayı nadas alanı oranının nispeten yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda bölge için sulamanın önemi daha da artmaktadır.

**Çizelge 2.** Ermenek'te sulu ve kuru tarım alanı dağılımı (ha) (Anonim, 2021).

Table 2. Distribution of irrigated and dry agricultural land in Ermenek (ha) (Anonymous, 2021).

Alan	Sulu Tarım	Kuru Tarım	Toplam
Ha	3170	13549	16719
%	18.96	81.04	100

### İklim Özellikleri

Karaman ilinde karasal iklim hakim olup, kışları soğuk ve yağışlı, yazları kurak ve sıcaktır. Sıcaklık kış aylarında -26.4 °C'ye kadar düşmekte, yaz aylarında ise +40.4 °C'ye kadar yükselmektedir. Karasal iklimin hakim olduğu bölgede ortalama yağış 240-360 mm arasında değişmektedir. Genel olarak, yıllık yağış miktarı <200 mm olan yerler kurak, 200-500 mm arasında değişen bölgeler ise yarı kurak olarak ifade edilmektedir (Karataş, 2023). Bir başka kaynak ise yıllık yağış miktarının 350-800 mm arasında olan yerleri yarı kurak olarak belirtmektedir (Anonim, 2023). Bu bilgiler, Karaman ilinin nispeten kurak ve/veya yarı kurak bir bölge olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bölge için bitkisel üretimde sulama suyu yönetimi ve kalitesinin sürdürülebilirliği daha da önemli bir duruma gelmektedir.

### Yöntem

Bu çalışmada ilk olarak, Karaman ilinin Ermenek ilçesinde tarla tarımı ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde sulama amaçlı kullanılan ve çalışma sahasının temsil edecek şekilde su örnekleme yerleri belirlenmiştir. Daha sonra, derinlikleri 4 ile 10 m arasında değişen 19 adet keson kuyudan, Ayyıldız (1990)'ın belirttiği şekilde su örnekleri alınmıştır. Su örnekleri 2 L'lik temiz şeffaf kaplara konularak analizler yapılmak üzere Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarına getirilmiştir. Öktüren Asri vd. (2013; 2018) tarafında yapılan çalışmalarda da olduğu gibi sulama suyu analizleri yapılmıştır. Dolayısıyla, söz konusu araştırmada; pH, EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ),  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  ve B analizleri gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu örneklerinde pH ve EC analizleri Ayyıldız (1976);  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{K}^+$  miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle (Fresenius vd., 1988),  $\text{HCO}_3^-$  sülfürik asit titrasyonu,  $\text{Cl}^-$  gümüş nitrat titrasyonu (Ayyıldız, 1976) ve B ise Azomethin-H yöntemiyle (Fresenius vd., 1988) belirlenmiştir. Bununla birlikte toplam katyon, yüzde sodyum oranı (%Na), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve sulama suyu sınıfı hesaplanmış/belirlenmiştir. %Na oranı Eşitlik 1 ve SAR değeri ise Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır. Söz konusu eşitlikler aynı zamanda Ayyıldız (1976) tarafından önerilmektedir. USSL (1954)'de belirtilen yaklaşıma göre oluşturulan sınıflandırma sistemi dikkate alınarak, su örneklerinin belirlenen elektriksel iletkenlikleri (EC,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), sulama suyu sınıflandırmasında kullanılmıştır.



$$\%Na = \left( \frac{Na}{Na + K + Ca + Mg} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$SAR = \left( \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \right) \quad (2)$$

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Bulgular

Araştırmada, sulama sularının analiz sonuçlarıyla birlikte, kimi istatistiki bilgilerinden olan en küçük, en büyük ve ortalama değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Su örneği alınan kuyu derinlikleri 4 ile 10 m arasında değişmiş ve ortalama derinlik ise 6.5 m olarak hesaplanmıştır. İncelenen 19 adet kuyu sulama suyu örneklerinin pH değerleri 7.20-8.40 arasında değişmiş ve ortalama pH 7.8 olarak saptanmıştır.

Sulama suyu örneklerinde belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri (EC,  $\mu S \text{ cm}^{-1}$ ) en küçük  $112 \mu S \text{ cm}^{-1}$  ve en yüksek  $580 \mu S \text{ cm}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Ortalama EC değeri ise  $260.5 \mu S \text{ cm}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Sırasıyla katyonlar:  $Na^+$  değerleri  $0.10-1.93 \text{ me L}^{-1}$  arasında değişmiş ve ortalama  $0.35 \text{ me L}^{-1}$  olarak saptanmış;  $Mg^{+2}$  değerleri en küçük  $0.20 \text{ me L}^{-1}$  ve en yüksek  $5.53 \text{ me L}^{-1}$  olarak ölçülmüş ve ortalama  $Mg^{+2}$  değeri ise  $1.05 \text{ me L}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır;  $Ca^{+2}$  değerleri  $0.42-3.37 \text{ me L}^{-1}$  arasında değişmiş ve ortalama  $2.20 \text{ me L}^{-1}$  olarak saptanmış ve  $K^+$  değerleri en küçük  $0.02 \text{ me L}^{-1}$  ve en yüksek  $0.50 \text{ me L}^{-1}$  olarak ölçülmüş ve ortalama  $K^+$  değeri ise  $0.05 \text{ me L}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Toplam katyon değerleri ise  $0.880-10.260 \text{ me L}^{-1}$  arasında değişmiş ve ortalama  $3.657 \text{ me L}^{-1}$  olarak saptanmıştır (Çizelge 3).

Anyonlardan  $HCO_3^-$  değerleri en küçük  $1.73 \text{ me L}^{-1}$  ve en yüksek  $8.40 \text{ me L}^{-1}$  olarak ölçülmüş ve ortalama değeri ise  $3.63 \text{ me L}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Yine anyonlardan  $Cl^-$  değerleri  $0.46-1.20 \text{ me L}^{-1}$  arasında değişmiş ve ortalama  $0.72 \text{ me L}^{-1}$  olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Ayrıca, B değerleri en küçük  $0.01 \text{ mg L}^{-1}$  ve en yüksek  $0.10 \text{ mg L}^{-1}$  olarak ölçülmüş ve ortalama B değeri ise  $0.08 \text{ mg L}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Araştırmada, yüzde sodyum oranının (%Na) belirlenmesinde Ayyıldız (1976) tarafından önerilen eşitlik kullanılmıştır. Benzer bir şekilde, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) Ayers ve Westcot (1989)'da verilen eşitliklerle hesaplanmıştır. Böylece, %Na ve SAR değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. %Na değerleri  $3.78-32.39$  arasında değişmiş ve ortalama  $8.25$  olarak saptanmıştır. SAR değerleri en küçük  $0.09$  ve en yüksek  $1.28$  olarak ölçülmüş ve ortalama SAR değeri ise  $1.25$  olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Sulama suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Table 3. Chemical analysis results of irrigation water samples.

Kuyu No	Derinlik (m)	pH	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Kasyonlar ( $\text{me L}^{-1}$ )				Toplam Katyon ( $\text{me L}^{-1}$ )	$\text{HCO}_3^-$ ( $\text{me L}^{-1}$ )	$\text{Cl}^-$ ( $\text{me L}^{-1}$ )	B ( $\text{mg L}^{-1}$ )
				$\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{K}^+$				
1	6.0	7.9	258	0.33	0.50	2.37	0.09	3.285	3.15	0.65	0.06
2	6.0	8.0	204	0.10	0.40	2.13	0.02	2.645	2.65	0.56	0.09
3	5.0	7.3	206	0.15	0.40	1.80	0.03	2.380	2.72	0.60	0.08
4	4.0	7.8	211	0.15	0.63	1.98	0.03	2.790	2.76	0.55	0.09
5	5.0	7.8	195	0.12	0.43	2.28	0.02	2.850	2.67	0.46	0.09
6	6.0	8.4	294	0.24	0.84	2.83	0.40	4.310	4.00	0.70	0.08
7	5.0	7.6	215	0.13	0.20	2.21	0.02	2.560	2.94	0.53	0.09
8	6.0	7.6	193	0.13	1.03	1.57	0.02	2.750	2.86	0.63	0.09
9	10.0	7.2	352	0.30	1.54	3.37	0.03	5.240	4.20	0.90	0.09
10	6.0	7.2	194	0.11	0.59	0.54	0.02	1.260	2.90	0.70	0.07
11	5.0	7.8	202	0.10	0.30	1.74	0.02	2.160	2.94	0.53	0.09
12	10.0	7.4	112	0.14	0.30	0.42	0.02	0.880	1.73	0.65	0.06
13	8.0	7.8	580	1.93	5.53	2.68	0.12	10.260	8.40	1.10	0.06
14	6.0	7.7	175	0.11	0.30	1.75	0.02	2.180	2.95	0.64	0.01
15	5.0	8.1	367	0.30	2.25	2.79	0.06	5.400	4.90	0.80	0.09
16	6.0	8.0	281	1.70	0.98	2.54	0.03	5.248	3.10	0.77	0.07
17	10.0	7.6	283	0.20	0.98	2.83	0.02	4.030	4.52	0.73	0.10
18	8.0	8.2	285	0.20	1.06	2.70	0.02	3.980	4.60	1.20	0.10
19	6.0	7.9	343	0.26	1.66	3.32	0.03	5.270	4.95	0.95	0.10
<b>Minimum:</b>	4.0	7.2	112	0.10	0.20	0.42	0.02	0.880	1.73	0.46	0.01
<b>Maksimum:</b>	10.0	8.4	580	1.93	5.53	3.37	0.40	10.260	8.40	1.20	0.10
<b>Ortalama:</b>	6.5	7.8	260.5	0.35	1.05	2.20	0.05	3.657	3.63	0.72	0.08

**Çizelge 4.** Sulama suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre %Na ve SAR değerleri.*Table 4. %Na and SAR values of irrigation water samples according to chemical analysis results.*

Kuyu No	%Na	SAR
1	10.05	0.28
2	3.78	0.09
3	6.30	0.14
4	5.38	0.13
5	4.21	0.10
6	5.57	0.18
7	5.08	0.12
8	4.73	0.11
9	5.73	0.19
10	8.73	0.15
11	4.63	0.10
12	15.91	0.23
13	18.81	0.95
14	5.05	0.11
15	5.56	0.19
16	32.39	1.28
17	4.96	0.14
18	5.03	0.15
19	4.93	0.16
<b>Minimum:</b>	3.78	0.09
<b>Maksimum:</b>	32.39	1.28
<b>Ortalama:</b>	8.25	0.25

Araştırmada, elektriksel iletkenlik (EC,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) değerleri USSL (1954)'e göre belirlenmiştir. Böylece, elektriksel iletkenlik (EC,  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) sodyum adsorpsiyon oranına (SAR) bağlı olarak sulama suyu sınıfları saptanmış ve Çizelge 5'de verilmiştir. EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) değerleri bakımından toplam 19 kuyu suyundan; 10 kuyu suyu C1 olarak, geriye kalan 9 kuyu suyu ise C2 şeklinde belirlenmiştir. SAR değerleri bakımından ise tüm kuyu (toplam 19 kuyu) suyu değerleri S1 olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, sulama sınıfı için toplam 19 kuyu suyundan; 10 kuyu suyu C1S1 olarak, geriye kalan 9 kuyu suyu ise C2S1 şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 5).

EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) (USSL, 1954); Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) (Ayers ve Westcot, 1989); %Na (Christiansen vd., 1977);  $\text{Cl}^-$  ( $\text{me L}^{-1}$ ) (Christiansen vd., 1977); B ( $\text{mg L}^{-1}$ ) (Christiansen vd., 1977) değerlerinin kalite sınıfları Çizelge 6'da verilmiştir.

EC değerleri bakımında %52.63'lük oranla 10 kuyu suyu C1, %47.37'lik oranla 9 kuyu suyu C2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5, Çizelge 6). SAR değerleri bakımından ise %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-10 aralığında saptanmış ve S1 olarak tek sınıf oluşmuştur (Çizelge 4, Çizelge 5, Çizelge 6).

%Na değerleri bakımında yine %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-40 aralığında belirlenmiş ve birinci sınıf içerisinde kalmıştır (Çizelge 4, Çizelge 5, Çizelge 6).  $\text{Cl}^-$  değerleri bakımında da %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-3 aralığında saptanmış ve tek sınıf oluşmuştur (Çizelge 3, Çizelge 6).

B değerleri bakımında %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-0.5 aralığında belirlenmiş ve birinci sınıf içerisinde kalmıştır (Çizelge 3, Çizelge 6).

**Çizelge 5.** Sulama suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre sulama sınıfı durumu.*Table 5. Irrigation class status of irrigation water samples according to chemical analysis results.*

Kuyu No	Elektriksel iletkenlik (EC)		Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR)		Sulama Sınıfı
	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Sınıf	SAR	Sınıf	
1	258	C2	0.28	S1	C2S1
2	204	C1	0.09	S1	C1S1
3	206	C1	0.14	S1	C1S1
4	211	C1	0.13	S1	C1S1
5	195	C1	0.10	S1	C1S1
6	294	C2	0.18	S1	C2S1
7	215	C1	0.12	S1	C1S1
8	193	C1	0.11	S1	C1S1
9	352	C2	0.19	S1	C2S1
10	194	C1	0.15	S1	C1S1
11	202	C1	0.10	S1	C1S1
12	112	C1	0.23	S1	C1S1
13	580	C2	0.95	S1	C2S1
14	175	C1	0.11	S1	C1S1
15	367	C2	0.19	S1	C2S1
16	281	C2	1.28	S1	C2S1
17	283	C2	0.14	S1	C2S1
18	285	C2	0.15	S1	C2S1
19	343	C2	0.16	S1	C2S1
<b>Minimum:</b>	112		0.09		
<b>Maksimum:</b>	580		1.28		
<b>Ortalama:</b>	260.5		0.25		

### Tartışma

Kanber vd. (1992)'nin bildirdiğine göre tarımsal amaçlı kullanılan sulama sularının pH'larının 6.50-8.50 arasında olması istenir. Ele alınan bu çalışmada belirlenen sulama suyu örneklerinin pH değerlerinin (7.20-8.40) (Çizelge 3), Kanber vd. (1992)'nin bildirdiği tarımsal amaçlı kullanılabilir sulama sularının sınır değerleri (6.50-8.50) arasında kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte, sulama suyu pH değerlerinin çok yüksek veya çok düşük olması bitkilerde beslenme bozukluklarının meydana gelmesine neden olacağı bildirilmektedir (Öktüren Asri vd., 2013). Dolayısıyla, çalışmada elde edilen pH değerleri yönünden, bitkilerde beslenme bozukluğu meydana gelmeyeceği söylenebilir.

İncelenen sulama suyu örnekleri, ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (USSL, 1954) tarafından oluşturulan sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında, %52.63'ünün 1. Sınıf (C1), %47.37'sinin ise 2. sınıf (C2) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5, Çizelge 6). Bitkisel üretimde sulama suyu uygulaması, yüksek tarımsal üretimi güven altına alan son derece gerekli ve önemli bir uygulamadır (Kaman vd., 2022). Dolayısıyla, bu çalışmada, su örnekleri değerlerinin genel olarak, bitkisel üretimde verim kaybına yol açmadan (Ayers ve Westcot, 1989; USSL, 1954) kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Sulama sularında bulunan en önemli katyonların: kalsiyum ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnezyum ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sodyum ( $\text{Na}^+$ ) ve potasyum ( $\text{K}^+$ ) olduğu bildirilmektedir (Zengin vd., 2008). Ayers ve Westcot, (1989)'e göre SAR değerleri 0-10 arasında (Çizelge 4) bulunmuş ve %100 oranında 1. Sınıf (S1) (Çizelge 5, Çizelge 6) olarak hesaplanmıştır. Benzer bir şekilde, %Na değerleri Christiansen vd. (1977)'ye göre 0-40 arasında bulunmuş ve %100 oranında 1. Sınıf (Çizelge 6) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Sulama suyu örneklerinin kimi kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi.

Table 6. Evaluation of irrigation water samples according to some quality classes.

Ölçülen değerler	Sınıflar	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
EC, ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) (USSL, 1954)	C1	<250	10	52.63
	C2	250-750	9	47.37
	C3	750-2250	-	
	C4	>2250	-	
Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) (Ayers ve Westcot, 1989)	S1	0-10	19	100.00
	S2	010-18	-	
	S3	18-26	-	
	S4	>26	-	
%Na (Christiansen vd., 1977)	1	0-40	19	100.00
	2	40-60	-	
	3	60-70	-	
	4	70-80	-	
	5	80-90	-	
Cl <sup>-</sup> (me L <sup>-1</sup> ) (Christiansen vd., 1977)	1	0-3	19	100.00
	2	003-006	-	
	3	006-10	-	
	4	010-15	-	
	5	15-20	-	
	6	>20	-	
B (mg L <sup>-1</sup> ) (Christiansen vd., 1977)	1	0-0.5	19	100.00
	2	0.5-1	-	
	3	001-002	-	
	4	002-003	-	
	5	003-004	-	
	6	>4	-	

Klor (Cl<sup>-</sup>) sulama suyu içerisinde bulunan en önemli bir anyon (Öktüren Asri vd., 2013) ve aynı zamanda, bitki yetiştiriciliği açısından sorun yaratabilecek potansiyelinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Öktüren Asri vd., 2018). Bu durumda, Cl<sup>-</sup> değerleri Christiansen vd. (1977)'ye göre 0-3 arasında (Çizelge 3) bulunmuş ve örneklerin tamamının klor içerikleri bakımından 1. sınıfa (Çizelge 6) girdiklerini saptamıştır.

Araştırmada, incelenen sulama sularının Bor (B) içerikleri Christiansen vd. (1977)'ye göre 0-0.5 arasında (Çizelge 3) bulunmuş ve örneklerin tamamının Bor içerikleri bakımından 1. sınıfa (Çizelge 6) girdiklerini saptamıştır. Öktüren Asri vd. (2013)'ün bildirdiğine göre Bor, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri açısından mutlak gerekli mikro besin elementlerindedir. Ancak, Bor değerinin fazla bulunması durumunda, toksik bir etkiye yol açarak bitkilerin büyümelerini engelleyebilmektedir (Öktüren Asri vd., 2013). Çalışmada tespit edilen tüm sulama suyu örneklerinin bor düzeyleri toksisite belirtisine yol açacak düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

## SONUÇ

Küresel ısınma sonucu meydana gelen iklim değişikliği etkisiyle yaşanan kuraklık özellikle toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle tarımsal üretimde toprak ve sulama suyunun kalitesinin araştırılması daha da önemli bir duruma gelmektedir. Bu amaçla çok sayıda araştırmalar yürütülmüştür.

Sulama yönetiminin uygun, etkin ve doğru olabilmesi için üç temel (Ne zaman sulamalı? Nasıl sulamalı? ve Ne kadar sulama suyu uygulamalı?) soru mevcuttur. Söz konusu üç temel soruya verilebilecek cevapların doğruluk düzeyine bağlı olarak, sulama yönetiminin başarısı ortaya konabilir. Bununla birlikte, bitkisel üretimde kullanılan sulama suyunun kalitesinin düzeyi, sürdürülebilir üretim bakımından son derece önemlidir.

Ele alınan bu araştırma, Türkiye'nin Karaman ili Ermenek ilçesinde sulama amaçlı kullanılan suların kalitesinin belirlenmesi için yapılmıştır. Ermenek ilçe ve köylerindeki sulama birlikleri ve çiftçiler kendi olanakları ile sulama yapmaktadır. Çiftçiler, çoğunlukla geleneksel sulama yöntemlerini kullanmaktadırlar. Yine çalışma alanında tarla tarımı ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde sulama amaçlı keson kuyulardan yararlanılmaktadır. Araştırma sonucunda; pH, EC, kimi anyon ve katyon değerleri bakımından, genel olarak, su örneklerinin üretimde verimi etkileyecek herhangi bir sorun teşkil etmediği görülmüştür. Ancak, sürdürülebilir bir üretim için sadece Ermenek ilçesinde değil bitkisel üretim yapılan her yerde, benzer çalışmaların ve analizlerin hem sulama suyunda hem de topraklarda sıklıkla yapılması önerilmektedir.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye aynı oranda katkı sağlamıştır.

### TEŞEKKÜR

Bu makale Abdullah SAYICI'nın bitirme çalışması verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Ayrıca yazarlar, araştırmaya sağladıkları katkıdan dolayı, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarı'na teşekkür eder.

### KAYNAKLAR

- Anonim. (2021). *2021 yılı Karaman sosyo-ekonomik raporu*. Karaman Ticaret Borsası. [www.karamantb.org.tr](http://www.karamantb.org.tr) (Karaman İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).
- Anonim. (2023). *Türkiye iklim sınıflandırması*. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.meteor.gov.tr> [Erişim tarihi: 01/08/2023].
- Ayers, R. S. (1977). Quality of water for irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Divisions, ASCE* 103, 135-154.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1989). *Water quality for agriculture*. Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev.1., New York.
- Ayyıldız, M. (1976). *Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 636, Ders Kitabı No: 199, Ankara.
- Ayyıldız, A. (1990). *Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 344, Ankara.
- Boyacı, S., Ertuğrul, Ö., & Özgünlaltay Ertuğrul, G. (2023). The evaluation of the quality parameters irrigation waters used in greenhouses of Kırşehir province. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 26(5), 1178-1188. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogu.vi.1180103>
- Caliskan, O., Kurt, D., Temizel, K. E., & Odabas, M. S. (2017a). Effect of salt stress and irrigation water on growth and development of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Open Agriculture*, 2(1), 589-594.
- Caliskan, O., Radusiene, J., Temizel, K. E., Staunis, Z., Cirak, C., Kurt, D., & Odabas, M. S. (2017b). The effects of salt and drought stress on phenolic accumulation in greenhouse-grown *Hypericum pruinatum*. *Italian Journal of Agronomy*, 12(918), 918.
- Christiansen, J. E., Olsen, E., & Willardson, L. S. (1977). Irrigation water quality evolution. Proceedings of the American Society of Civil Engineers: *Journal of the Irrigation and Drainage Division* 103(IR2),155-169.
- Çebi, Ü. (2020). Evaluation of underground water quality in terms of irrigation water in Tekirdağ Province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(6), 1391-1398. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i6.1391-1398.3481>
- Doğan, P., & Şahin, Ü. (2019). The evaluation of irrigation water resources of Manisa region in terms of soil, plant and drip irrigation system. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10), 1648-1656.
- Falkenmark, M., & Rockstrom, J. (1993). Curbing rural exodus from tropical drylands. *AMBIO-0122* no 71993.
- FAO. (1988). *World agriculture toward 2000: A FAO Study* N. Alexandratos (ed.) Bellhaven Press London 338 s.

- Fresenius, W., Quentin, K. E., & Schneidler, W. (1988). Water analysis a practical guide to physico-chemical and microbiological water examination and quality assurance. Springer, New York.
- Howell, T. A., Evett, S. R., & Tolk, J. A. (2001). Irrigation systems and management to meet future food fiber needs and to enhance water use efficiency. USDA-ARS Water Management User Unit Bushland Texas USA.
- Ghassemi, F., Jakeman, A. J., & Nix, H. A. (1995). Salinization of land and water resources human, causes, extent, management and case studies. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra/Australian. 576 s.
- IFPRI. (2004). Water and Food to 2025. Policy Responses to Threat of Scarcity.
- Kaman, H., Çetin, M., & Sesveren, S. (2022). Akdeniz iklim kuşağında, sulamadan dönen suların sulamada kullanılmasının taban suyu kalitesi ve derinliği üzerine etkilerinin araştırılması: Aşağı Seyhan Ovası Yemişli Sulama Sahası Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 25(1), 158-168. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.880516>
- Karataş, B. S. (2023). *Sulama*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapı ve Sulama dersi notları.
- Kanber, R., Kırdı, C., & Tekinel, O. (1992). *Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 6, Adana.
- Kanber, R., & Ünlü, M. (2014). *Tarımda su ve toprak tuzluluğu*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 281, Kitap Yayın No: A-87, Adana.
- Lal, R. (1991). Current research on crop water balance and implications for the future. In: Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone. Eds.
- Temizel, K. E., & Tok, S. (2019). Farklı sodyum adsorbsiyon oranı değerlerine sahip sulama sularının bazı toprak özelliklerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3), 1729-1736.
- Tok, S., & Temizel, K. E. (2022). Effects of irrigation water in different salinity on yield and quality parameters of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) plant. *Gesunde Pflanzen*, 74(1), 9-16.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E. I., Arı, N., & Özkan, C. F. (2013). Determination of irrigation water qualities of Bilecik-Osmaneli district. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 49-55.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E. I., & Arı, N. (2018). Determination of the qualities of irrigation waters used in Antalya-Finike orange orchards. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(2), 169-173. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.354826>
- Postel, S. L., Daily, C. D., & Erlich, P. R. (1996). Human appropriation of renewable fresh water science. Vol. 271. No. 5250. Issue 9. American Association for the Advancement of Science. s. 785-799.
- USSL, (1954). *Diagnoses and improvement of saline and alkali soils*. (Ed.: L.A. Richards). United State Salinity Laboratory Staff, USDA\_SCS, Agric. Handbook no. 60, Washington D.C., 160s.
- Yerkin, D., & Temizel, K. E. (2018). The effects of sodic water applications at different levels on the leaf area and leaf area estimation of bean plants. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(3), 70-75.
- Zengin, M., Karakaplan, S., & Ersoy, İ. (2008). Determination of irrigation water quality of Lake Beyşehir and other water sources used in irrigation of Çumra Plain. *Asian Journal of Chemistry*, 20, 694-704.



## The Effect of High Molecular Weight Glutenin Subunit Encoded by *Glu-B1k* Allele on Bread-Making Quality of Near-Isogenic Lines of Bread Wheat\*

*Glu-B1k* Alleli Tarafından Kodlanan Yüksek Moleküler Ağırlıklı Glutenin Alt Biriminin Ekmeklik Buğday Yakın İzogenik Hatlarının Ekmek Yapım Kalitesine Etkisi

Betül Altınsoy<sup>1</sup> , Nevzat Aydın<sup>2</sup> , Yaşar Karaduman<sup>3</sup> 

Received: 05.05.2023

Accepted: 14.09.2023

Published: 20.12.2023

**Abstract:** In this study, the effect of the 22 glutenin subunit encoded by the *Glu-B1k* allele on the chromosome B on the quality of wheat was investigated. Nevzatbey and a genotype of *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* were used as parents and produced the near-isogenic lines (NILs) in the generation of BC<sub>4</sub>F<sub>3</sub>. Plant morphological traits and protein content, sedimentation volume, lactic acid solvent retention capacity (SRC), and glutenin swelling index (GSI) of the NILs were determined. The mean protein content of the NILs carrying 22 glutenin subunit was higher than that of the NILs carrying the 7+9 glutenin subunit (20.4% and 16.2%, respectively). In contrast, the NILs with 22 glutenin subunit had a lower sedimentation volume than those of the NILs with 7+9 glutenin subunits. The 22 glutenin subunit decreased the sedimentation volume from 19.47 to 13.49 mL. The average GSI value of the NILs carrying 7+9 glutenin subunits was higher than that of the NILs carrying 22 glutenin subunit (3.05 and 2.92). In conclusion, in this study we were able to detect a quality difference between NILs with 22 and 7+9 glutenin subunits in a small amount of samples. These findings suggest that glutenin subunit 22 may be associated with low gluten strength.

**Keywords:** High molecular weight glutenin subunit, bread wheat technological quality, gluten quality, *Glu-B1* locus, *Glu-B1k* allele

&

**Öz:** Bu çalışmada, B kromozomu üzerindeki *Glu-B1k* aleli tarafından kodlanan 22 glutenin alt biriminin buğday kalitesine etkisi araştırılmıştır. Nevzatbey ve *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*'a ait bir genotip ebeveyn olarak kullanılmış ve BC<sub>4</sub>F<sub>3</sub> generasyonunda yakın izogenik hatlar (NIL'ler) elde edilmiştir. NIL'lerin bitki morfolojik özellikleri, protein oranı, sedimantasyon hacmi, laktik asit solvent tutma kapasitesi (STK) ve glutenin şişme indeksi (GSI) değerleri belirlenmiştir. 22 glutenin alt birimini taşıyan NIL'lerin ortalama protein oranı, 7+9 glutenin alt birimini taşıyan NIL'lerden daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla %20.4 ve %16.2). Buna karşılık, 22 glutenin alt birimine sahip NIL'ler, 7+9 glutenin alt birimine sahip NIL'lerden daha düşük bir sedimantasyon hacmine sahip olmuştur. 22 glutenin alt birimi, sedimantasyon hacmini 19.47'den 13.49 mL'ye düşürmüştür. 7+9 glutenin alt birimi taşıyan NIL'lerin ortalama GSI değeri, 22 glutenin alt birimi taşıyan NIL'lerden (3.05 ve 2.92) daha yüksek olmuştur. Sonuç olarak, bu çalışmada az miktarda numunede 22 ve 7+9 glutenin alt birimine sahip NIL'ler arasında bir kalite farkının olduğu belirlendi. Bu bulgular, 22 glutenin alt biriminin düşük gluten kücü ile ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek molekül ağırlıklı glutenin altbirimleri, ekmeklik buğday teknolojik kalitesi, gluten kalitesi, *Glu-B1* lokusu, *Glu-B1k* alleli

**Cite as:** Altınsoy, B., Aydın, N., & Karaduman, Y. (2023). The effect of high molecular weight glutenin subunit encoded by *Glu-B1k* allele on bread-making quality of near-isogenic lines of bread wheat. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 9(3), 416-435 doi: 10.24180/ijaws.1293214

**Plagiarism/Ethic:** This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Betül Altınsoy, Karamanoğlu Mehmetbey University, Department of Bioengineering, sidrebetulaltinsoy@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Dr. Nevzat Aydın, Karamanoğlu Mehmetbey University, Department of Bioengineering, nevzat.aydin@kmu.edu.tr

<sup>3</sup> Assoc. Prof. Dr. Yaşar Karaduman, Eskişehir Osmangazi University, Department of Food Engineering, yasar.karaduman@ogu.edu.tr (Corresponding author)

\* This study was produced from Betül Altınsoy's thesis titled "The Effect of Near Isogenic Lines of the High Molecular Weight Glutenin Subunit Encoded by the *Glu-B1K* Allele on Breadmaking Quality", completed at Karamanoğlu Mehmetbey University, Institute of Science and Technology, Department of Bioengineering.



## INTRODUCTION

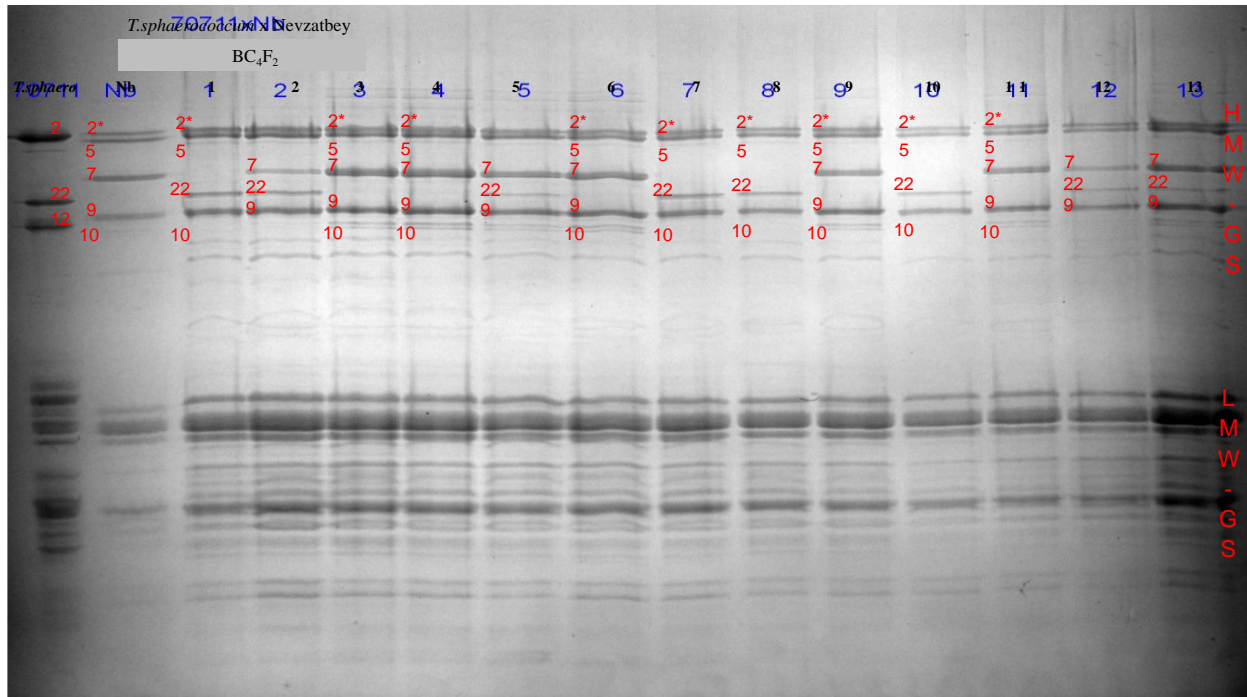
Gluten is the most important quality parameter of wheat flour (Perten et al., 1992) and the main component responsible for the viscoelastic properties of dough with its elasticity and extensibility (Pena, 2002). It is a storage protein of wheat endosperm, consists of monomeric gliadin and polymeric glutenin subunits (Alvarez and Guzmán, 2019; Li et al., 2020). Glutenin, which determines the quality of the wheat to turn into the final product, is a type of protein consisting of many polypeptide chains combined with disulfide bonds (Day, 2011). Reduction of interchain bonds with reducing agents results in the formation of high- and low-molecular-weight glutenin subunits (HMW-GS and LMW-GS) (Payne, 1987). A hundred genes encode gluten proteins in wheat (Asri et al., 2021). The genes encoding HMW-GS are located in the long arm of chromosome 1 (1AL, 1BL, and 1DL) of three different chromosome sets of bread wheat (Branlard et al., 2001). HMW-GS is encoded by the genes *Glu-A1*, *Glu-B1*, and *Glu-D1* at the Glu-1 locus located on the long arms of homologous chromosome 1 (Shewry and Halford, 2002). Significant allelic variations in HMW-GS combinations in wheat are responsible for 70% of genetic variation in dough characteristics (Payne et al., 1987). Among these genes, the cysteine codon in the 1Dx5 gene plays an important role in the formation of gluten's physicochemical properties. It has been shown that the 1Ax2 and 1Bx7 genes do not have additional cysteine codons and therefore have fewer disulfide bonds that increase the elasticity and viscosity of dough gluten (Wanous et al., 2003). Peng et al. (2015) stated that dough quality may vary depending on the molecular weight of different subunits and the number of cysteine groups. Many studies have been conducted to determine how high-molecular-weight subunits affect the quality of various product groups. One of the most important classifications revealed as a result of these studies is that wheat with the subunit combination of Dx5+Dy10, which is encoded by the genes on the D chromosome, is ideal for bread making with its strong gluten (Lei et al., 2006), whereas with the subunit combination of Dx2+Dy12, the ones with weak gluten properties are suitable for use in soft wheat products (Karaduman et al., 2022). However, the chromosome B has the largest genetic variation in HMW-GS-encoding genes and has an important place in the genotypic development of quality traits in wheat and the introduction of new gene sources into breeding programs. Several reports have shown that the allele at the *Glu-B1* is also important in determining dough strength (Lei et al., 2006). Nakamura, (2000) reported that the incidence of the *GluB1k* allele in 405 wheat cultivars used in a study investigating allelic diversity in HMW-GS in Chinese and Japanese bread wheat cultivars is very rare., also the cultivars with the allele were reported to be Chinese wheats. In the study, it was predicted that transferring the genes encoding this subunit to wheat cultivars lacking subunit 22 may lead to greater genetic diversity In another study by Filip (2018) bread quality was scored according to the combinations of HMW-GS in the A, B, and D chromosomes of 28 cultivated wheat cultivars. Mostly, the association of 7+9 subunits in the *Glu-B1* locus with subunits in other loci is included. Subunit 22 in the *Glu-B1* locus with 5+10 in the D chromosome and 1 subunit in the A chromosome is found in the Mydlniczanka and Udyczanka Czerwona varieties. These two wheats had 8 points according to the scoring system that says bread quality varies between 1 and 10, and in the evaluation made due to the variability of HMW-GS in the *Glu-B1* locus it was determined that 22 subunits negatively affected gluten quality.

In recent years, Sharma et al., (2020) a study conducted on how the protein composition of the wheat grain affects the quality of the final product. Among the cultivars tested in their study, six alleles at the *Glu-B1* locus were examined. They shown when alleles were evaluated separately; it was determined that subunit 22 is one of the four alleles that negatively affect gluten quality. However, in the same study by same researcher, the effect of different combinations of subunits in *Glu-A1*, *Glu-B1*, and *Glu-D1* on bread formation was scored according to the *Glu-1* scoring system, and when 22 subunits were carried together with the 5+10 subunit in the *Glu-D1* locus, it was scored as eight, also their study, the effect of the HMW-GS 22 encoded by the *Glu-B1k* allele on the B chromosome on the quality of wheat was investigated. Up to now, the limited number of studies on this subject in the literature has made the subject worth studying. Therefore, we here investigate subunit 22, encoded by the *Glu-B1k* allele, is found in the cultivated wild wheat species *Triticum aestivum* L. *subsp. sphaerococcum*. It was transferred to the Nevzatbey bread wheat cultivar and developed the NILs carrying 22 and 7+9 glutenin subunits in the BC<sub>4</sub>F<sub>2:3</sub> generation.

## MATERIAL AND METHOD

### Materials

*Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* species and the Nevzatbey bread wheat variety were used to develop the NILs. The wild wheat species *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* has N, 22, 2+12 HMW-GS, and the Nevzatbey cv. contains 2\*, 7+9, 5+10 subunits. The NILs in the BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub> generation were obtained using the marker-assisted backcrossing method and the recurrent parent was Nevzatbey cv. As a biochemical marker-assisted selection, we used Sodium Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE) (Figure 1) modified from Payne et al. (1980). The gels contained 8.7% gradual separation gel and 3% loading gel. Five wheat kernels randomly selected from the spike of each genotype were crushed in a mortar. The extraction solution was prepared to extract the glutenin proteins. For this purpose, 1 mL of distilled water, 0.40 mL of extract stock solution, and 0.07 mL of ME (mercaptoethanol, 5%) were used. One mL of this solution was added to each sample. The samples were vortexed for 30 s with 15-min intervals for 2 h. At the end of this period, the samples were placed in a boiling water bath with 85 °C–90 °C for three to 4 min. The samples were centrifuged at 12.000 rpm for 6–7 min before loading to the gel. Glutenin proteins were loaded into each well as 5 µL. Special glasses of 16 × 18 cm dimensions were used for electrophoresis (Max II and Bio-Rad Power PAC 3000). Electrophoresis was carried out for two gels at 60 mA and 15 °C for about 5 h. Gel imaging was performed using the “Kodak GL 200” gel documentation device. The plants were grown in the greenhouse under speed breeding conditions. Of the 72 plants used in the analysis, 25 of them carry the glutenin subunits 2\*, 22, 5+10, and 47 of them carry 2\*, 7+9, 5+10.



**Figure 1.** HMW-GS of the near-isogenic lines (NILs) in the BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub>:3 generation obtained using the marker-assisted backcrossing method.

Şekil 1. Marköre dayalı geri melezleme metodu ile elde edilen BC<sub>4</sub>F<sub>2</sub>:3 generasyonundaki yakın izojenik hatların (NIL'ler) YMA glutenin altbirimleri.

### Obtaining Parents and Hybrid Seeds

The parent seeds used in the study and the seeds of *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum*, Nevzatbey cv., and the NILs carrying glutenin subunits 7+9 and 22 were germinated in a few steps. The seeds were kept in an incubator for two days with the addition of an appropriate amount of water in glass petri dishes with filter paper. After germination, it was vernalized in a refrigerator at 4 °C for a month in order

to meet the vernalization need. The seeds that completed the vernalization period were planted in 3- to 3.5-liter pots. From the BC<sub>4</sub>F<sub>2:3</sub> plants obtained before the study, forty-seven plants with 7+9 subunits, twenty five plants with 22 subunits, and their parents were planted. These plants were grown up in the greenhouse conditions and agronomical practices (irrigation, fertilization, spraying, etc.) were applied. Klassman TS1 peat (Germany) was used to grow the plants. The leaves of the plants were sprayed with 1% of calcium nitrate once a week. We harvested and threshed the material by hand. The temperature of the greenhouse was kept between 25 and 28 °C during the day and between 15 and 18 °C at night. Halogen lamps with 400 watts of power remained on from 17:00 p.m. to 2:00 a.m. Agronomic characteristics such as plant height, spike length, number of grains per spike, and grain weight were measured (Figure 2).



**Figure 2.** Producing of the near-isogenic lines (NILs) in the generation of BC<sub>4</sub>F<sub>3</sub> in the speed breeding condition in the greenhouse.

*Şekil 2. Serada hızlı ıslah koşullarında BC<sub>4</sub>F<sub>3</sub> generasyonunda yakın izojenik çizgilerin (NIL'ler) eldesi.*

### **Technological Quality Traits**

Since it is an early-generation material, developed under greenhouse conditions and providing preliminary information before going to the field, only small-scale quality tests could be performed on the material with a smaller sample amount. A laboratory type mill (Perten Lab Mill 3100, PerkinElmer Inc., USA), equipped with a 0.5 mm sieve, was used to mill whole wheat flours. Grain protein, ash, moisture, and L value were determined using Perten Inframatic 9500 (Perten Instruments). The instrument was calibrated according to AACC methods 46-19.01, 08-21.01, and 44-01.01 (AACC, 2010) for protein content, ash content, and moisture content, and Hunterlab colorimeter results for L value. The modified macro SDS sedimentation (MSDS) test (AACC Method 56-70) was performed according to Sayaslan et al. (2006). According to this method, two grams of the grinded samples were weighed and

transferred to sedimentation tubes with a volume of 100 mL. After adding 20.0 mL of water containing 0.0004% (w/v) bromophenol blue to each of the tubes, the tubes were shaken manually for 15 s and in a sedimentation device for 225 s. Then, 20.0 mL of a 2.5% (w/v) SDS solution was added to the tubes and shaken in the sedimentation device for 6 min. At the last stage, 10.0 mL of a 0.47% (v/v) lactic acid solution was added to the tubes and shaken for 6 min in the sedimentation device. It was kept on a flat surface for 20 min, and the sedimentation volumes were read. The glutenin swelling index was determined according to the method developed by Wang and Kovacs (2002). First, the isopropanol-lactic acid solution was prepared (AACC 56–60). 45 mL of the 25% lactic acid solution prepared for this was taken, and the volume was completed to 250 mL after adding 50 mL of isopropanol. Approximately 40 mg of flour was weighed into a 2 mL centrifuge tube, and 0.8 mL of distilled water was added and vortexed for 5 s. It was kept in a thermomixer at 1400 rpm for 10 min at 25 °C. 0.4 mL of isopropanol-lactic acid solution was added and vortexed again for 5 s. It was kept in the thermomixer at 1400 rpm for 10 min at 25 °C and centrifuged at 100 g for 5 min. Then, after the solution was poured and the top of the tube was wiped with a paper towel, it was weighed. Lactic acid solvent retention capacity (SRC) test was made according to Guzman et al. (2015). 5% lactic acid (v/v) was used in the study. Accordingly, 0.3 g flour was weighed into a 2 mL centrifuge tube, and 1.5 mL of lactic acid was added to it. After homogeneous mixing in the vortex, it was quickly placed in the thermomixer and kept at 1400 rpm at 25 °C for 5 min. The tube contents were then centrifuged at 400 g for 2 min. After the solvent content was poured, it was kept at room temperature at a 45 degree angle for 10 min, the upper part of the tubes was wiped with a paper towel, and the tube and residue were weighed.

#### Statistical Analysis

The basic statistics such as mean, standard error of the mean, coefficient of variation (CV), minimum and maximum were first determined for all parameters. Then, analysis of variance (ANOVA) was performed according to the Augmented Experimental Design (Patterson and Hunter, 1983). A student t-test (LSD) was used to compare the means when the ANOVA F-test indicated a significant effect of the treatments ( $p < 0.05$ ). For all statistical analyses, the JMP 12.0.1 statistical program were used (JMP, 2013).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Plant, Spike, and Grain Traits of the NILs

Some morphological traits of the NILs were given in Table 1. It was determined that the difference between plant height, spike length, number of grains per spike, and grain weight per spike between the lines in the BC<sub>4</sub>F<sub>2:3</sub> generation was statistically significant ( $p < 0.01$ ). According to the data obtained, the plant height values of the genotypes in the population varied between 53.93 and 83.40 cm in the greenhouse. The 39 of these genotypes in the population have higher plant heights above the average plant height of the NILs included in the trial. In this study, the plant height of 46 genotypes and Nevzatbey cv. was between 70 and 83 cm (Supplementary Table 1). Short-bread wheat varieties are more resistant to lodging. The fact that the wild wheat species used as a parent in the study is a dwarf wheat may be effective in shortening the stature of some NILs. It was observed that the difference between the average plant heights of the lines carrying the 22 and 7+9 subunits encoded by the *Glu-B1* locus in the study was statistically insignificant. Longer spike length in cereals may cause more grain and, therefore, an increase in grain yield during the grain filling period. In the study, the maximum spike length was 9.23 cm and the minimum was 4.57 cm (Table 1). Approximately 50% of the genotypes in the population and the Nevzatbey cv. had spike lengths above the average (Supplementary Table 2). The short and compact structure of the wild-type spikes used in the development of NILs may be effective in observing a wide variation in spike length. No statistically significant difference was observed between the spike length values of the NILs carrying different HMW-GS. In the BC<sub>4</sub>F<sub>2:3</sub> plants included in the study, the average number of grains in the NILs carrying the 7+9 glutenin subunit was higher than that of the NILs carrying the 22 subunits (30.5 and 22.5, respectively), and this difference was statistically significant ( $p < 0.01$ ) (Supplementary Table 3). The fact that a wide phenotypic variation was observed in the number of grains per spike of the NILs. According to the average values of the lines, the grain weight in the spike

varied between 0.3 and 2.04 g. The compact grain structure of the wild-type parent could cause a significant phenotypic variation in terms of grain weight (Supplementary Table 4). As a result of the comparison of the NILs used in the study with the 22 and 7+9 gluten subunits for the grain weight in the spike, we determined the grain weights of the NILs carrying the 7+9 subunit were statistically higher than those of the NILs carrying the 22 glutenin subunit.

**Table 1.** Some plant morphological characteristics of the NILs.

Çizelge 1. NIL'lerin bazı bitki morfolojik özellikleri.

Some plant morphological characteristics of the NILs									
	Average		Maximum		Minimum		CV (%)		
Plant height (cm)	71.57	± 3.54	83.40	± 5.25	53.93	± 2.47	9.58		**
Spike length (cm)	7.42	± 0.35	9.23	± 0.53	4.57	± 0.25	9.37		**
Number of grains per spike	27.83	± 3.30	49.72	± 4.89	8.08	± 2.30	23.97		**
Grain weight per spike (g)	1.05	± 0.31	2.04	± 0.19	0.31	± 0.09	24.13		**
Means of some plant morphological characteristics of the NILs carrying different HMW-GS									
	Subunit 22			Subunit 7+9					
Plant height (cm)	72.82	± 0.75	72.14	± 0.61	0.74				n.s.
Spike length (cm)	7.35	± 0.07	7.52	± 0.05	12.67				n.s.
Number of grains per spike	22.50	± 0.90b	30.50	± 0.70a	41.2				**
Grain weight per spike (g)	0.88	± 0.03b	1.14	± 0.02a	36.50				**

Means with the same the letters are statistically not significant; \*\*: Significant at  $p < 0.01$  level; \*: Significant at  $p < 0.05$  level; n.s: not significant.

### Technological Quality Properties

Findings about quality parameters of the BC<sub>4</sub>F<sub>2:3</sub> generation of Nevzatbey x *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* and the NILs carrying different HMW-GS are given in Table 2.

#### Protein content

Protein content is an important quality criterion in determining the baking quality and bread volume of bread as well as its nutritional value (Guzman et al., 2022). The difference between the protein contents of the NILs was significant ( $p < 0.01$ ). The values for the average protein content of the NILs in the BC<sub>4</sub>F<sub>2:3</sub> generation are given in Supplementary Table 5. The average protein content of the NILs and parents used in the study was 17.67% (d.m.). The protein content of 68% of the NILs carrying the 22 subunits was above average. When the parents were examined, *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* had a protein content of 23.15% (d.m.), and Nevzatbey cv. had 11.85% (d.m.). There were 17 lines with a protein content above 23.15 %. The fact that *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* had a high protein content was due to its compact structure and small size. In many wild species, the small and compact structure of the grains could cause a relative increase in the protein content. The material in the NILs had the potential to be used as a source population to increase the protein ratio in breeding programs. The difference between the protein contents of the NILs carrying different HMW-GS was significant ( $p < 0.01$ ). The average protein content of the NILs carrying 22 subunits was higher than that of the NILs carrying the 7+9 subunit (20.4% and 16.2%, respectively), and this result was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ).

#### Ash Content and L (Brightness) Value

The values for the average ash content and L value of the NILs were given in Supplementary Tables 6 and 7. The difference both in the ash content and L values of the NILs was statistically significant ( $p < 0.01$ ). The ash content of all genotypes analyzed in the study was above 1.00%. Grinding the samples to be analyzed as whole wheat flour caused high ash contents. The difference between the ash contents and L values of the NILs carrying different HMW-GS was significant ( $p < 0.01$ ). Accordingly, the average ash content of the NILs carrying the 22 glutenin subunit was higher than that of the NILs carrying the 7+9 subunit. The average L color value of the NILs carrying 7+9 subunits was higher than the average L color

value of the NILs carrying 22 subunits. Due to the higher ash content of the lines carrying the 22 subunits, the L color value was also low in these lines.

**Table 2.** Some quality analysis results of the NILs.

*Çizelge 2. NIL'lerin bazı kalite analiz sonuçları.*

Quality characteristics of the NILs						
	Average	Maximum	Minimum	CV	Significance	
Protein content (%)	17.67 ± 0.32	25.40 ± 0.32	10.10 ± 0.32	2.55	**	
Moisture content (%)	10.50 ± 0.02	11.20 ± 0.02	9.95 ± 0.02	0.26	**	
Ash content (%)	1.35 ± 0.02	1.65 ± 0.02	1.20 ± 0.02	1.62	**	
L (brightness)	84.97 ± 0.09	86.15 ± 0.09	82.75 ± 0.09	0.15	**	
Means of quality characteristics of the NILs carrying different HMW-GS						
	Subunit 22		Subunit 7+9			
Protein content (%)	20.4 ± 0.07a	16.2 ± 0.05b	28.15	**		
Moisture content (%)	10.50 ± 0.03	10.49 ± 0.02	6.76	n.s.		
Ash content (%)	1.40 ± 0.01a	1.32 ± 0.09b	6.76	**		
L (brightness)	84.44 ± 0.03b	85.23 ± 0.02a	36.50	**		

Means with the same the letters are statistically not significant; \*\*: Significant at  $p < 0.01$  level; \*: Significant at  $p < 0.05$  level; n.s.: not significant.

### Gluten Quality Properties

Findings about gluten quality parameters of the BC<sub>4</sub>F<sub>2.3</sub> generation of Nevzatbey x *Triticum aestivum* L. *subsp. sphaerococcum* and the NILs carrying different HMW-GS are given in Table 3.

### Sedimentation Volume

It was determined that the difference between the sedimentation volumes of the wheat genotypes grown under fully controlled greenhouse conditions was statistically significant ( $p < 0.01$ ). The sedimentation volumes of the NILs used in the study ranged from 8.5 to 24.5 mL. Nevzatbey cv. had the highest sedimentation value, and the wild-type parent had the lowest value. The NILs 34 and 30 with high sedimentation volumes followed Nevzatbey cv. (Supplementary Table 8). The NILs showed variation between the sedimentation values of the parents. This result shows the effect of target genes encoding gluten subunits, 22 and 7+9. Determining the differences between the sedimentation values of the NILs grown in the greenhouse is important in terms of obtaining preliminary information about the quality characteristics of the NILs before the field tests. Sedimentation volume plays an important role in determining gluten quality. A high value indicates that gluten holds water well and that breads made from flours with a high sedimentation value have a high volume (Guzman et al., 2016a,b). We determined that the difference between the sedimentation volume values of the NILs carrying 22 and 7+9 glutenin subunits was significant ( $p < 0.01$ ). The NILs carrying 22 glutenin subunits had a lower sedimentation volume than those of the NILs carrying 7+9 glutenin subunits. We found that 22 glutenin subunits decreased the sedimentation volume. Considering that the genotypic effects on protein quality are higher, it is important to obtain these results in the form of a preliminary screening under greenhouse conditions.

### Glutenin Swelling Index, GSI

The glutenin swelling test is an important test for rapid assessment of end product quality in wheat (Labuschagne et al., 2021). The glutenin swelling index (GSI) method determines the swelling power of gluten to predict dough quality characteristics and end-use quality, especially those related to dough strength and baking properties. As in the sedimentation volume, the differences between the GSI values of the NILs were found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ). The GSI values of the NILs ranged from 2.68 to 3.83. Nevzatbey cv. has a GSI value of 3.18, while the wild-type parent used as a parent has a GSI value of 2.95. A wide variation was observed between the values (Supplementary Table 9). The difference

between the GSI values of the NILs and those carrying different HMW-GS was found to be significant at the level of 1%, and the average GSI value of the NILs carrying 7+9 glutenin subunits was higher than that of the NILs carrying 22 glutenin subunits (3.05 and 2.92, respectively). The GSI test, in which very small amounts of samples are used, is especially important for the pre-evaluation of materials grown in greenhouses.

#### Lactic Acid Solvent Retention Capacity (SRC)

The solvent retention capacity (SRC) test, which is used to predict the commercial bakery performance of soft wheat (*Triticum aestivum* L.) flours, provides information about whether the viscosity is due to protein properties (Kweon et al., 2011; Karaduman, 2020). The difference in lactic acid SRC values between the NILs was found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ). The lactic acid SRC values of the genotypes varied between 83.26% and 118.28%. SRC values of the parents, Nevzatbey cv. and the genotype from *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum*, were 104.76 and 95.33%, respectively. SRC values below 85% are defined as "weak" and those above 105% or 110% as "strong" gluten. Accordingly, two of the NILs (lines 8 and 37) were lower than 85% (weak), and six of them had a value greater than 105% (strong) (Supplementary Table 10). It was determined that the difference between the lactic acid SRC values of the NILs carrying 22 and 7+9 glutenin subunits was not statistically significant.

**Table 3.** Gluten quality properties of the NILs.

Çizelge 3. NIL'lerin gluten kalite özellikleri.

Gluten quality characteristics of the NILs						
	Average	Maximum	Minimum	CV	Significance	
Sedimentation volume (mL)	17.43 ± 0.28	24.50 ± 0.28	8.50 ± 0.28	2.30	**	
Glutenin swelling index (GSI)	3.01 ± 0.04	3.83 ± 0.04	2.68 ± 0.04	0.26	**	
Lactic acid SRC (%)	97.20 ± 0.74	118.28 ± 0.74	83.26 ± 0.74	1.08	**	
Means of gluten quality characteristics of the NILs carrying different HMW-GS						
	<i>Glu-B1</i> , Subunit 22		<i>Glu-B1</i> , Subunit 7+9			
Sedimentation volume (mL)	13.49	± 0.43b	19.47	± 0.31a	17.76	**
Glutenin swelling index (GSI)	2.92	± 0.03b	3.05	± 0.02a	7.71	**
Lactic acid SRC (%)	95.95	± 0.8	97.84	± 0.6	6.08	n.s.

Means with the same the letters are statistically not significant; \*\*: Significant at  $p < 0.01$  level; \*: Significant at  $p < 0.05$  level; n.s.: not significant.

#### CONCLUSION

The fact that the quality analyses were carried out in small sample amounts on the plant samples grown in the greenhouse is important in terms of the rapid evaluation of the breeding material before it is released into field conditions and the evaluation of the results of the backcross breeding programs. According to results of this study, it was found that the 22 glutenin subunit may be associated with weak gluten strength. With this study, its effectiveness on gluten quality was investigated under greenhouse conditions using a small sample amount. In addition, the results obtained showed that some NILs showed superior characteristics to parents and would be useful for developing new varieties in breeding studies. *Triticum aestivum* L. subsp. *sphaerococcum* could be used as genetic source material in wheat breeding programs for quality and plant morphological traits.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

#### DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Betül Altınsoy, Nevzat Aydın and Yaşar Karaduman designed the study, participated in experiment, and drafted the manuscript

## ACKNOWLEDGMENT

This study was a master's thesis conducted in the Department of Bioengineering at Karamanoglu Mehmetbey University.

## REFERENCES

- AACC (2010). *Approved Methods of Analysis, eleventh ed.* AACC, St. Paul, MN.
- Alvarez, J. B., & Guzmán, C. (2019). Recovery of wheat heritage for traditional food: Genetic variation for high molecular weight glutenin subunits in neglected/underutilized wheat. *Agronomy*, 9(11), 755. <https://doi.org/10.3390/agronomy9110755>
- Asri, N., Rostami-Nejad, M., Anderson, R. P., & Rostami, K. (2021). The gluten gene: unlocking the understanding of gluten sensitivity and intolerance. *The Application Of Clinical Genetics*, 14, 37. DOI: 10.2147/TACG.S276596
- Branlard, G., Dardevet, M., Saccomano, R., Lagoutte, F., & Gourdon, J. (2001). Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica*, 119(1), 59-67. <https://doi.org/10.1023/A:1017586220359>
- Day, L. (2011). *Wheat gluten: production, properties and application*. In Handbook of food proteins (pp. 267-288). Woodhead Publishing
- Filip, E. (2018). Composition of high molecular weight glutenin subunits in polish common wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Food Quality*, Article ID 2473420. <https://doi.org/10.1155/2018/2473420>
- Guzman, C., Posadas-Romano, G., Hernandez-Espinosa, A., Morales-Dorantes, A., & Peña, R. J. (2015). A new standard water absorption criteria based on solvent retention capacity (SRC) to determine dough mixing properties, viscoelasticity, and bread-making quality. *Journal of Cereal Science*, 66, 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.10.009>
- Guzman, C., Peña, R. J., Singh, R., Autrique, E., Dreisigacker, S., Crossa, J., Rutkoski, J., Poland, J., & Battenfield, S. (2016a). Wheat quality improvement at CIMMYT and the use of genomic selection on it. *Applied & Translational Genomics*, 11, 3-8. <https://doi.org/10.1016/j.atg.2016.10.004>
- Guzman, C., Mondal, S., Govindan, V., Autrique, J. E., Posadas-Romano, G., Cervantes, F., Crossa, J., Vargas, M., Singh, R. V., & Peña, R. J. (2016b). Use of rapid tests to predict quality traits of CIMMYT bread wheat genotypes grown under different environments. *LWT-Food Science and Technology*, 69, 327-333. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.068>
- Guzman, C., Crossa, J., Mondal, S., Govindan, V., Huerta, J., Crespo-Herrera, L., Vargas, M. P., Singh, R., & Ibba, M. I. (2022). Effects of glutenins (*Glu-1* and *Glu-3*) allelic variation on dough properties and bread-making quality of CIMMYT bread wheat breeding lines. *Field Crops Research*, 284, 108585. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108585>
- JMP. 2013. 13.0.0. Scintilla - Copyright (C) 1998-2014 by Neil Hodgson;neilh@scintilla. Org SAS Institute. JMP 13.0 users guide. Cary, NC: Release SAS Institute Inc.
- Karaduman, Y. (2020). Assessing gluten strength with a new small-scale LASRC method useful for soft wheat breeding programs. *Cereal Chemistry*, 97 (2), 196-204. <https://doi.org/10.1002/cche.10235>
- Karaduman, Y., Yeşildağ, Z. S., & Akın, A. (2022). Evaluating selection efficacy of high molecular weight glutenin subunits (HMWGs) by relating gluten quality parameters. *LWT-Food Science and Technology*, 155, 112949. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112949>
- Kweon, M., Slade, L., & Levine, H. (2011). Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: Principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes and in wheat breeding – a Review., *Cereal Chemistry*, 88, 537-552. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-07-11-0092>
- Labuschagne, M., Guzmán, C., Phakela, K., Wentzel, B., & van Biljon, A. (2021). Solvent Retention Capacity and Gluten Protein Composition of Durum Wheat Flour as Influenced by Drought and Heat Stress. *Plants*, 10, 1000. <https://doi.org/10.3390/plants10051000>
- Lei, Z. S., Gale, K. R., He, Z. H., Gianibelli, C., Larroque, O., Xia, X. C., Butow, B. J., & Ma, W. (2006). Y-type gene specific markers for enhanced discrimination of high-molecular weight glutenin alleles at the *Glu-B1* locus in hexaploid wheat. *Journal of Cereal Science*, 43(1), 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.08.003>
- Li, Y., Fu, J., Shen, Q., & Yang, D. (2020). High-molecular-weight glutenin subunits: Genetics, structures, and relation to end use qualities. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1), 184. <https://doi.org/10.3390/ijms22010184>
- Nakamura, H. (2000). Allelic variation at high-molecular-weight glutenin subunit loci, *Glu-A1*, *Glu-B1* and *Glu-D1*, in Japanese and Chinese hexaploid wheats. *Euphytica*, 112(2), 187-193. <https://doi.org/10.1023/A:1003888116674>
- Patterson, H. D., & Hunter, E. A. (1983). The efficiency of incomplete block designs in National List and Recommended List cereal variety trials. *The Journal of Agricultural Science*, 101(2), 427-433. <https://doi.org/10.1017/S002185960003776X>



- Payne, P. I., Law, C. N., & Mudd, E. E. (1980). Control by homoeologous group 1 chromosomes of the high-molecular-weight subunits of glutenin, a major protein of wheat endosperm. *Theoretical and Applied Genetics*, 58, 113–120. <https://doi.org/10.1007/BF00263101>
- Payne, P. I., Nightingale, M. A., Krattiger, A. F., & Holt, L. M. (1987). The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 40(1), 51-65. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740400108>
- Pena, R. J. (2002). *Wheat for bread and other foods. Bread wheat improvement and production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 483-542
- Peng, Y., Yu, K., Zhang, Y., Islam, S., Sun, D., & Ma, W. (2015). Two novel y-type high molecular weight glutenin genes in Chinese wheat landraces of the Yangtze-River region. *PLoS One*, 10(11), e0142348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142348>
- Perten, H., Bondesson, K., & Mjorndal, A. (1992). Gluten index variations in commercial Swedish wheat samples. *Cereal Foods World*, 37, 655-660.
- Sayaslan, A., Seib, P. A., & Chung, O. K. (2006). Wet-milling properties of waxy wheat flours by two laboratory methods. *Journal of Food Engineering*, 72(2), 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.033>
- Sharma, A., Garg, S., Sheikh, I., Vyas, P., & Dhaliwal, H. S. (2020). Effect of wheat grain protein composition on end-use quality. *Journal of Food Science and Technology*, 57(8), 2771-2785. 10.1007/s13197-019-04222-6
- Shewry, P. R., & Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53(370), 947-958. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.370.947>
- Wang, C., Kovacs, & M. I. P. (2002). Swelling index of glutenin test. II. Application in prediction of dough properties and end-use quality. *Cereal Chemistry*, 79(2), 190-196. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2002.79.2.190>
- Wanous, M., Munkvold, J., Kruse, J., Brachman, E., Klawiter, M., & Fuehrer, K. (2003). Identification of chromosome arms influencing expression of the HMW glutenins in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(2), 213-220. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1098-7>

**Supplementary Table 1.** Plant heights (cm) of the NILs.

*Ek Tablo 1. NIL'lerin bitki boyları (cm).*

GN	ADAVE	AVE	SE (±)	GN	ADAVE	AVE	SE (±)
1	73.60	72.00	4.42	41	74.74	73.14	3.20
2	69.26	67.67	4.42	42	72.60	71.00	3.37
3	69.80	68.20	3.61	43	79.60	78.00	3.61
5	76.88	75.29	3.20	44	72.02	70.43	3.20
6	55.93	54.33	4.42	45	74.20	72.60	3.61
7	53.93	52.33	4.42	46	67.40	65.80	3.61
8	70.20	68.60	3.61	47	76.76	75.17	3.37
9	70.80	69.20	2.85	48	64.26	62.67	4.42
10	81.41	79.82	2.77	49	73.65	75.25	3.06
11	68.17	66.57	3.20	50	69.40	71.00	5.25
12	68.60	67.00	3.61	51	69.40	71.00	3.93
13	65.88	64.29	3.20	52	59.07	60.67	4.42
14	69.69	71.29	3.20	53	67.20	68.80	3.61
15	70.40	72.00	3.93	54	70.20	71.80	3.61
16	64.65	66.25	3.06	55	81.07	82.67	3.37
17	74.69	76.29	2.60	56	73.55	75.14	3.20
18	83.40	85.00	2.85	57	79.15	80.75	3.93
19	73.15	74.75	3.93	58	76.40	78.00	3.20
20	77.74	79.33	2.95	59	78.07	79.67	3.37
21	72.57	74.17	3.37	60	81.74	83.33	3.37
22	77.59	79.18	2.77	61	77.40	79.00	3.20
23	78.07	79.67	2.71	62	76.49	78.08	2.71
24	77.40	79.00	3.37	63	78.15	79.75	3.93
25	66.20	67.80	3.61	64	76.29	77.89	2.95
26	57.10	55.50	3.93	65	69.65	71.25	3.93
27	58.60	57.00	3.20	66	76.24	77.83	3.37
28	68.43	66.83	3.37	67	79.40	81.00	3.93
29	66.00	64.40	3.61	68	75.90	77.50	3.93
30	71.60	70.00	4.42	69	76.40	78.00	2.95
31	71.60	70.00	3.61	70	78.00	79.60	3.61
32	83.40	81.80	3.61	71	72.90	74.50	3.93
33	70.85	69.25	3.93	72	69.65	71.25	3.93
34	69.35	67.75	3.93	TA	60.06	60.29	2.65
35	59.85	58.25	3.93	NB	74.75	74.75	2.47
36	65.10	63.50	3.93	General Average	71.57	71.59	3.54
37	64.80	63.20	3.61	Maximum	83.40	85.00	5.25
38	66.85	65.25	3.93	Minimum	53.93	52.33	2.47
39	74.93	73.33	3.37	CV%		9.58	
40	64.10	62.50	3.93				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean AVE: arithmetic mean. SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. *subsp.* *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

**Supplementary Table 2.** Spike lengths (cm) of the NILs.

Ek Çizelge 2. NIL'lerin başak uzunlukları (cm).

GN	ADAVE	AVE	SE (±)	GN	ADAVE	AVE	SE (±)
1	8.06	8.00	0.44	41	7.63	7.57	0.32
2	7.90	7.83	0.44	42	7.31	7.25	0.34
3	8.26	8.20	0.36	43	7.76	7.70	0.36
5	8.49	8.43	0.32	44	7.21	7.14	0.32
6	9.23	9.17	0.44	45	7.26	7.20	0.36
7	7.40	7.33	0.44	46	7.26	7.20	0.36
8	7.36	7.30	0.36	47	7.40	7.33	0.34
9	7.56	7.50	0.29	48	6.40	6.33	0.44
10	8.70	8.64	0.28	49	7.06	7.13	0.31
11	6.63	6.57	0.32	50	7.19	7.25	0.53
12	5.86	5.80	0.36	51	7.31	7.38	0.39
13	7.28	7.21	0.32	52	7.10	7.17	0.44
14	6.11	6.17	0.32	53	7.14	7.20	0.36
15	6.94	7.00	0.39	54	7.34	7.40	0.36
16	6.69	6.75	0.31	55	7.69	7.75	0.34
17	7.26	7.32	0.26	56	7.94	8.00	0.32
18	7.89	7.95	0.29	57	8.44	8.50	0.39
19	8.19	8.25	0.39	58	7.58	7.64	0.32
20	7.22	7.28	0.30	59	7.19	7.25	0.34
21	7.10	7.17	0.34	60	7.60	7.67	0.34
22	7.44	7.50	0.28	61	7.87	7.93	0.32
23	7.90	7.96	0.27	62	8.19	8.25	0.27
24	7.44	7.50	0.34	63	7.69	7.75	0.39
25	6.84	6.90	0.36	64	8.38	8.44	0.30
26	7.44	7.38	0.39	65	6.81	6.88	0.39
27	8.78	8.71	0.32	66	7.27	7.33	0.34
28	7.73	7.67	0.34	67	7.44	7.50	0.39
29	7.46	7.40	0.36	68	6.81	6.88	0.39
30	7.73	7.67	0.44	69	7.38	7.44	0.30
31	7.26	7.20	0.36	70	7.54	7.60	0.36
32	7.26	7.20	0.36	71	7.31	7.38	0.39
33	7.19	7.13	0.39	72	7.44	7.50	0.39
34	8.06	8.00	0.39	TA	4.56	4.57	0.27
35	7.44	7.38	0.39	NB	7.56	7.56	0.25
36	7.31	7.25	0.39	General Average	7.42	7.42	0.35
37	6.66	6.60	0.36	Maximum	9.23	9.17	0.53
38	7.19	7.13	0.39	Minimum	4.56	4.57	0.25
39	7.81	7.75	0.34	CV (%)		9.37	
40	6.44	6.38	0.39				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean AVE: arithmetic mean. SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

**Supplementary Table 3.** Number of grains per spike of the NILs.

*Ek Çizelge 3. NIL'lerin başak başına tane sayısı.*

GN	ADAVE	AVE	SE (±)	GN	ADAVE	AVE	SE (±)
1	48.72	46.00	4.11	41	34.72	32.00	2.98
2	44.39	41.67	4.11	42	42.72	40.00	3.14
3	46.32	43.60	3.36	43	43.92	41.20	3.36
5	36.29	33.57	2.98	44	27.29	24.57	2.98
6	44.05	41.33	4.11	45	24.52	21.80	3.36
7	40.05	37.33	4.11	46	36.52	33.80	3.36
8	26.12	23.40	3.36	47	30.72	28.00	3.14
9	12.62	9.90	2.66	48	35.05	32.33	4.11
10	34.45	31.73	2.58	49	37.15	39.88	2.85
11	18.86	16.14	2.98	50	34.28	37.00	4.89
12	12.72	10.00	3.36	51	28.78	31.50	3.66
13	13.58	10.86	2.98	52	27.61	30.33	4.11
14	10.14	12.86	2.98	53	27.08	29.80	3.36
15	12.28	15.00	3.66	54	30.08	32.80	3.36
16	8.78	11.50	2.85	55	20.28	23.00	3.14
17	22.35	25.07	2.42	56	24.14	26.86	2.98
18	24.78	27.50	2.66	57	15.03	17.75	3.66
19	12.78	15.50	3.66	58	19.85	22.57	2.98
20	14.72	17.44	2.74	59	19.95	22.67	3.14
21	11.28	14.00	3.14	60	24.45	27.17	3.14
22	22.92	25.64	2.58	61	21.71	24.43	2.98
23	21.36	24.08	2.52	62	29.61	32.33	2.52
24	18.28	21.00	3.14	63	14.03	16.75	3.66
25	8.08	10.80	3.36	64	23.72	26.44	2.74
26	36.72	34.00	3.66	65	21.78	24.50	3.66
27	49.72	47.00	2.98	66	10.95	13.67	3.14
28	42.05	39.33	3.14	67	16.53	19.25	3.66
29	41.92	39.20	3.36	68	11.28	14.00	3.66
30	44.72	42.00	4.11	69	15.83	18.56	2.74
31	39.32	36.60	3.36	70	17.48	20.20	3.36
32	39.92	37.20	3.36	71	13.28	16.00	3.66
33	40.72	38.00	3.66	72	10.03	12.75	3.66
34	43.47	40.75	3.66	TA	28.18	28.57	2.47
35	38.72	36.00	3.66	NB	48.63	48.63	2.30
36	37.47	34.75	3.66	General Average	27.83	27.88	3.30
37	32.72	30.00	3.36	Maximum	49.72	48.63	4.89
38	38.22	35.50	3.66	Minimum	8.08	9.90	2.30
39	45.05	42.33	3.14	CV (%)		23.97	
40	27.97	25.25	3.66				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, AVE: arithmetic mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. *subsp.* *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

**Supplementary Table 4.** Grain weight in the spike of the NILs.

Ek Çizelge 4. NIL'lerin başaktaki tane ağırlığı.

GN	ADAVE	AVE	SE (±)	GN	ADAVE	AVE	SE (±)
1	2.04	1.89	0.16	41	1.38	1.22	0.11
2	1.15	1.00	0.16	42	1.53	1.38	0.12
3	1.53	1.38	0.13	43	1.57	1.41	0.13
5	1.34	1.18	0.11	44	1.33	1.17	0.11
6	1.53	1.38	0.16	45	1.01	0.85	0.13
7	1.57	1.41	0.16	46	1.25	1.09	0.13
8	1.18	1.02	0.13	47	1.54	1.38	0.12
9	0.61	0.45	0.10	48	1.33	1.18	0.16
10	1.32	1.17	0.10	49	1.22	1.38	0.11
11	0.87	0.71	0.11	50	1.06	1.22	0.19
12	0.61	0.45	0.13	51	1.05	1.21	0.14
13	0.61	0.45	0.11	52	0.96	1.12	0.16
14	0.40	0.56	0.11	53	1.06	1.22	0.13
15	0.43	0.59	0.14	54	1.14	1.30	0.13
16	0.48	0.64	0.11	55	0.73	0.89	0.12
17	0.83	0.99	0.09	56	0.97	1.13	0.11
18	1.00	1.15	0.10	57	0.62	0.78	0.14
19	0.50	0.66	0.14	58	0.88	1.04	0.11
20	0.62	0.78	0.11	59	0.52	0.68	0.12
21	0.48	0.63	0.12	60	0.62	0.77	0.12
22	0.85	1.01	0.10	61	0.66	0.82	0.11
23	0.89	1.05	0.10	62	0.94	1.10	0.10
24	0.74	0.90	0.12	63	0.56	0.72	0.14
25	0.31	0.47	0.13	64	0.88	1.03	0.11
26	1.17	1.01	0.14	65	0.77	0.93	0.14
27	1.77	1.61	0.11	66	0.49	0.65	0.12
28	1.55	1.39	0.12	67	0.66	0.82	0.14
29	1.44	1.29	0.13	68	0.46	0.62	0.14
30	1.90	1.74	0.16	69	0.69	0.85	0.11
31	1.70	1.55	0.13	70	0.69	0.85	0.13
32	1.53	1.37	0.13	71	0.56	0.72	0.14
33	1.43	1.27	0.14	72	0.36	0.52	0.14
34	1.62	1.46	0.14	TA	0.90	0.92	0.10
35	1.51	1.35	0.14	NB	1.94	1.94	0.09
36	1.43	1.28	0.14	General Average	1.05	1.06	0.13
37	1.22	1.06	0.13	Maximum	2.04	1.94	0.19
38	1.52	1.37	0.14	Minimum	0.31	0.45	0.09
39	1.73	1.57	0.12	CV (%)		24.13	
40	1.24	1.08	0.14				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, AVE: arithmetic mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

**Supplementary Table 5.** Grain protein contents (d.m.) of the NILs.

*Ek Çizelge 5. NIL'lerin tane protein içerikleri (k.m.).*

GN	ADAVE	SE (±)	GN	SE (±)
1	13.35		41	14.75
2	12.40		42	12.00
3	10.35		43	12.25
5	13.90		44	15.10
6	14.65		45	14.50
7	14.60		46	11.25
8	23.45		47	14.05
9	24.75		48	11.05
10	19.15		49	10.80
11	23.15		50	10.10
12	23.10		51	13.50
13	24.40		52	13.00
14	24.00		53	12.45
15	22.65		54	13.40
16	22.70		55	21.95
17	20.50		56	21.90
18	19.80		57	25.40
19	24.80		58	17.05
20	22.95		59	24.95
21	24.50		60	22.00
22	20.65		61	23.20
23	19.65		62	20.30
24	23.00		63	23.25
25	24.40		64	21.30
26	12.85		65	23.20
27	13.75		66	24.05
28	11.85		67	21.85
29	11.65		68	22.80
30	13.90	±0.32	69	23.45
31	12.55		70	22.65
32	11.40		71	23.50
33	11.50		72	24.90
34	12.65		TA	23.15
35	12.60		NB	11.85
36	11.05		General Average	17.67
37	11.00		Maximum	25.40
38	11.90		Minimum	10.10
39	11.05		CV (%)	2.55
40	12.20			

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation. d.m.: dry matter base.

**Supplementary Table 6.** Ash contents (d.m.) of the NILs.

Ek Tablo 6. NIL'lerin kül içerikleri (k.m.).

GN	ADAVE	SE	GN	ADAVE	SE
1	1.30	±0.02	41	1.32	
2	1.34		42	1.27	
3	1.36		43	1.26	
5	1.32		44	1.27	
6	1.38		45	1.27	
7	1.29		46	1.28	
8	1.48		47	1.21	
9	1.55		48	1.22	
10	1.34		49	1.20	
11	1.37		50	1.22	
12	1.41		51	1.25	±0.02
13	1.59		52	1.24	
14	1.50		53	1.26	
15	1.40		54	1.22	
16	1.33		55	1.42	
17	1.38		56	1.34	
18	1.32		57	1.49	
19	1.50		58	1.35	
20	1.38		59	1.51	
21	1.65		60	1.51	
22	1.33		61	1.48	
23	1.35		62	1.40	
24	1.36		63	1.44	
25	1.44		64	1.40	
26	1.46		65	1.42	
27	1.44		66	1.38	
28	1.34		67	1.35	
29	1.34		68	1.43	
30	1.30		69	1.39	
31	1.27		70	1.34	
32	1.24		71	1.38	
33	1.29		72	1.47	
34	1.27		TA	1.43	
35	1.32		NB	1.28	
36	1.26		General Average	1.35	0.02
37	1.25		Maximum	1.65	0.02
38	1.27		Minimum	1.20	0.02
39	1.26		CV%	1.62	
40	1.21				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation, d.m.: dry matter bases.

**Supplementary Table 7.** L value of the NILs.

Ek Çizelge 7. NIL'lerin L değeri.

GN	ADAVE	(±) SE	GN	ADAVE	(±) SE
1	85.55		41	85.30	
2	85.45		42	85.75	
3	85.20		43	85.65	
5	85.35		44	85.50	
6	85.10		45	85.35	
7	85.40		46	85.60	
8	83.90		47	85.85	
9	83.70		48	85.95	
10	84.90		49	86.15	
11	84.45		50	86.10	
12	84.40		51	85.65	
13	83.25		52	85.70	
14	83.70		53	85.65	
15	84.50		54	85.65	
16	84.50		55	84.60	
17	84.30		56	84.60	
18	84.30		57	84.05	
19	84.15		58	84.80	
20	84.40		59	84.30	
21	82.75		60	84.25	
22	84.45		61	84.45	
23	84.20		62	84.55	
24	84.35		63	84.40	
25	84.15	±0.09	64	84.70	±0.09
26	84.90		65	84.55	
27	85.05		66	84.50	
28	85.45		67	84.95	
29	85.55		68	84.65	
30	85.60		69	84.65	
31	85.70		70	84.85	
32	85.80		71	84.75	
33	85.65		72	84.35	
34	85.75		TA	84.80	
35	85.40	±0.09	NB	85.45	
36	85.85		General Average	84.97	0.09
37	85.85		Maximum	86.15	0.09
38	85.75		Minimum	82.75	0.09
39	85.80		CV (%)		0.15
40	85.90				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.



**Supplementary Table 8.** Sedimentation volume of the NILs (ml).

Ek Çizelge 8. NIL'lerin sedimantasyon hacmi (ml).

GN	ADAVE	(±) SE	GN	ADAVE	(±) SE
1	17.25	±0.28	41	23.25	
2	18.25		42	23.25	
3	16.75		43	20.25	
5	18.25		44	20.50	
6	22.25		45	20.50	
7	19.75		46	19.75	
8	10.25		47	19.25	
9	10.25		48	19.25	
10	19.25		49	20.00	
11	10.25		50	17.25	
12	10.25		51	19.25	±0.28
13	14.00		52	19.25	
14	12.00		53	19.00	
15	12.75		54	22.00	
16	12.25		55	17.50	
17	17.25		56	18.75	
18	12.00		57	14.25	
19	9.25		58	16.75	
20	14.25		59	18.00	
21	9.50		60	18.25	
22	12.25		61	17.75	
23	10.50		62	20.00	
24	11.50		63	16.50	
25	8.50		64	18.75	
26	23.25		65	17.25	
27	22.25		66	15.75	
28	22.25		67	15.25	
29	22.25		68	14.00	
30	23.50		69	17.50	
31	22.00		70	16.25	
32	20.25		71	17.00	
33	21.00		72	18.75	
34	24.00		TA	8.50	
35	20.75		NB	24.50	
36	20.00		General Average	17.43	0.28
37	18.50		Maximum	24.50	0.28
38	19.50		Minimum	8.50	0.28
39	20.00		CV (%)		2.30
40	20.00				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

Supplementary Table 9. GSI value of the NILs.

Ek Çizelge 9. NIL'lerin GSI değeri.

GN	ADAVE	(±) SE	GN	ADAVE	(±) SE
1	2.98		41	3.83	
2	3.04		42	3.50	
3	3.22		43	3.46	
5	3.10		44	3.20	
6	3.51		45	3.27	
7	3.45		46	3.21	
8	2.74		47	2.88	
9	2.79		48	2.93	
10	3.01		49	2.89	
11	2.68		50	2.93	
12	2.70		51	3.05	
13	3.04		52	3.39	
14	2.82		53	2.95	
15	2.79		54	3.32	
16	2.71		55	2.89	
17	2.92		56	2.88	
18	2.78		57	2.94	
19	2.80		58	2.78	
20	2.72		59	2.98	
21	2.93		60	2.87	
22	3.41		61	3.07	
23	2.76		62	3.16	
24	2.76	±0.04	63	2.91	±0.04
25	2.70		64	2.98	
26	3.33		65	2.94	
27	3.32		66	2.95	
28	3.16		67	2.75	
29	3.10		68	2.83	
30	3.14		69	2.88	
31	2.95		70	2.78	
32	2.95		71	2.82	
33	3.17		72	3.11	
34	3.20		TA	2.95	
35	3.25		NB	3.18	
36	2.76	±0.04	General Average	3.01	0.04
37	2.80		Maximum	3.83	0.04
38	3.04		Minimum	2.68	0.04
39	2.95		CV (%)		1.73
40	2.95				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

**Supplementary Table 10.** Lactic acid SRC value of the NILs.

Ek Çizelge 10. NIL'lerin laktik asit SRC değeri.

GN	ADAVE	SE	GN	ADMEAN	SE
1	97.27	±0.74	41	108.33	
2	100.89		42	100.89	
3	104.62		43	95.57	
5	98.14		44	98.13	
6	118.28		45	99.24	
7	106.37		46	98.68	
8	83.26		47	97.70	
9	90.76		48	92.86	
10	92.83		49	90.44	
11	89.64		50	88.52	
12	93.15		51	97.73	
13	97.98		52	103.46	
14	92.93		53	95.41	±0.74
15	92.57		54	103.04	
16	92.50		55	100.95	
17	102.25		56	105.97	
18	95.61		57	101.02	
19	89.72		58	96.11	
20	93.61		59	110.39	
21	88.44		60	92.71	
22	97.02		61	100.52	
23	94.90		62	97.52	
24	98.00		63	93.06	
25	92.93		64	95.81	
26	105.27		65	96.03	
27	99.48		66	97.08	
28	98.53		67	93.16	
29	98.12		68	93.21	
30	99.21		69	103.88	
31	96.60		70	104.74	
32	95.11		71	101.13	
33	99.22		72	98.79	
34	100.58		TA	95.33	
35	100.41		NB	104.76	
36	91.31		General Average	97.20	0.74
37	84.58		Maximum	118.28	0.74
38	87.99		Minimum	83.26	0.74
39	91.40		CV (%)		1.08
40	92.22				

GN: Genotype, ADAVE: Adjusted mean, SE: Standart error, NB: Nevzatbey, TA: *Triticum aestivum* L. subsp. *Sphaerococcum*, CV: Coefficient of Variation.

Şerbetçi Otu (*Humulus lupulus* L.) Silaj Verimi ve Kalitesi\*Silage Yield and Quality of Hop (*Humulus lupulus* L.)Zübeyde Kaymaz<sup>1</sup> , Erdem Gülümser<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 20.06.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 01.08.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Şerbetçi otu (*Humulus lupulus* L.) önemli miktarda polifenol, ham protein ve ham kül içerir ve hayvanlar tarafından kolayca sindirilebilir. Bu özelliklerinden dolayı hayvan yanında hayvansal ürünlerin verim ve kalitesine katkı sağlar. Ayrıca şerbetçi otu içermiş olduğu fenolik bileşiklerin sayesinde silajda fermentasyonu teşvik eder ve silaja aromatik bir tat vererek silajın lezzetliliğini artırır. Şerbetçiotu Ağustos-Eylül ayları içerisinde hasat edilmektedir. Hasat edilen bitkinin kozası bira yapımında değerlendirilirken, geri kalan kısımları ise genellikle atılmaktadır. Bu çalışmada, şerbetçi otunun silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada iki çeşit şerbetçi otunun (Brewers Gold ve Aroma) beş farklı yaş grubu (3, 5, 10, 15 ve 20) incelenmiştir. Bitki örnekleri 4 tekrür olarak 2 kg'lık vakumlu poşetlere sıkıştırılıp, ağzları hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Silajlar, 25±2 °C'de laboratuvar koşullarında 45 gün süreyle fermentasyona bırakılmıştır. Örneklerin silaj verimi, kuru madde oranı, pH, fleig puanı, organik asitler (laktik, asetik, oksalik, suksinik, sitrik asit), suda çözünbilir karbonhidrat, ham protein, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum, fosfor, kalsiyum ve magnezium içerikleri incelenmiştir. En yüksek silaj verimi 1.73 t da<sup>-1</sup> ile Aroma çeşidinin 5 yaş grubunda belirlenmiştir. Silajların ham protein oranı %15.10-20.11 arasında değişmiştir. En yüksek fleig puanı her iki çeşidin 5 (sırasıyla 96.64 ve 92.27) ve 20 (sırasıyla 91.42 ve 93.87) yaş gruplarında belirlenmiştir. En yüksek laktik asit içeriği %4.10 ile Brewers Gold çeşidinin 5 yaş grubunda tespit edilmiştir. Silajların besin içerikleri hayvan besleme açısından seviyede olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, şerbetçi otunun farklı çeşit ve yaşlarından elde edilen silajlarının incelenen özellikler bakımından silo materyali olarak değerlendirilebileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Şerbetçi otu, çeşit, yaş, silaj verimi, silaj kalitesi

&amp;

**Abstract:** Hop (*Humulus lupulus* L.) contains significant amounts of polyphenols, crude protein, and crude ash, and highly digestible. It contributes to animal health, yield, and quality due to these due to the phenolic compounds. In addition, thanks to the phenolic compounds it contains, hops promote fermentation in silage and increase the palatability of the silage by giving it an aromatic taste. Hop is harvested between August-September. The cone of the harvested plant is used for brewing, while the rest is usually discarded. In this study, it was aimed to determine the silage yield and quality of hops. Five different age groups (3, 5, 10, 15, and 20) of two types of hops (Brewers Gold and Aroma) were examined in the study. The cone of the harvested plant is used for brewing, while the rest is usually discarded. Then, harvested plants were chopped to size 2 cm, and ensiled in 2 kg plastic jars. The samples were taken fermentation at 25±2 °C during the 45 days. In this study, silage yield, dry matter ratio, pH value, fleig score, organic acids (lactic acid, acetic, oxalic, succinic and citric acid), water soluble carbohydrates, crude protein ratio, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, potassium, phosphorus, calcium, and magnesium contents of silages were determined. The highest silage yield was determined at 1.73 t da<sup>-1</sup> with in the 5 age group of Aroma variety. The crude protein ratio ranged between 15.10-20.11%. The highest fleig score was determined in the age groups of 5 (96.64 and 92.27, respectively) and 20 (91.42 and 93.87, respectively) of both cultivars. The highest lactic acid content of 4.10% was determined in the 5 age group of the Brewers Gold variety. The nutritional content of the silages was sufficient in terms of animal nutrition. As a result, it has been determined that silages obtained from different varieties and ages of hops can be evaluated as silo material in terms of the investigated traits examined.

**Keywords:** Hop, variety, age, silage yield, silage quality

**Atıf/Cite as:** Kaymaz, Z. & Gülümser, E. (2023). Şerbetçi otunun (*Humulus lupulus* L.) silaj verimi ve kalitesi. Ulusallararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi. 9 (3), 436-447 doi: 10.24180/ijaws.1317463.

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup>Zübeyde Kaymaz, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, [zubeydekaymaz@kocaeli.bel.tr](mailto:zubeydekaymaz@kocaeli.bel.tr)

<sup>2</sup>Doç. Dr. Erdem Gülümser, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, [erdem.gulumser@bilecik.edu.tr](mailto:erdem.gulumser@bilecik.edu.tr) (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

\*Bu çalışma Zübeyde KAYMAZ'ın Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde yapılan yüksek lisans tez konusundan üretilmiştir.

## GİRİŞ

Türkiye'de son veriler hayvan varlığının 19 milyon büyükbaş hayvan birimi (BBHB) civarında olduğunu göstermektedir. Bu hayvan varlığının ihtiyacı olan yıllık kaliteli kaba yem miktarı ise 86 milyon ton, üretilen kaliteli kaba yem 31 milyon ton, açık ise 55 milyon tondur (Acar vd., 2020). Bu durum, hayvanların kaliteli kaba yem ile beslenememesinden dolayı hayvansal ürün verimliliğini ve kalitesini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Bu noktada alternatif yem kaynaklarının araştırılması ve değerlendirme yöntemlerinin irdelenmesi oldukça elzemdir. Bu potansiyele sahip bitkilerden birisi de şerbetçi otu (*Humulus lupulus L.*) olabilir.

Şerbetçi otu bitkisinin tarımı Avrupa'da geniş bir alana yayılmıştır. Türkiye'de ise bitkinin tarımı sadece Bilecik ilinin Pazaryeri ilçesinde yapılmaktadır. Ilıman ekolojilerde rahatlıkla yetişebilen şerbetçi otu, 7,5 metreye kadar uzar ve sarılması için yüksek direk ve aralarına gerilmiş tellere ihtiyaç duyar. Şerbetçi otunun sap ve yaprak gibi kullanılmayan kısımları bira üretiminde kullanılan kozalardan çok daha fazladır. Nitekim kozalar bitkinin yaklaşık olarak %20'sine tekabül ederken, kullanılmayan aksam ise %80 civarındadır. Bilecik ilinde 3200 da alandan 1860 ton şerbetçi otu kozası elde edilirken (Anonim, 2021), 7440 ton ot ise atılmaktadır.

Silaj yapmak için bitkilerin çok küçük parçalara ayrılması gerekmektedir. Bu sayede hayvanlar bitkiyi rahatça tüketebilirken, bitkinin sıkıştırma işlemi de daha kolay yapılabilir. Bitkinin silaj olarak değerlendirilmesi yeşil yem zincirinin kırıldığı kış döneminde hayvanlara taze ot imkânı da sunabilmektedir. Şerbetçi otu tarladan hasat edildikten sonra kozalarının ayrılması için fabrikaya götürülmektedir. Fabrikada kozası ayrılan bitkinin geri kalan kısımları ise koza ayırma makinesinden çok küçük parçacıklar halinde dışarı atılmaktadır. Bitkinin bu geri kalan kısımlarının silaj yapılarak saklanması kuru ota göre daha uygundur. Diğer taraftan, şerbetçi otu içermiş olduğu fenolik bileşikler sayesinde silajda fermantasyonu teşvik ederken, silaja aromatik bir tat verir ve silajın lezzetliliğini artırır (Al-Mamun vd., 2011).

Bu çalışmada alternatif bir yem kaynağı olabileceği düşünülen kozası alınmış şerbetçi otunun farklı yaş grubu ve çeşitlerinin silaj verim ve kalitesinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak şerbetçi otu (*Humulus lupulus L.*)'nun "Brewers Gold" ve "Aroma" çeşitlerinin 3, 5, 10, 15 ve 20 yaşlarına ait bitkisel materyalleri kullanılmıştır. Çiftçi şartlarında yetiştirilen bitkinin Ağustos-Eylül ayları içerisinde hasat edilmesini takiben kozadan geri kalan kısımları alınarak Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma arazisinde bulunan laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra bitki örnekleri 4 tekerrür olarak 2 kg'lık vakumlu poşetlere vakum makinesi yardımı ile sıkıştırılıp, ağzları hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Silajlar, 25±2 °C'de laboratuvar koşullarında 45 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır.

### Silaj Verimi ( $t da^{-1}$ )

Bir dekar alanda 500 adet şerbetçiotu bulunmaktadır. Buna göre, her çeşitten 5'er bitki alınmış ve ayrı ayrı tartılarak çeşitlerin yeşil ot verimleri belirlenmiştir. Hasat, silolama ve yemleme aşamalarındaki muhtemel kayıplar dikkate alınarak, yeşil ot veriminin %25 azaltılması ile silaj verimi belirlenmiştir (Anonim, 2023).

### Kuru Madde Analizi (%) ve pH

Açılan silajlardan alınan örnekler yaş olarak tartıldıktan sonra etüve konularak 105 °C derecede sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru örnek ağırlığı yaş örnek ağırlığına oranlanarak belirlenmiştir. Silajlardan elde edilen süzüklerde silaj pH'sı dijital pH metre ile belirlenmiştir. Kuru madde oranı ve pH'ları belirlenen silajların aşağıdaki formül yardımıyla Fleig puanları da belirlenmiştir (Kılıç, 1984).

$$\text{Fleig Puanı} = 220 + (2 \times \% \text{ Kuru Madde} - 15) - 40 \times \text{pH} \quad (1)$$

Fleig puanları hesaplanan silajların bu puanlara göre kalite sınıfları tespit edilmiştir. Silajlar 100 puan üzerinden 5 kalite sınıfına ayrılmıştır. Buna göre; 81-100: pekiyi, 61-80: iyi, 41-60: orta, 21-40: düşük ve 0-20: kötü olarak sınıflandırılmıştır.

#### **Organik Asit (Laktik, Asetik, Oksalik, Süksinik ve Sitrik Asit) Analizi (%)**

Fermantasyon dönemi sonrasında açılan silajlardan 20 g örnek alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender yardımı ile iyice karıştırılarak filtre kâğıdından süzölmüştür. Daha sonra organik asitler yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile (Shimadzu, Kyoto, Japonya, kılcal sütun 5µm×4.6 mm×250 mm, Japon ve 40 °C sıcaklıkta) belirlenmiştir (Başaran vd., 2018).

#### **Suda Çözünebilir Karbonhidrat Analizi (%)**

Silaj örneklerinin suda çözünebilir karbonhidrat analizi (SÇK) analizleri Dubois vd. (1956) tarafından bildirilen fenol sülfürik asit yöntemine göre belirlenmiştir. Silaj örnekleri saf su ile 1:9 oranında seyreltilmiştir. Bu örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1 mL kadar tüplere aktarılmış ve üzerine 1 mL su, 0.150 mL %80' lik fenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) ile 5 mL %98' lik sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ilave edilerek 30 saniye vorteks ile karıştırılmış ve 15 dk soğutulduktan sonra 490 nm dalga boyunda spektrofotometre (Shimadzu, UV Mini 1240, Japan) cihazında okunmuştur. Standart eğrisinin oluşturulması: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 mL glukoz solüsyonlarının her biri 1 mL su bulunan tüplere aktarılarak 2 mL' ye tamamlanmıştır. Daha sonra tüplerin içerisine 0.150 mL %80' lik fenol ile 5 mL %98' lik sülfürik asit ilave edilmiş ve 30 sn karıştırılarak tüp içerisindeki çözeltinin iyice karışması sağlanmıştır. Tüpler 15 dk soğutulduktan sonra 490 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur. Örneklerin SÇK değerleri standart eğriden, okunarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar seyreltme katsayısı (10) ile çarpılarak yem örneğinin KM miktarına oranlanmış ve silajların KM' de %SÇK içerikleri saptanmıştır.

#### **Ham Protein, Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF), Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) ve Besin Elementi Analizi (%)**

Açılan silaj örnekleri 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütölmüş ve analize hazır duruma getirilmiştir. Daha sonra bu örneklerin ham protein, ADF ve NDF, potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, NIRS) (Foss 6500) cihazı ile IC-0904FE paket programı kullanılarak belirlenmiştir.

#### **İstatistiksel Analiz**

Elde edilen sonuçlar MSTAT-C istatistik paket programı kullanılarak, Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre analiz edilmiştir. Ana parsellerde çeşit alt parsellerde ise yaş grupları yer almıştır. Farklılıkların karşılaştırmasında Duncan çoklu testi kullanılmıştır.

#### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Şerbetçi otunun silaj verimleri üzerinde yaş grupları ile çeşitlerin etkisi çok önemli (p<0.01), çeşit × yaş interaksyonu ise önemli (p<0.05) olmuştur (Çizelge 1). İkili interaksyona göre en yüksek silaj verimi 1.73 t da<sup>-1</sup> ile Aroma çeşidinin 5 yaş grubunda, en düşük ise 0.56 t da<sup>-1</sup> ile yine aynı çeşidin 20 yaş grubunda belirlenmiştir. Yaş grupları karşılaştırıldığında, 5 yaşa ait ortalama silaj verimi (1.52 t da<sup>-1</sup>) diğer yaş gruplarına göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). Bitkinin çok erken ve geç döneminde hasat edilmesi veriminde düşüşler meydana getirdiği, dolayısıyla 5 ve 10 yaş aralığında hasadın silaj verimi bakımından daha iyi olduğu görölmüştür. Aroma çeşidi (1.08 t da<sup>-1</sup>) Brewers Gold çeşidinden (0.97 t da<sup>-1</sup>) daha yüksek silaj verimine sahip olmuştur. Çeşitler arasındaki bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak eni ve boyu gibi bazı genetik özelliklerin farklı olması bu sonucun nedeni olabilir.

Şerbetçi otunun kuru madde oranı üzerinde çeşit × yaş interaksyonunun etkisi çok önemli (p<0.01), çeşitleri etkisi önemli (p<0.05), yaş gruplarının etkisi ise önemsiz olmuştur (Çizelge 2). Yaş × çeşit interaksyonuna göre silajların kuru madde oranı %26.83-34.89 arasında değişmiştir. Çeşitlerin ortalamasında Brewers Gold %33.46 ile Aroma çeşidinden (%28.61) daha yüksek kuru madde içermiştir (Çizelge 2). Kaliteli bir silaj için kuru madde oranının %25-40 arasında olması gerekmektedir. Silajın kuru madde içeriği %40'tan daha fazla

ise yüksek selüloz ve hemiselüloz anlamına gelmektedir ve yemin lezzetliliği azalır. Diğer taraftan silaj %25'ten düşük kuru madde içeriyorsa silajın karbonhidrat içeriği düşer. (Panyasak ve Tumwasorn, 2013; Öztürk vd., 2022). Düşük kuru madde içeriği silajın fermantasyonu sırasında fazla su açığa çıkmasına dolayısıyla da çok fazla besin elementi kaybına neden olur. Ayrıca yine düşük kuru madde fermentasyonu sağlayan bakteri faaliyetini engeller ve silajın kalitesi bozulur (Panyasak ve Tumwasorn, 2013). Çalışmada şerbetçi otuna ait silajların hepsi istenen seviyelerde kuru madde içermiştir (Çizelge 2). Öztürk vd. (2020) şerbetçi otu silajının kuru madde oranını %27.33 olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Şerbetçi otu silajlarının silaj verimleri.

Table 1. Silage yields of hop silages.

Yaş grupları	Silaj verimi (t da <sup>-1</sup> )*		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	1.13 cd*	1.05 cde	1.08 B
5	1.31 bc	1.73 a	1.52 A
10	0.79 efg	1.46 b	1.13 B
15	0.78 efg	0.60 fg	0.69 C
20	0.86 def	0.56 g	0.71 C
<b>Ortalama**</b>	<b>0.97 B</b>	<b>1.08 A</b>	

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

**Çizelge 2.** Şerbetçi otu silajlarının kuru madde oranları.

Table 2. Dry matter ratio of hops silages.

Yaş grupları	Kuru madde oranı (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama
3	33.51 ab	26.83 d	30.17
5	34.89 a	28.97 cd	31.93
10	32.20 abc	28.60 cd	30.40
15	32.01 abc	30.28 bcd	31.15
20	34.68 a	28.37 cd	31.53
<b>Ortalama*</b>	<b>33.46 A</b>	<b>28.61 B</b>	

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

**Çizelge 3.** Şerbetçi otu silajlarının pH değerleri.

Table 3. pH values of hops silages.

Yaş grupları	pH**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	4.69 bc	5.03 a	4.86 A
5	4.45 d	4.27 e	4.36 B
10	4.95 a	4.98 a	4.97 A
15	4.75 bc	4.85 ab	4.80 A
20	4.57 cd	4.20 e	4.39 B
<b>Ortalama</b>	<b>4.68</b>	<b>4.66</b>	

\*\* : p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otu silajlarının pH değerleri üzerinde yaş ve çeşit × yaş interaksyonun etkisi çok önemli (p<0.01) çeşitlerin ise önemsiz olmuştur (Çizelge 3). Silajların pH değerleri 4.20-5.03 arasında değişmiştir. Yaş gruplarının ortalama değerlerine göre; 5 yaş grubu 4.36 değeri ile diğer yaş gruplarından daha düşük pH içermiştir (Çizelge 3). Silo içi fermantasyon düzeyinin belirlenmesinde pH önemli bir kriterdir. Silajın pH değerinin belirlenmesi silajın yeterince ekşiyip ekşimeceğini belirlemek adına önem teşkil eder. Buna göre, silajın kalitesini düşüren ve clostridia olarak adlandırılan sporların çoğalmaması ve silaj içerisinde istenilen

bir asit olan laktik asit bakterilerinin aktivasyonu için silajın pH'sının 3.7-4.8 arasında olması istenir (Filya, 2001). Çalışmada Brewers Gold çeşidinin 5, 15 ve 20 ile Aroma çeşidinin 5 ve 20 yaş grupları bu seviyelerin arasında olmuştur (Çizelge 3). Öztürk vd. (2020) şerbetçi otu ile mısır ve yemlik soya karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada yalın şerbetçi otu silajının pH değerinin 4.70 olduğunu bildirmişlerdir.

Şerbetçi otunun fleig puanları üzerinde yaş gruplarının etkisi ile çeşit × yaş interaksiyonun çok önemli ( $p<0.01$ ), çeşitleri etkisi ise önemli ( $p<0.05$ ), olmuştur (Çizelge 4). Yaş × çeşit interaksiyonuna göre en yüksek fleig puanı her iki çeşidin 5 (sırasıyla 96.64 ve 92.27) ve 20 (sırasıyla 91.42 ve 93.87) yaş gruplarında belirlenmiştir. En düşük ise Aroma çeşidinin 3 yaş grubunda (57.33) olmuştur. Yaş ortalamalarında 5 yaş grubu, çeşit ortalamalarında ise Brewers Gold çeşidi daha yüksek fleig puanı sergilemiştir. Bu durum işlemlerin silaj için uygun olan kuru madde oranı ve pH içermesinin sonucudur. Nitekim fleig puanı silajların pH ve kuru madde içeriğinden yararlanılarak hesaplanmaktadır. Kalite sınıfları ile fleig puanı arasında yüksek bir korelasyon bulunmaktadır. Buna göre silajlarda fleig puanı yüksek olması arzulanır. Kılıç (1984)'a göre şerbetçi otu silajları orta ile pekiyi kalite sınıfları arasında olmuştur.

**Çizelge 4.** Şerbetçi otu silajlarının fleig puanları.

Table 4. Fleig scores of hops silages.

Yaş grupları	Fleig Puanı**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	84.43 bc	57.33 f	70.88 B
5	96.64 a	92.27 ab	94.45 A
10	71.27 de	63.13 ef	67.20 B
15	79.15 cd	71.55 de	75.35 B
20	91.42 ab	93.87 ab	92.65 A
<b>Ortalama*</b>	<b>84.58 A</b>	<b>75.63 B</b>	

\*:  $p<0.05$ ; \*\*:  $p<0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun laktik asit içerikleri üzerinde yaş grupları ve çeşitlerin etkisi ile çeşit × yaş interaksiyonu çok önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur. (Çizelge 5). İnteraksiyona göre en yüksek laktik asit %4.10 ile Brewers Gold çeşidinin 5 yaş grubunda, en düşük ise %1.69 ile Aroma çeşidin 3 yaş grubundan elde edilmiştir. Yaş ortalamalarında 5, 10,15 ve 20 yaş grupları aynı istatistiksel grupta yer almış ve 3 yaş grubundan daha yüksek laktik asit içermiştir. Brewers Gold çeşidinin ortalama laktik asit içeriği (%2.79) Aroma çeşidinden (%2.24) daha yüksek olmuştur (Çizelge 5). Laktik asit silajda ne kadar yüksek olursa silaj kalitesini bozan mayalar, mantarlar ve aerobik bakterilerin gelişimini engellenir ve hayvanlarda süt verimi artar. Buna göre, zengin bir silajda laktik asit içeriği %2.0 ve üzerinde olması istenir (Alçıçek ve Özkan, 1996). Aroma çeşidinin 3 yaş grubu dışında tüm silajlar bu değer üzerinde (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Şerbetçi otu silajlarının laktik asit içerikleri.

Table 5. Lactic acid contents of hops silages.

Yaş grupları	Laktik asit (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	2.09 cd	1.69 d	1.89 B
5	4.10 a	2.06 cd	3.08 A
10	2.14 cd	2.47 bc	2.31 AB
15	3.13 b	2.12 cd	2.62 AB
20	2.51 bc	2.90 b	2.71 AB
<b>Ortalama**</b>	<b>2.79 A</b>	<b>2.24 B</b>	

\*\* :  $p<0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.



Şerbetçi otunun asetik asit içeriği üzerinde yaş grupları ve çeşitlerin etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu çok önemli ( $p<0.01$ ) olmuştur. İnteraksiyona göre asetik asit %0.037-0.371 arasında değişmiştir. Yaş ortalamalarında 15 ve 20 yaş grupları aynı istatistiksel grupta yer almış ve diğer yaş gruplarından daha yüksek asetik asit içermiştir. Brewers Gold çeşidinin asetik asit içeriği %0.163, Aroma çeşidinin ise %0.207 olmuştur (Çizelge 6). Asetik asit silaj sırasında fermantasyonu inhibe eder ve silajın kalitesini bozar. Ayrıca asetik asidin yüksek olması silajın hava aldığına da bir göstergesidir. Buna göre, iyi bir silaj için silajda asetik asit en fazla %0.8 olması arzu edilir (Alçıçek ve Özkan, 1996). Şerbetçi otunun tüm silajları bu değerin altında olmuştur (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Şerbetçi otu silajlarının asetik asit içerikleri.

Table 6. Acetic acid contents of hops silages.

Yaş grupları	Asetik asit (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	0.037 f	0.048 f	<b>0.042 D</b>
5	0.222 c	0.156 d	<b>0.189 BC</b>
10	0.086 ef	0.186 cd	<b>0.136 C</b>
15	0.134 e	0.371 a	<b>0.253 AB</b>
20	0.337 a	0.278 b	<b>0.308 A</b>
<b>Ortalama**</b>	<b>0.163 B</b>	<b>0.207 A</b>	

\*\* $p<0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun oksalik asetik asit içeriği üzerinde çeşitler ve yaş gruplarının etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu önemsiz olmuştur. Oksalik asit bazı makro ve mikro elementlerin (K, Mg, Ca, Zn vb) vücuda alınımını engellemekte ve hayvanların bu maddelere olan ihtiyaçlarını artırmaktadır (Davies, 1979). Yapılan çalışmalarda James ve Butcher (1972) günde %3.2 oksalatın rumene katılmasıyla koyunlarda hipokalsemi görüldüğünü belirtmişlerdir. Rolinec vd. (2018), %10'dan daha yüksek oksalik asit içeriğinin potansiyel olarak tehlikeli kabul edilebileceğini belirtirken, Panda ve Sahu (2002) günde %0.58 oksalik asit alınımının boğalar için zararsız olduğunu bildirmişlerdir. Tüm silajların oksalik asit içeriğinin düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 7). Uden (2018) silajlık mısırın oksalik asit içeriğini %0.9-1.7 arasında bulmuştur.

**Çizelge 7.** Şerbetçi otu silajlarının oksalik asit içerikleri.

Table 7. Oxalic acid contents of hops silages.

Yaş grupları	Oksalik asit (%)		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama
3	0.054	0.063	<b>0.059</b>
5	0.064	0.067	<b>0.066</b>
10	0.066	0.067	<b>0.067</b>
15	0.058	0.066	<b>0.062</b>
20	0.066	0.063	<b>0.065</b>
<b>Ortalama</b>	<b>0.061</b>	<b>0.065</b>	

Şerbetçiotunun süksinik asit içeriği üzerinde yaş grupları ve çeşitlerin etkisi %5, çeşit × yaş interaksyonu ise %1 seviyesinde önemli olmuştur. Yaş × çeşit interaksyonuna göre silajların süksinik asit içeriği %0.072-0.219 arasında olmuştur. Yaş gruplarında 3, çeşitlerde ise Brewers Gold daha düşük süksinik içeriğe sahip olmuştur (Çizelge 8). Süksinik asit silajın fermantasyonunu desteklemekte oldukça önemlidir (McDonald vd., 1991). Ayrıca süksinik asit besi hayvanlarının çeşitli hastalıklarının iyileşmesine ve vücutlarının gelişimine katkıda bulunur. Yapılan bir çalışmada silajlık mısırın süksinik asit içeriği %0.02-0.06 arasında değişmiştir (Uden, 2018). Çalışmada silajlarda belirlenen süksinik asit içerikleri söz konusu yazarın bulgularından yüksek olmuştur. Farklılıklar bitkilerden kaynaklanmış olabilir.

**Çizelge 8.** Şerbetçi otu silajlarının süksinik asit içerikleri.*Table 8. Succinic acid contents of hops silages.*

Yaş grupları	Süksinik asit (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama*
3	0.072 d	0.104 bc	<b>0.088 B</b>
5	0.103 bc	0.083 cd	<b>0.093 AB</b>
10	0.086 cd	0.117 ab	<b>0.101 AB</b>
15	0.088 cd	0.122 ab	<b>0.105 AB</b>
20	0.094 c	0.129 a	<b>0.111 A</b>
<b>Ortalama*</b>	<b>0.088 B</b>	<b>0.111 A</b>	

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun sitrik asit içeriği üzerinde çeşitlerin etkisi %5, yaş gruplarının etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu %1 seviyesinde önemli olmuştur. İkili interaksyona göre sitrik asit içeriği %0.064-0.204 arasında değişmiştir. Yaş grubu ortalamalarında en yüksek sitrik asit içeriği %0.201 ile 20 yaş grubunda belirlenmiştir. Brewers Gold çeşidinin ortalama sitrik asit değeri %0.121, Aroma çeşidinin ise %0.141 olmuştur (Çizelge 9). Kung vd. (1998) sitrik asit rumen fermantasyonunu uyarma ve hayvan performansını iyileştirme işlevine sahip olduğunu bildirmiştir.

**Çizelge 9.** Şerbetçi otu silajlarının sitrik asit içerikleri.*Table 9. Citric acid contents of hops silages.*

Yaş grupları	Sitrik asit (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	0.199 ab	0.074 e	<b>0.137 B</b>
5	0.064 e	0.186 b	<b>0.125 B</b>
10	0.071 e	0.108 d	<b>0.090 B</b>
15	0.069 e	0.142 c	<b>0.105 B</b>
20	0.204 a	0.198 ab	<b>0.201 A</b>
<b>Ortalama*</b>	<b>0.121 B</b>	<b>0.141 A</b>	

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

**Çizelge 10.** Şerbetçi otu silajlarının suda çözünebilir karbonhidrat içerikleri.*Table 10. Water-soluble carbohydrate contents of hops silages.*

Yaş grupları	Suda çözünebilir karbonhidrat (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	3.27 ab	2.77 d	<b>3.02 AB</b>
5	3.30 a	2.87 d	<b>3.08 AB</b>
10	2.97 cd	2.90 d	<b>2.93 AB</b>
15	2.87 d	2.90 d	<b>2.88 B</b>
20	3.30 a	3.10 bc	<b>3.20 A</b>
<b>Ortalama*</b>	<b>3.14 A</b>	<b>2.91 B</b>	

\*: p<0.05; \*\*: p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun farklı çeşit ve yaşlarına ait suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içerikleri Çizelge 10'da verilmiştir. Buna göre, SÇK üzerinde yaş gruplarının etkisi ve ile çeşit × yaş interaksyonu çok önemli (p<0.01), çeşitlerin etkisi ise önemli (p<0.05) olmuştur (Çizelge 10). İkili interaksyonda en yüksek SÇK Brewers Gold 3 (%3.27), 5 (%3.30) ve 20 (%3.30) yaş ile gruplarında tespit edilmiştir. Çeşitlerin ortalamasında SÇK içerikleri %2.88-3.20 arasında değişmiştir. Brewers Gold çeşidi %3.14 ile Aroma çeşidinden (%2.91) daha yüksek SÇK içermiştir (Çizelge 4.10). Sağlıklı bir fermantasyon açısından silolanacak materyallerin su ve karbonhidrat içeriklerinin silolamaya uygun olması gerekmektedir. Bu

anlamda SÇK ne kadar yüksek ise fermantasyon süresince meydana gelebilecek kuru madde kaybı da o oranda azalır ve kaliteli silaj bir elde edilir (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002; Mohd-Setapar vd., 2012). Buna göre silaj materyalinde SÇK içeriğinin en az %3 olması gerekir (Çayıroğlu vd., 2016). Çalışmada Brewers Gold çeşidinin 3 (%3.27), 5 (%3.30) ve 20 (%3.30) yaş grupları ile Aroma çeşidinin 20 (%3.10) yaş grubu istenen seviyenin üzerinde olmuştur (Çizelge 10). Durmaz (2019) kolzanın çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme ve bakla bağlama dönemlerindeki silajlarına ait ortalama SÇK içeriklerinin sırasıyla %4.75, %5.74 ve %6.00 olduğunu bildirmiştir. Söz konusu araştırmacı aynı çalışmada silaj içerisinde SÇK içeriğinin fazla olmasının silajda laktik asit bakterilerini arttırdığını, maya ve küf miktarını azalttığını dolayısıyla da silaj kalitesini olumlu etkilediğini belirtmiştir.

Şerbetçi otunun ham protein oranı üzerinde yaş gruplarının etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu çok önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Şerbetçi otu üzerinde çeşitlerin etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 11). Yaş × çeşit interaksyona göre silajların ham protein oranı %15.10-20.11 arasında değişmiştir. 15 yaşındaki şerbetçi otu silajlarının ortalama ham protein oranı diğer yaş gruplarına göre daha düşüktür (Çizelge 11). Yapılan araştırmalarda hayvanların yaşama payı ihtiyacı için ham protein oranının en az %7 olması gerekmektedir (Meen, 2001; Marshal vd., 2005). Şerbetçi otunun alternatif bir kaba yem olduğu düşünüldüğünde, ham protein oranının arzu edilen değerden hayli yüksek olduğu görülmekte olup, bu durum hem hayvan sağlığı hem de hayvan verim ve kalitesi açısından önem teşkil etmektedir. Lavrenčić vd. (2014) tarafından şerbetçi otu üzerinde yapılan çalışmada ham protein oranları çalışmamıza benzer şekilde %17.9 ile %20.9 arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 11.** Şerbetçi otu silajlarının ham protein oranları.

Table 11. Crude protein ratios of hops silages.

Yaş grupları	Ham protein oranı (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	18.89 a	19.47 a	19.18 A
5	16.73 b	20.11 a	18.42 A
10	19.21 a	19.17 a	19.19 A
15	16.84 b	15.10 c	15.97 B
20	18.90 a	16.48 b	17.69 AB
<b>Ortalama</b>	<b>18.11</b>	<b>18.06</b>	

\*\* $p < 0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

**Çizelge 12.** Şerbetçi otu silajlarının nötr deterjanda çözünmeyen lif oranları.

Table 12. Neutral detergent fiber ratios of hops silages.

Yaş grupları	Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama
3	38.05 c	38.52 c	38.29
5	38.59 c	38.50 c	38.55
10	30.62 d	53.04 a	41.83
15	38.86 c	52.23 a	45.55
20	38.00 c	42.26 b	40.13
<b>Ortalama**</b>	<b>36.82 B</b>	<b>46.51 A</b>	

\*\* $p < 0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun NDF oranları üzerinde çeşitlerin etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu çok önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Yaş grupları arasında NDF oranı bakımından istatistiksel olarak fark olmamıştır (Çizelge 12). Yaş × çeşit interaksyonuna göre NDF oranı %30.62-53.04 arasında değişmiştir. Brewers Gold çeşidinin NDF oranı (%36.82) Aroma çeşidinden (%46.51) daha düşük olmuştur (Çizelge 12). Ateş (2012) NDF oranının bitkinin hayvanlar tarafından alınabilirliğini ifade ettiğini ve yemlerdeki oranının %40 ve altında

olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada Aroma çeşidinin 10 (%53.04), 15 (%52.23) ve 20 (%42.26) yaş grupları dışında kalan işlemlerin NDF oranı bu değerlerin altında olmuştur.

ADF oranları üzerinde çeşitlerin etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu çok önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Yaş grupları arasında ise istatistiksel olarak fark olmamıştır (Çizelge 13). ADF oranı %22.34-35.38 arasında değişmiştir. Brewers Gold çeşidinin ADF oranı (%29.05) Aroma çeşidinden (%36.29) daha düşük olmuştur (Çizelge 13). Ateş (2012) ADF oranının bitkinin sindirilebilirliğini ifade ettiğini ve yemlerde %30 ve altında olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada Aroma çeşidinin 10 (%32.95) ve 15 (%35.38) yaş grupları dışında kalan işlemler bu değerlerin altında olmuştur.

**Çizelge 13.** Şerbetçi otu silajlarının asit deterjanda çözünmeyen lif oranları.

Table 13. Acid detergent fiber ratios of hops silages.

Yaş grupları	Asit deterjanda çözünmeyen lif (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama
3	25.02 cd	29.32 b	27.17
5	28.22 b	27.37 bc	27.80
10	22.34 d	32.95 a	27.65
15	23.78 d	35.38 a	29.58
20	24.82 cd	29.36 b	27.09
<b>Ortalama**</b>	<b>29.05 B</b>	<b>36.29 A</b>	

\*\* $p < 0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun K oranı üzerinde yaş gruplarının ve çeşitlerin etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu çok önemli ( $p < 0.01$ ) (Çizelge 14). İkili interaksyonda K oranı %2.450-3.342 arasında olmuştur. Yaş ortalamalarında 3 yaş gurubu %3.170 ile diğer yaş gruplarından daha yüksek K içeriğine sahip olmuştur. Aroma çeşidinin ortalama K oranı %2.978, Brewers Gold çeşidinin ise %2.720 olarak belirlenmiştir (Çizelge 14). Ruminant hayvanların sağlığı açısından K çok önemli besin elementi olup vücudun asit-baz dengesini sağlar (Başbağ vd., 2011; Gürsoy ve Macit, 2017). Kidambi vd. (1989) kaba yemlerde K içeriğinin %0.8 veya üzerinde olması gerektiğini bildirmiştir. Şerbetçi otunun farklı yaş ve çeşitlerinin K içeriği bu seviyenin üzerinde olmuştur (Çizelge 14).

**Çizelge 14.** Şerbetçi otu silajlarının potasyum oranları.

Table 14. Potassium ratios of hops silages.

Yaş grupları	Potasyum (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	2.998 b	3.342 a	<b>3.170 A</b>
5	2.783 cd	2.714 d	<b>2.748 BC</b>
10	2.726 d	2.988 b	<b>2.857 B</b>
15	2.450 d	2.890 bc	<b>2.670 C</b>
20	2.645 d	2.960 b	<b>2.803 BC</b>
<b>Ortalama**</b>	<b>2.720 B</b>	<b>2.978 A</b>	

\*\* $p < 0.01$ . Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Şerbetçi otunun fosfor (P) oranları üzerinde yaş gruplarının ve çeşitlerin etkisi ile çeşit × yaş interaksyonu önemli ( $p < 0.05$ ) olmuştur (Çizelge 15). Yaş çeşit interaksyonuna göre şerbetçi otunun P içeriği %0.339-0.459 arasında değişmiştir. Brewers Gold ise Aroma çeşidinde, 3, 5 ve 10 ve 20 yaş grupları ise 15 yaş grubuna göre daha yüksek P içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 15). P elementi hayvanların döl verimi ve kalitesi ile kemik yapısının gelişmesinde önemli rol üstlenmektedir (Dua ve Care, 1999). Kaba yemlerde hayvanların ihtiyacı için P içeriğinin %0.21 ve üzeri olması tavsiye edilmektedir (Kidambi vd., 1989). Şerbetçi otunun farklı yaş ve çeşitlerinde belirlenen P içerikleri bu istenen değerden yüksek olmuştur (Çizelge 15). Öztürk vd. (2020) şerbetçi otu silajının P içeriğinin %0.547 olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 15. Şerbetçi otu silajlarının fosfor oranları.

Table 15. Phosphorus ratios of hops silages.

Yaş grupları	Fosfor (%)*		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama*
3	0.417 bc	0.422 bc	0.421 A
5	0.401 cd	0.427 bc	0.414 A
10	0.459 a	0.380 d	0.420 A
15	0.404 cd	0.339 e	0.372 B
20	0.435 ab	0.383 d	0.409 A
<b>Ortalama*</b>	<b>0.423 A</b>	<b>0.390 B</b>	

\*: p < 0.05. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Kalsiyum (Ca) oranları üzerinde yaş gruplarının etkisi ve çeşit × yaş interaksyonu çok önemli (p<0.01), çeşitlerin etkisi ise önemli (p<0.05) olmuştur (Çizelge 16). İkili interaksyonda Ca içeriği %0.962-1.470 arasında değişmiştir. Brewers Gold, Aroma çeşidinden, 3, 5, 10 ve 20 yaş grupları ise 15 yaş grubundan daha yüksek Ca içeriği sergilemiştir (Çizelge 16). Hayvanların iskelet ve kemik dokusunun gelişmesi ile süt veriminde etkili olan Ca içeriği kaba yemlerde %0.18 ve üzerinde olması istenir (Başbağ vd., 2011; Gürsoy ve Macit, 2017). Şerbetçi otunun tüm işlemlerindeki Ca içeriği istenen seviyeden yüksek olmuştur. Öztürk vd. (2020) şerbetçi otu silajının Ca içeriğinin %1.198 olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 16. Şerbetçi otu silajlarının kalsiyum oranları.

Çizelge 16 Calcium ratios of hops silages.

Yaş grupları	Kalsiyum (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	1.230 b	1.296 b	1.263 AB
5	1.259 b	1.443 a	1.351 AB
10	1.459 a	1.427 a	1.443 A
15	1.470 a	0.962 c	1.216 B
20	1.431 a	1.035 c	1.233 AB
<b>Ortalama*</b>	<b>1.370 A</b>	<b>1.233 B</b>	

\*: p < 0.05; \*\*: p < 0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Magnezyum (Mg) oranları üzerinde yaş gruplarının etkisi ile yaş × çeşit interaksyonu çok önemli (p<0.01), çeşitlerin etkisi ise önemsiz olmuştur (Çizelge 17). Çeşit × yaş interaksyona göre Mg içeriği %0.487-0.748 arasında değişmiştir. Çeşitler ortalamasında 3, 5 ve 10 yaş grupları aynı istatistiksel grupta yer alarak, 15 ve 20 yaş gruplarından daha yüksek Mg içeriği sergilemiştir (Çizelge 17). Hayvanların iskelet ve kemik dokusunun gelişmesi ile süt veriminde etkili olan Mg içeriği kaba yemlerde %0.20 ve üzerinde olması istenir (Başbağ vd., 2011; Gürsoy ve Macit, 2017). Tüm silajların Mg içeriği istenen seviyeden yüksek olmuştur. Öztürk vd. (2020) şerbetçi otu silajının Mg içeriğinin %0.570 olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 17. Şerbetçi otu silajlarının magnezyum oranları.

Table 17. Magnesium ratios of hops silages.

Yaş grupları	Magnezyum (%)**		
	Brewers Gold	Aroma	Ortalama**
3	0.647 c	0.704 b	0.676 A
5	0.642 c	0.723 ab	0.682 A
10	0.748 a	0.651 c	0.700 A
15	0.574 d	0.487 f	0.530 B
20	0.653 c	0.536 e	0.595 B
<b>Ortalama</b>	<b>0.653</b>	<b>0.620</b>	

\*\* : p < 0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

## SONUÇ

Sonuç olarak, şerbetçi otunun farklı çeşit ve yaşlarından elde edilen silajlarının incelenen özellikler bakımından kaba yem olarak değerlendirilebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca bitkinin yaş grupları ve çeşitleri arasında verim ve kalite özellikleri bakımından farklılıklar olmuştur. Buna göre Brewers Gold ve Aroma çeşitlerinin 5 yaş grubuna ait silajlarının diğer yaş gruplarından daha üstün performans sergilediği belirlenmiş olsa da her iki çeşidin her yaş grubunda yer alan kısımlarının rahatlıkla silaj olarak değerlendirilebilmesi mümkündür.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKISI

Erdem Gülümser (EG) ve Zübeyde Kaymaz (ZK) materyali temin etmiş ve denemeyi kurmuştur. ZK EG'nin danışmanlığında ölçüm ve analizleri yaparak verileri toplamıştır. EG makaleyi yazmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 2022-02.BŞEÜ.01-02 numaralı BAP projesi ile destek sağlayan Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz. Aynı bu çalışma, Zübeyde KAYMAZ'ın Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde yapılan yüksek lisans tez konusundan üretilmiştir.

## KAYNAKLAR





- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M. & Kaymak, G. (2020, Ocak 13-17). *Türkiye'de Yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları* [Sözlü bildiri]. Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi, Türkiye.
- Alçıçek, A., & Özkan, K. (1996). Silo yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2-3), 191-198.
- Al-Mamun, M., Saito, A., & Sano, H. (2011). Effects of ensiled hop (*Humulus lupulus* L.) residues on plasma acetate turnover rate in sheep. *Animal Science Journal*, 82, 451-455. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2010.00867.x>.
- Anonim. (2021). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Greenhouse-Gas-Emissions-Statistics-1990-2019-37196>. [Erişim tarihi: 10 Haziran 2021].
- Anonim. (2023). Tüm yönleriyle silaj yapımı ve silajla besleme. <http://www.zootekni.org.tr/upload/file/silaj%20el%20kitabı.pdf>. [Erişim tarihi: 20 Temmuz 2023].
- Ateş, E. (2012). The mineral, amino acid and fiber contents and forage yield of pea (*Pisum arvense* L.), fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) and their mixtures under dry land conditions in the Western Turkey. *Romanian Agricultural Research*, 29(29), 237-244.
- Basmacıoğlu, H., & Ergül, M. (2002). Silaj Mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43(1), 12-24.
- Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., & Çopur Doğrusöz, M. (2018). Mürdümük +tahıl karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(9), 1237-1242. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i9.1237-1242.2022>.
- Başbağ, M., Çağan, E., & Sayar, M. S. (2011, Nisan 27-30). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalitesi özelliklerinin belirlenmesi* [Sözlü bildiri]. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Türkiye.
- Çayroğlu, H., Coşkun, İ., & Şahin, A. (2016). Silajın aerobik stabilitesini etkileyen faktörler ve iyileştirme stratejileri. *Almteri*, 31(B), 91-97.
- Davies, N. T. (1979). Anti-nutrient factors affecting mineral utilization. *Proceedings of the Nutrition Society*, 38, 121-128. <https://doi.org/10.1079/pns19790016>.
- Dua, K., & Care, A. D. (1999). The role of phosphate on the rates of mineral absorption from the forestomach of sheep. *The Veterinary Journal*, 157, 51-55.
- Dubois, M., Giles, K. A., Hamilton, J. K., Rebes, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>.
- Durmaz, S. (2019). Kolzanın silolanabilirlik özellikleri ve yem değerinin belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Filya, I. (2001). Silage technology. Hakan Ofset, İzmir, Turkey.
- Gürsoy E., & Macit E. (2017). Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi. *Almteri Journal of Agricultural Sciences*, 32(1), 1-9.

- James, L. F., & Butcher, J. E. (1972). Halogeton poisoning of sheep: effect of high level oxalate intake. *Journal of Animal Science*, 35, 1233-1238. <https://doi.org/10.2527/jas1972.3561233x>.
- Kılıç, A. (1984). Silo yemi. Bilgehan Basımevi, İzmir, 350.
- Kidambi, S. P., Matches, A. G., & Gricgs, T. C. (1989). Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca+Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Range Management*, 42, 316-322.
- Kung, J. R., Sheperd, A. C., Smagala, A. M., Enders, K. M., Bessett, C. A., Ranjit, N. K., & Glancey, J. L. (1998). The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. *Dairy Science*, 81, 1322-1330. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75695-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75695-4).
- Lavrenčič, A., Levart, A., Košir, I. J., & Cerena, A. (2014). Influence of two hop (*Humulus lupulus* L.) varieties on in vitro dry matter and crude protein degradability and digestibility in ruminants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1248-52. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6407>.
- Marshal, J.P., Krausman, P.R., & Bleich, V.C. (2005). Rainfall, temperature, and forage dynamics affect nutritional quality of desert mule deer forage. *Rangeland Ecology and Management*, 58(4), 360-365.
- Meen, A. (2001). Forage quality on the Arizona Strip. *Rangelands*, 23, 7-12.
- McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (1991). *Biochemistry of silage*. Chalcombe Publication.
- Mohd-Setapar, S. H., Abd-Talib, N., & Aziz, R. (2012). Review on crucial parameters of silage quality. *APCBEE Procedia*, 3, 99-103. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.053>.
- Öztürk, Y. E., Gülümser, E., Mut, H., Başaran, U., & Çopur Doğrusöz, M. (2020). Şerbetçi otunun mısır ve yemlik soya ile karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4), 440-446.
- Öztürk, Y. E., Gülümser, E., Mut, H., Başaran, U., & Çopur Doğrusöz, M. (2022). preliminary study on change of mistletoe (*Viscum album* L.) silage quality according to collection time and host tree species *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46, 104-112. <https://doi.org/10.3906/tar-2109-97>.
- Panda, N., & Sahu, B. K. (2002). Effect of dietary levels of oxalic acid on calcium and phosphorus assimilation in crossbred bulls. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 19, 215-220.
- Panyasak, A., & Tumwasorn, S. (2013). Effect of moisture content and storage time on sweet. *Walailak Journal of Science and Technology*, 12(3), 237-243. <https://doi.org/10.2004/wjst.v12i2.750>
- Rolinec, M., Rakhmetov, D., Bíro, D., & Juráček, M (2018). Nutritional value and fermentation characteristics of silage made from hybrid *Rumex patientia* L. × *Rumex tianschanicus* A.Los (Rumex OK 2) in different months during the year. *Acta Fytotechn Zootechn*, 21(3), 129-134. <https://doi.org/10.15414/afz.2018.21.03.129-134>.
- Uden, P. (2018). Plant organic acids in fresh and ensiled forage plants. *Grass Forage Science*, 73, 583-587. <https://doi.org/10.1111/gfs.12361>.



## Investigation of Glutathione S-Transferase-Alpha and Glutathione S-Transferase-Pi Expression Levels in *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami* in Terms of Living Conditions and Natural Habitat Differences in Kırıkkale Province

Kırıkkale İlinde *Spermophilus xanthoprimum* ve *Meriones tristrami*'de Glutasyon S-Transferaz-Alfa ve Glutasyon S-Transferaz-Pi Ekspresyon Düzeylerinin Yaşam Koşulları ve Doğal Habitat Farklılıkları Açısından İncelenmesi

Nahit Pamukoğlu<sup>1</sup> , Serpil Oğuztütün<sup>2</sup> , Onur Dirican<sup>3</sup> , Sezen Yılmaz Sarıaltın<sup>4</sup> 

Received: 17.06.2023

Accepted: 13.09.2023

Published: 20.12.2023

**Abstract:** Glutathione S-transferase (GST) is a multifunctional enzyme that provides homeostasis by catalyzing the first step in the formation of the end product mercapturic acid in the detoxification metabolic pathway. Being found in mammals, insects, fish, birds, annelids, molluscs, and many microorganisms, GST takes part the elimination of toxic substances taken into body by consuming food, and their transport by binding non-substrate ligands (e.g. heme and bilirubin) with GSH. In addition, it can prevent reactive electrophilic compounds from harming the body by covalent bonding similar compounds to each other. These xenobiotic acceptors affected by GST include nitrogen halogen compounds, organophosphates, and polycyclic aromatic hydrocarbons. Xenobiotics are oxygenated by this enzyme system, the next mechanism of oxygenated products is more oxygenation, and these products become more easily soluble in water. In this study, Glutathione S-Transferase was detected in the liver tissue of *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami* and its characteristic features were determined. For this purpose, the animals were anesthetized with sodium pentobarbital and their liver tissues were harvested. After necessary preparations were completed, the samples were analyzed by using immunohistochemical staining method and the expressions of GST isozymes were determined. As a result, glutathione s-transferase-alpha and glutathione s-transferase-pi expression levels were found to differ in *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami* samples obtained from different localities of Kırıkkale province. Differences in GST enzyme expression in these species indicate that both species differ in their detoxification capacity and response to xenobiotics.

**Keywords:** Glutathione S-transferase, habitat differences, immunohistochemistry, *Meriones tristrami*, *Spermophilus xanthoprimum*

&

**Öz:** Glutasyon S-transferaz (GST) çok fonksiyonlu bir enzim olup detoksifikasyon metabolik yolunda son ürün merkaptirik asit oluşumundaki ilk adımı katalize ederek homeostaz sağlar. Memeliler, böcekler, balıklar, kuşlar, annelidler, yumuşakçalar ve birçok mikroorganizmada bulunan GST, besinlerin tüketilmesiyle vücuda alınan toksik maddelerin vücuttan atılmasında ve substrat olmayan ligandlara (örn. heme ve bilirubin) bağlanarak taşınmasında görev alır. GSH. Ayrıca benzer bileşikler birbirine kovalent yolla bağlayarak reaktif elektrofilik bileşiklerin vücuda zarar vermesini engelleyebilmektedir. GST'den etkilenen bu ksenobiyotik alıcılar, nitrojen halojen bileşikler, organofosfatlar ve polisiklik aromatik hidrokarbonları içerir. Ksenobiyotikler bu enzim sistemi tarafından oksijenlenir, oksijenli ürünlerin bir sonraki mekanizması daha fazla oksijenlenme olur ve bu ürünler suda daha kolay çözünür hale gelir. Bu çalışmada *Spermophilus xanthoprimum* ve *Meriones tristrami*'nin karaciğer dokusunda Glutasyon S-Transferaz saptanmış ve karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla hayvanlara sodyum pentobarbital ile anestezi uygulandı ve karaciğer dokuları alındı. Gerekli hazırlıklar tamamlandıktan sonra örnekler immunohistokimyasal boyama yöntemi kullanılarak analiz edildi ve GST izozimlerinin ifadeleri belirlendi. Sonuç olarak, Kırıkkale ilinin farklı lokalitelerinden temin edilen *Spermophilus xanthoprimum* ve *Meriones tristrami* örneklerinde glutasyon s-transferaz alfa ve glutasyon s-transferaz-pi ifade düzeylerinin farklı olduğu bulundu. Bu türlerdeki GST enzim ekspresyon farklılıkları her iki türün detoksifikasyon kapasitesinin ve ksenobiyotiklere vereceği cevabın farklı olduğunu gösterir.

**Anahtar Kelimeler:** Glutasyon S-transferaz, habitat farklılıkları, immünohistokimya, *Meriones tristrami*, *Spermophilus xanthoprimum*

**Cite as:** Pamukoğlu, N., Oğuztütün, S., Dirican, O. and Yılmaz Sarıaltın, S. (2023). Investigation of glutathione s-transferase-alpha and glutathione s-transferase-pi expression levels in spermophilus xanthoprimum and meriones tristrami in terms of living conditions and natural habitat differences in Kırıkkale province. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 9(3), 448-459 doi: 10.24180/ijaws.1315843.

**Plagiarism/Ethic:** This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Assist. Prof. Dr. Nahit Pamukoğlu, Kırıkkale University, Department of Biology, pamukoglu2003@kku.edu.tr (Corresponding author)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Serpil Oğuztütün, Kırıkkale University, Department of Biology, soguztuzun@kku.edu.tr

<sup>3</sup> Assist. Prof. Dr. Onur Dirican, Istanbul Gelisim University, Department of Pathology Laboratory Techniques, Vocational School of Health Services, odirican@gelisim.edu.tr

<sup>4</sup> Dr. Sezen Yılmaz Sarıaltın, Ankara University, Faculty of Pharmacy, Department of Toxicology, sezen.yilmaz@ankara.edu.tr



## INTRODUCTION

Glutathione S-transferases (GSTs) are a member of the Phase-II detoxification enzyme family, which protects cellular macromolecules against reactive electrophiles by interacting electrophilic and hydrophilic compounds with glutathione (Ismail et al., 2021). Glutathione S-transferases are divided into three families: mitochondrial, cytosolic, and microsomal. GST isoenzymes are present in different amounts in various tissues (Ploemen et al., 1996). GSTs play an important role in the detoxification of electrophilic xenobiotics such as herbicides, pesticides, anticancer drugs, chemical carcinogens, and environmental pollutants. GST is found in a wide range of organisms ranging from E.coli to mammals and is examined from isolation from the liver, erythrocyte, lung, placenta and intestinal mucosa of living beings such as humans, rats, mice, and cattle (Moody et al., 1991). In an in vivo study investigating the effects of ten structurally diverse herbicides on xenobiotic metabolizing enzymes in mouse liver (Gyamfi et al., 2004), it was determined that when CDNB was used as a substrate on cytosolic GSTs, molinate, benthocarb, trifluralin and alachlor caused a significant increase in activity. Since glutathione S-transferases have the ability to catalyze a large number of structurally diverse substrates such as lactones, alkyls, aryl halides, quinones, epoxides, and esters, comprehensive studies have been conducted on glutathione S-transferases.

In a study, the substrate properties of cytosolic glutathione S-transferase (GST) activity were compared in various marine fish, anadromous and freshwater salmonids. GST subunits were used to investigate phylogenetic relationships between purified rat polyclonal antiserum and mammalian and fish enzymes. GSTs were purified from various tissues of humans, mice, cattle and rats and their structures, functions and metabolic properties were extensively studied (Dominey et al., 1991). GSTs were first identified in rat liver, and then they were classified according to their substrate specificities. GSTs are classified under five groups as epoxide transferase, aryl transferase, alkyl transferase, alkene transferase, and aralkyl transferase. The enzymes are classified based on physical and structural properties of the protein instead of the enzymatic properties. GST subunits are divided into subclasses as alpha, mu, pi, theta, sigma, delta, beta, tau, and zeta forms (Mannervik et al., 2005). While alpha, pi and mu forms of GST play an important role in drug metabolism, the sigma subunit is significantly involved in prostaglandin synthesis (Lizuka et al., 1989). Zeta and theta forms are found in both plants and animals, while tau and pi forms are plant specific (Mannervik et al., 2005). It was investigated how Cd<sup>+2</sup> and Mn<sup>+2</sup> metal ions, which accumulate in nature and cause heavy metal poisoning in living beings, affect GST enzyme activity in rat liver. It was reported that when CdCl<sub>2</sub> (2.5 mg kg<sup>-1</sup>) or MnCl<sub>2</sub> (2.0 mg kg<sup>-1</sup>) amounts were administered as a single dose, enzyme activity increased by 36% after one day (Bocedi et al., 2019). Most of xenobiotics are highly hydrophobic and are located in hydrophobic parts of the cell that contain the membranes and side segment of certain soluble proteins. The endoplasmic reticulum in rat hepatocytes constitutes 50% of the cell membranes (Dixon et al., 2002). The reversible inhibition and time-dependent inactivation of the interaction of disulfiram (DSF), a drug used in the treatment of alcoholics, and diethyldithiocarbamate (DDTC) in its reduced form with rat and human liver GST, were investigated (Ismert et al., 2002). The human GST alpha 2-2 isoenzyme containing no cysteine had the greatest sensitivity. The results of that study showed that 1 thiol residue is involved in this inactivation and inactive GST can be reversed by administration of GSH or dithiothreitol. The effects of t-butyl hydroperoxide, cumene hydroperoxide and linoleic acid hydroperoxide on liver microsomal GST enzyme in rats were examined (Morgenstren et al., 1988). The data showed that microsomal GST was activated by more organic hydroperoxides in the presence or absence of GSH. The studies conducted with homogeneous enzyme preparations from rats and humans have revealed that they have binding proteins of similar size. These enzymes are adhesive and binding. The factors affecting the binding are associated with the hydrophobic regions of the ligand or whether the molecules are similar or different. The GST activity in male mice in a 24-hour period were examined (Llavanera et al., 2020). In human and rat GST enzymes, the most abundant amino acids are aspartic acid, glutamic acid, and leucine. Tryptophan and cysteine amino acids, on the other hand, are found in very low amounts in rats, but not at all in humans. The enzyme is thought to protect cells against foreign substances such as pesticides, drugs, and carcinogens.

To date, the properties of glutathione S-transferases, which have been very well purified from mammals such as humans, mice, cattle, and rabbits, have been studied in detail (Aniya and Daido, 1993).

The aim of this study was to reveal the metabolism differences between *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami* and the detoxification enzyme levels in different tissues and organs of them due to toxic substance exposure in their habitats.

## MATERIAL AND METHOD

Legal permissions were obtained from The Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks (number: 2019/E.2467643) for the study. Four samples including ground squirrel (*Spermophilus xanthoprimum*) and Tristram's jird (*Meriones tristrami*) were obtained from Kırıkkale province as a result of the field studies. In this study, the animals were dissected in the laboratory of Kırıkkale University.

### *Immunohistochemical Staining*

The formalin-fixed tissue blocks were cut into 4µm sections and mounted onto poly-L-lysine-coated slides. For immunohistochemistry, sections, which were dewaxed in xylene and rehydrated in ethanol, were washed with distilled water for 3 minutes. Afterwards, the sections were peroxidase-incubated for 10 minutes using 3% hydrogen peroxide in methanol (v/v) and then they were washed with distilled water for 3 minutes. Antigen retrieval was performed for 3 minutes using a 0.01 M citrate buffer at pH 6.0 in a domestic pressure cooker.

The sections were placed in Tris-buffered saline (TBS) containing 0.15 M sodium chloride and 0.05 M Tris-HCL in pH 7.6. They were washed with water and then incubated at room temperature for 10 minutes with superblock (SHP125; Scy Tek laboratories, west logan, UT) to block non-specific background staining. The primary antibody was diluted through a diluting solution, based on the manufacturer company's instructions. The sections were incubated with the primary antibody for anti-GST alpha (bms-51742 M; Bioss Inc) diluted 1:200 and anti-GST pi (sc-66000; Santa Cruz Biotechnology, Inc) diluted 1:200. After washing for 15 minutes in TBS, they were incubated at room temperature with a biotinylated link antibody (SHP125; ScyTek Laboratories) followed by streptavidin/HRP complex (SHP125; ScyTek laboratories). After washing with TBS for 15 min, the sections were incubated at room temperature with biotinylated link antibody (SHP125; ScyTek Laboratories). Then, diaminobenzidine was used to visualize peroxidase activity in tissues. Nuclei were lightly counterstained with hematoxylin and then the sections were dehydrated and mounted. Light microscopy and scoring of immunohistochemically stained sections were performed for each enzyme as: (-) negative (no staining); 1, weak staining; 2, moderate staining; and 3, strong staining.

### *Statistical Analysis*

Data was analyzed by using SPSS 25.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp) software. Shapiro Wilk test was used to determine data distribution test. The Levene's Test was used for testing equality of variances. The Student t-Test was performed to compare normally-distributed groups. The Mann Whitney-U Test was performed to compare non-normally distributed groups. The Pearson's correlation analysis was used to examine the correlation between the data. A p-value less than 0.05 was accepted as statistically significant.

## RESULTS

The cellular expression of two glutathione S-transferase-isozymes (GST pi, GST alpha) was examined in the liver, heart, small intestine, stomach, spleen, lung and kidney tissues of *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami*. A wide variation was found in the cellular localization of these enzymes between these two species. There was negative staining for GST alpha in kidney tissue of *Spermophilus xanthoprimum* but, strong staining for GST alpha in kidney tissue of *Meriones tristrami*. Moderate staining was detected for GST alpha in stomach tissue of *Spermophilus xanthoprimum*; whereas, negative staining was observed in stomach tissue of *Meriones tristrami* (Figure 1 and Figure 2).

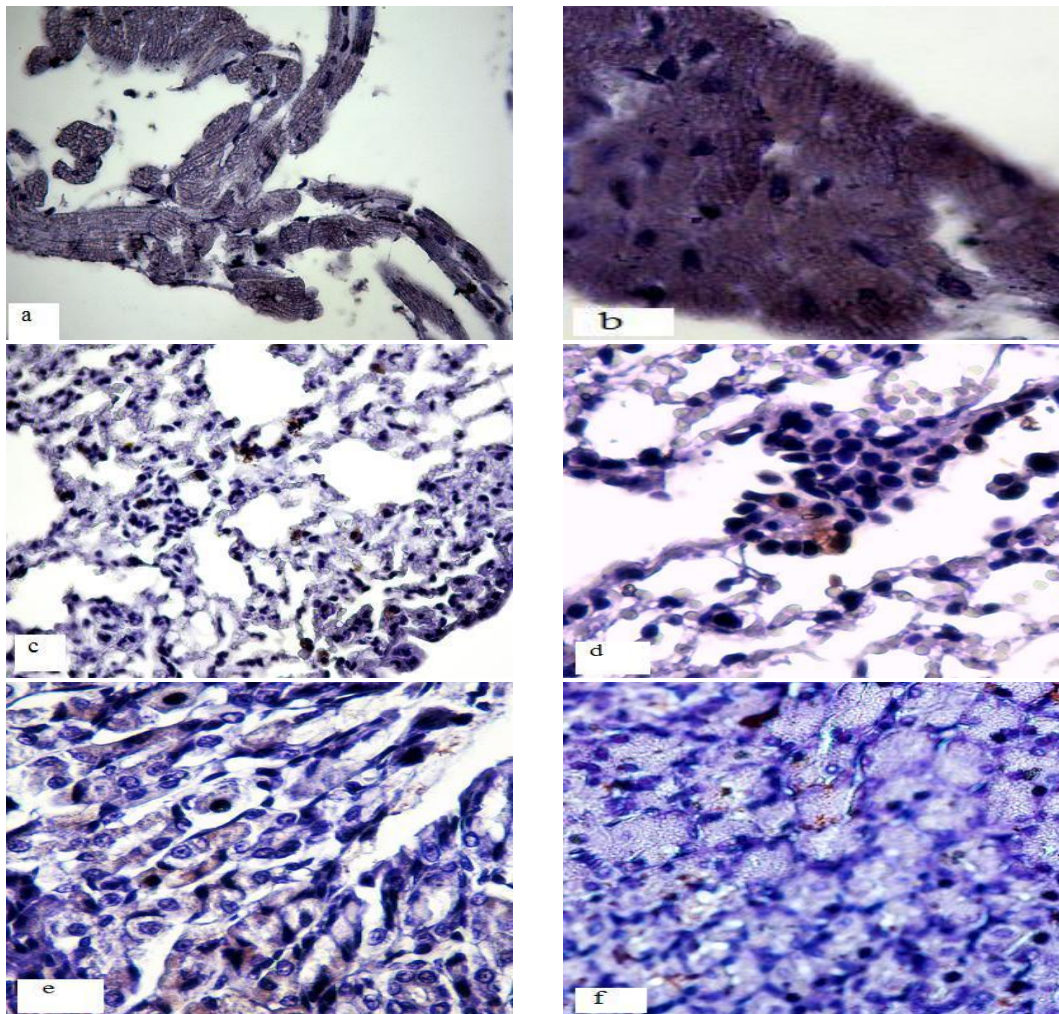
Moreover, while GST pi immunostaining was strong in kidney tissue of *Spermophilus xanthoprimum*, it was negative in kidney tissue of *Meriones tristrami*. Additionally, while GST pi staining was negative in stomach and spleen tissues of *Meriones tristrami*, it was moderate staining was detected for the other species (Table 1).

A graphic showing the distribution of expressions of GST alpha and GST pi isozymes between *Spermophilus xanthoprimum* (Species 1) and *Meriones tristrami* (Species 2) is given in Figure 3.

GST alpha expressions in tissues of species 1 and 2 was expressed in Figure 4. There was no statistically significant difference in GST alpha expressions between species 1 and 2 ( $p=0.277$ ;  $p>0.05$ ) (Figure 4).

GST pi expressions in tissues of species 1 and species 2 was shown in Figure 5. No statistically significant difference was observed in GST pi expressions between species 1 and 2 ( $p=0.902$ ;  $p>0.05$ ) (Figure 5).

Correlation analyses were performed to investigate the correlation between the staining intensities of GST alpha and GST pi. Figure 6 shows the expressions of GST alpha versus GST pi. A significant correlation was found between the staining intensities of GST alpha and GST pi. The Pearson's correlation coefficient (r) was 0.583 and the significance (2-tailed) was 0.028 based on observations ( $p<0.05$ ) (Figure 6).



**Figure 1.** The cellular expression of two glutathione S-transferase alpha in tissues of *Spermophilus xanthoprimum* (S) and *Meriones tristrami* (M) (a: heart S, b: heart M; c: lung S, d: lung M; e: stomach S, f: stomach M; g: liver S, h: liver M; i: spleen S, j: spleen M; k: kidney S, l: kidney M; m: small intestine S, n: small intestine M) (X400).

Şekil 1. *Spermophilus xanthoprimum* (S) ve *Meriones tristrami* (M) dokularında iki glutatyon S-transferaz alfanın hücresel ifadesi (a: kalp S, b: kalp M; c: akciğer S, d: akciğer M; e: mide S, f: mide M; g: karaciğer S, h: karaciğer M; i: dalak S, j: dalak M; k: böbrek S, l: böbrek M; m: ince bağırsak S, n: ince bağırsak M) (X400).

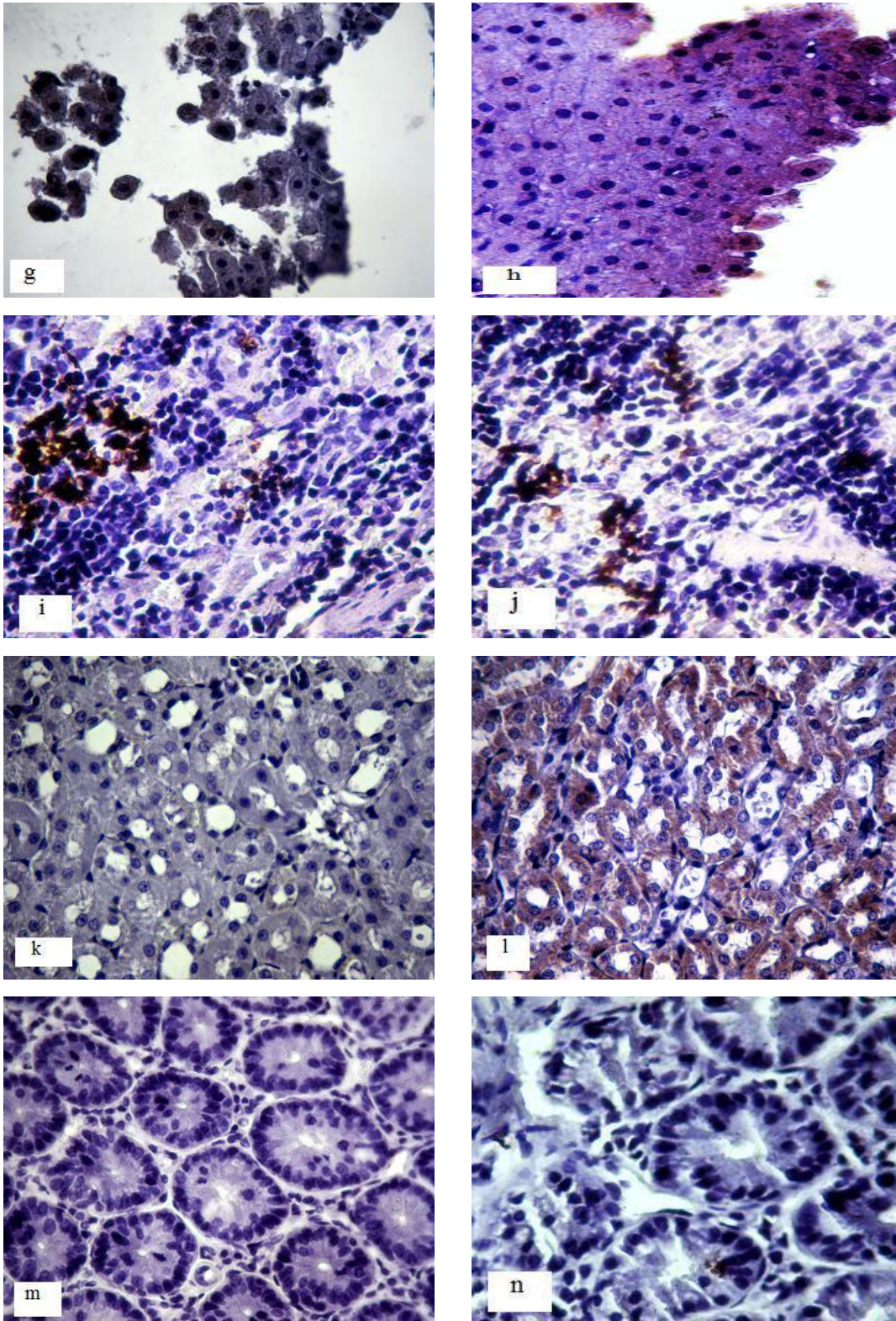
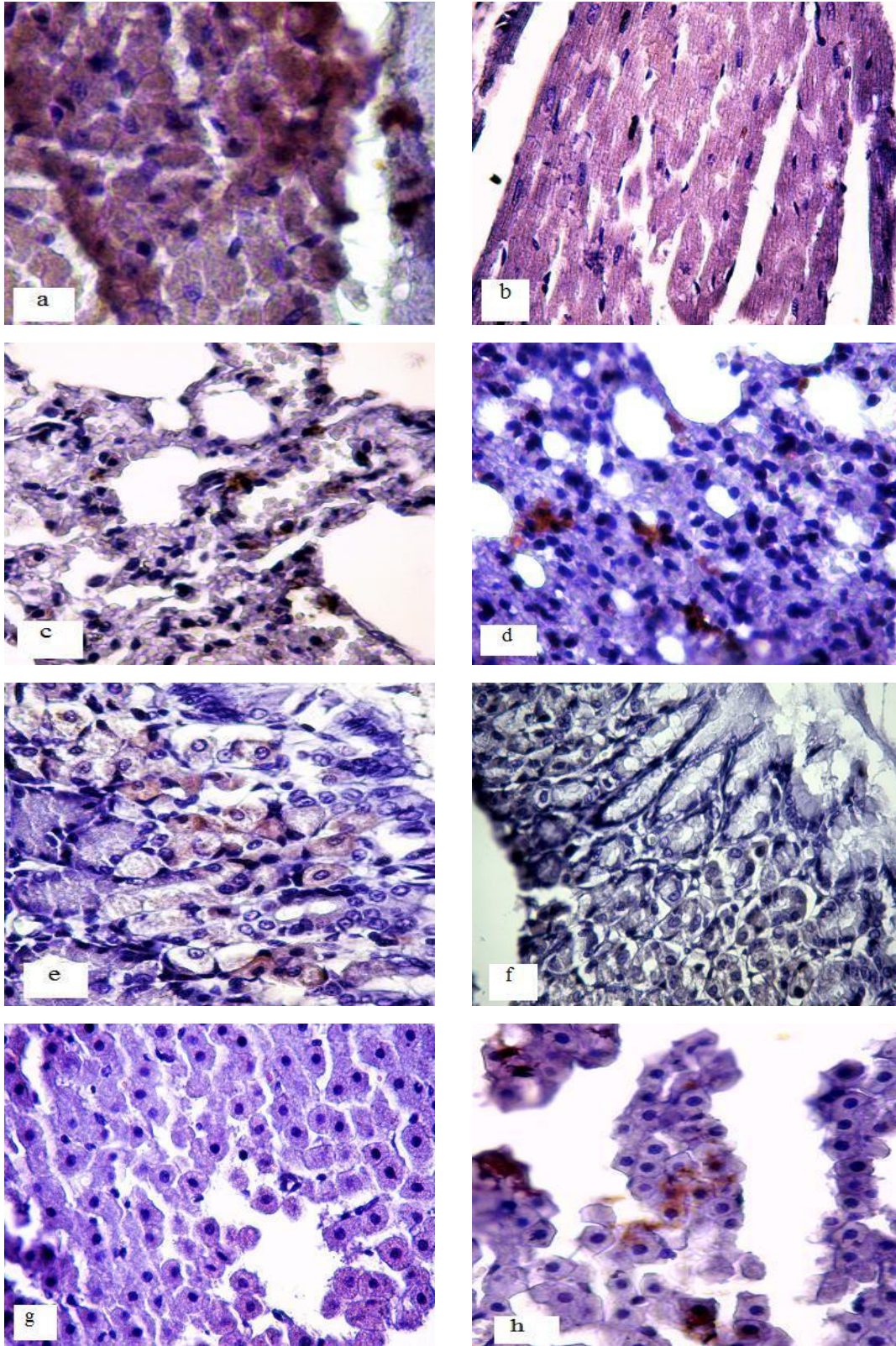


Figure 1. Continue.

Şekil 1. Devamu.



**Figure 2.** The cellular expression of glutathione S-transferase pi in tissues of *Spermophilus xanthopyrnus* (S) and *Meriones tristrami* (M) (a: heart S, b: heart M; c: lung S, d: lung M; e: stomach S, f: stomach M; g: liver S, h: liver M; i: spleen S, j: spleen M; k: kidney S, l: kidney M; m: small intestine S, n: small intestine M (X400).

Şekil 2. *Spermophilus xanthopyrnus* (S) ve *Meriones tristrami* (M) dokularında glutatyon S-transferaz pi'nin hücresel ifadesi (a: kalp S, b: kalp M; c: akciğer S, d: akciğer M; e: mide S, f: mide M; g: karaciğer S, h: karaciğer M; i: dalak S, j: dalak M; k: böbrek S, l: böbrek M; m: ince bağırsak S, n: ince bağırsak M (X400).

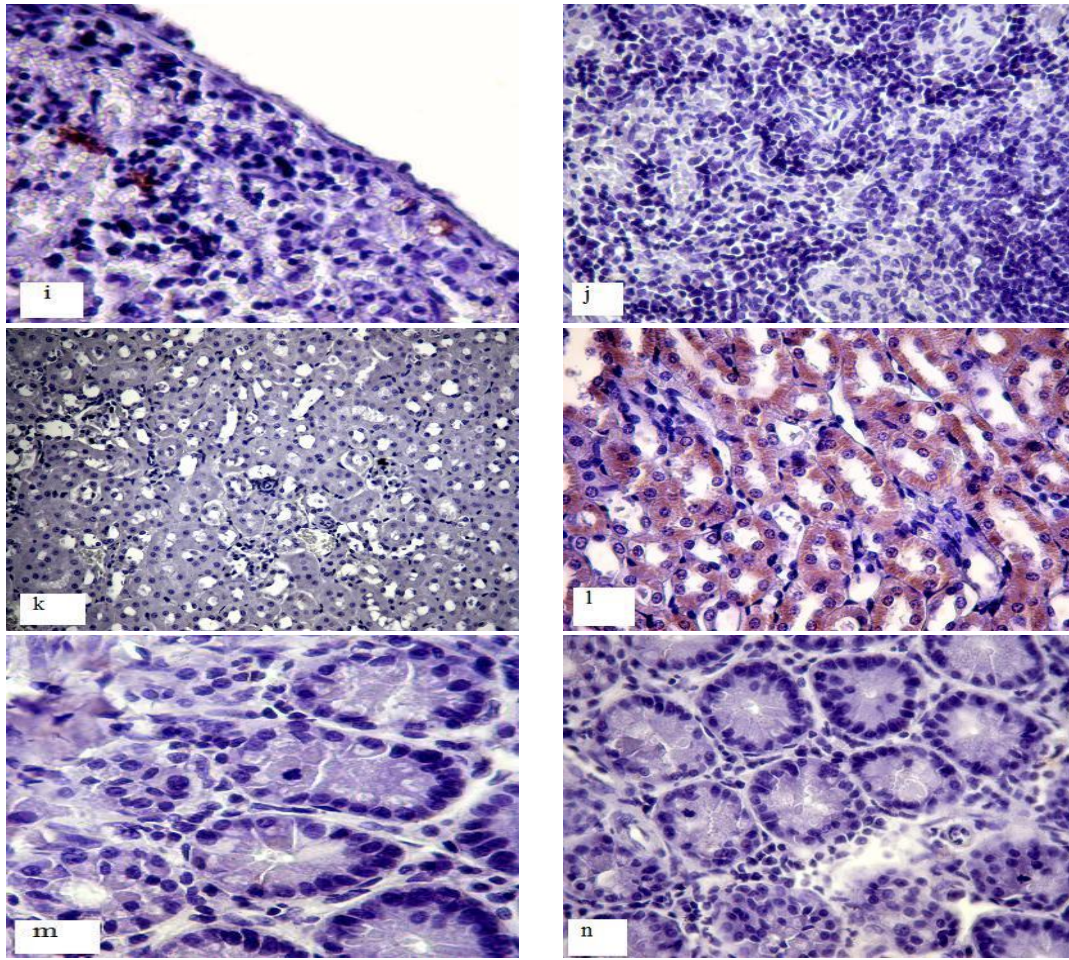


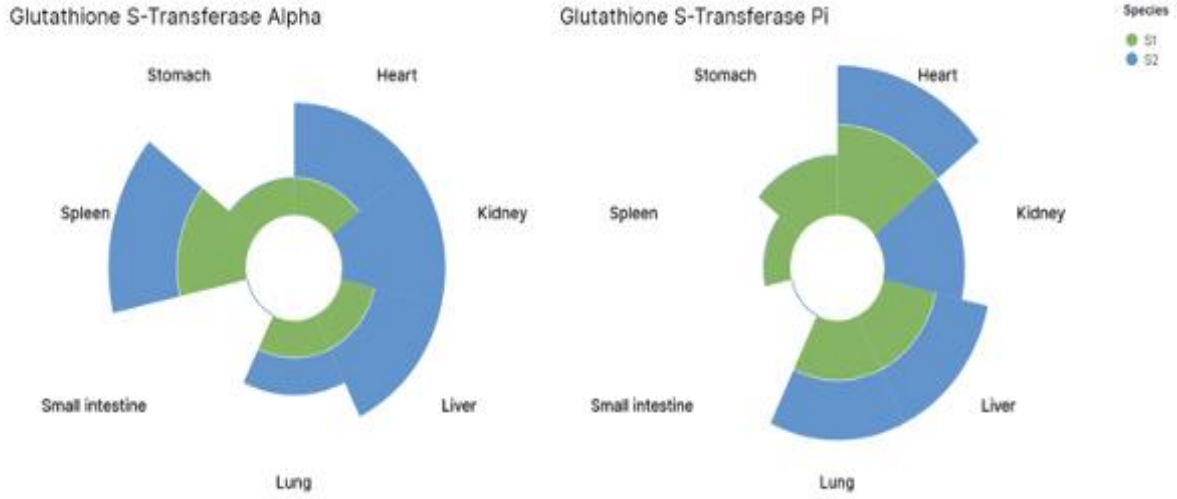
Figure 2. Continue.

Şekil 2. Devamı.

Table 1. The staining intensities of glutathione S-transferase alpha, pi in tissues of *Spermophilus xanthopyrmnus* and *Meriones tristrami*.Çizelge 1. *Spermophilus xanthopyrmnus* ve *Meriones tristrami* dokularında glutatyon S-transferaz alfa, pi'nin boyama yoğunlukları.

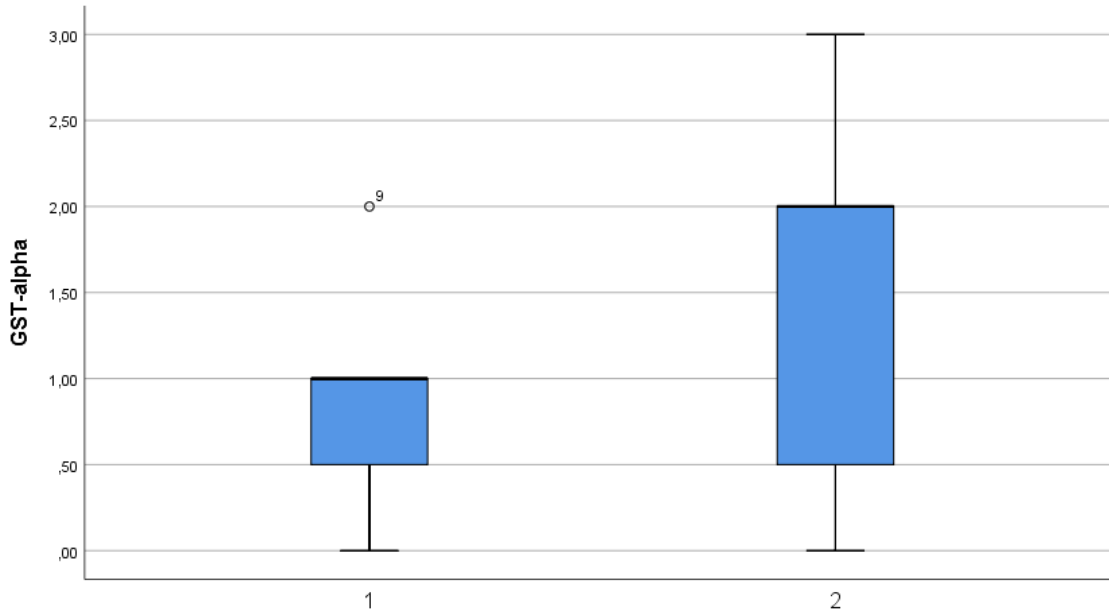
Tissue types	Species	GST- alpha	GST- pi
Heart	S1	1	3
	S2	2	2
Kidney	S1	0	0
	S2	3	3
Liver	S1	1	2
	S2	2	2
Lung	S1	1	2
	S2	1	2
Small intestine	S1	0	0
	S2	0	0
Spleen	S1	2	1
	S2	2	0
Stomach	S1	1	2
	S2	0	0

A graphic showing the distribution of expressions of GST-Alpha and GST-Pi isozymes between *Spermophilus xanthopyrmnus* (S1) and *Meriones tristrami* (S2) is given in Figure 3.



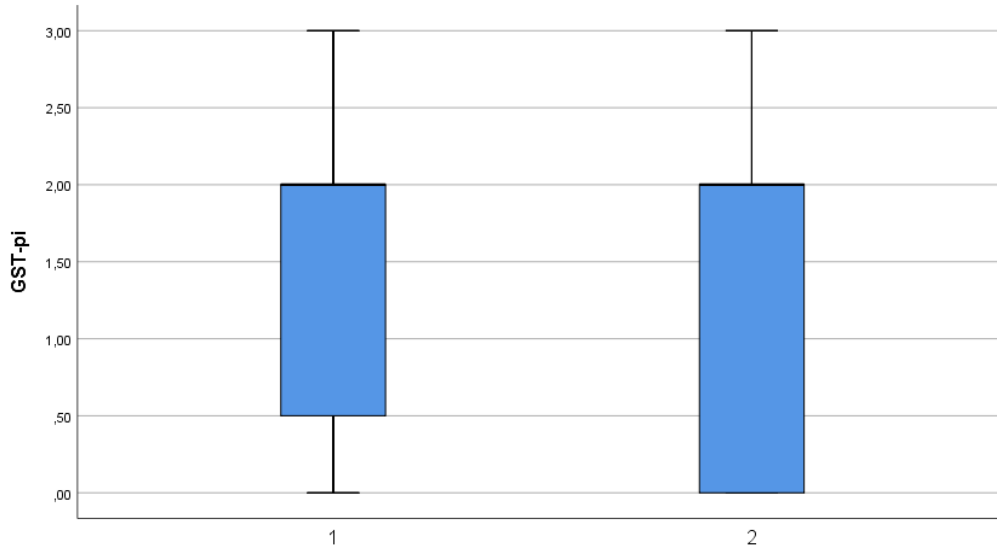
**Figure 3.** General distributions of expression rates of GST isozymes in *Spermophilus xanthopyrnus* and *Meriones tristrami* species after immunohistochemical analyzes.

Şekil 3. İmmunohistokimyasal analizler sonrasında *Spermophilus xanthopyrnus* ve *Meriones tristrami* türlerinde GST izozimlerinin ekspresyon oranlarının genel dağılımları.



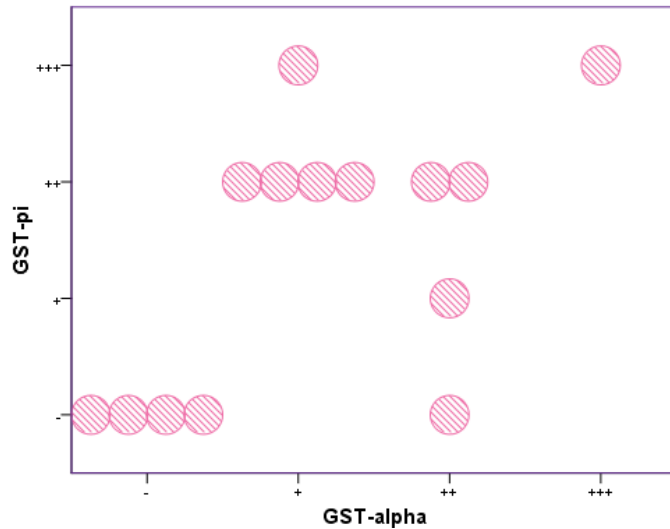
**Figure 4.** GST alpha expressions of species 1 and 2.

Şekil 4. Tür 1 ve 2'nin GST alfa ifadeleri.



**Figure 5.** GST pi expressions of species 1 and 2.

*Şekil 5. Tür 1 ve 2'nin GST pi ifadeleri.*



**Figure 6.** The relationship between GST alpha and GST pi expressions.

*Şekil 6. GST alfa ve GST pi ifadeleri arasındaki ilişki.*

## DISCUSSION AND CONCLUSION

Many studies have demonstrated the effects of toxic substances various living beings are exposed to in their habitats, on their metabolism and the differences in the phase II phase of detoxification (Leblanc and Dauterman, 2001). They have revealed not only their sheltering environments, nutrition and relations with other living things, but also the effect of atmospheric toxicities and even the extent to which they are related to Phase II GSH expression levels in their habitats (Moran, 1995).

In some studies, GST-Pi isozymes were analyzed comparatively in order to compare the environmental exposure in rats, some fish species and human beings. In a study, using HPLC, western blot, immunohistochemistry and amino acid sequencing, when the amino acid sequencing results were analyzed in terms of GST-Pi enzymes, it was observed that there was 65% homology between rats and humans (Avcı et al., 2014).

While GSTP1 can be isolated from some human tissues, it is abundant especially in mammalian erythrocytes. Since the isozyme that is active in Phase II enzyme activation in mammals is generally focused on GSTP1, it is thought to be more related to this isozyme. Various methods can be used to determine its



identification and amount and carry out its isolation and analysis. Studies assessing the results of meta-analysis studies have reported that the GSH ratios and expressions of mammals living in similar or different habitats can be expressed in relation to detoxification and toxic composites in their habitats (Casalino et al., 2004).

GST isozymes are thought to be involved in cell signaling and fertilization in male mammals. Especially for isozymes such as GSTM3, GSTO2, GSTM1 and GSTT1, if their metabolic expression exhibits similar effects across mammals, then that will adversely affect the fertilization of mammalian species. And as a result, it can be thought that it will contribute to a decrease in their numbers or even extinction in their natural environment (Rowsey et al., 2001).

GSH enzymes prevent cell damage by inactivating and eliminating electrophilic mutagenic and carcinogenic compounds. In a study conducted on dogs (*Canis lupus*), it was reported that GST-Pi in humans was heterologous with CluGST-Pi in dogs and had a cross reactivity. There was an important mechanism against similar anti-carcinogenic toxic elements in the mechanism of tumor formation. When many toxic materials in the substrate were examined with GST-Pi, it was reported that especially benzyl isothiocyanate was the most active substrate (Park et al., 2005).

In a study conducted in Central Anatolia in 2014 to reveal how hibernation affects the *Spermophilus xanthoprimum* species and determine the oxidation and anti-oxidant states in metabolism of this animal, nitrogen oxide species (NOx) and malondialdehyde (MDA) levels of 9 female ground squirrels were determined by spectrophotometric analysis method, and GSH levels were found to be lower in the hibernation group than in the awakened group (Inoue et al., 1999).

When the studies on *Meriones tristrami*, the other species studied in the present study, were examined, it was found that in these studies, it was applied as a food at different concentrations to the feeds used in these animals by examining the increase in the expression of detoxification enzymes. When these structures were eliminated, GSH enzyme levels were observed to decrease rapidly (Egaas et al., 1993).

In the literature, the metabolism of these two species, which are the subject of our study, depending on the GSH and detoxification mechanism and the situation of these species, which have similar living conditions, have rarely be studied. In order to reveal the toxic exposures of these species in their natural environments, GST-Pi expression levels are determined by tissue follow-up and immunohistochemical method on samples taken from various organs. Furthermore, GST-Pi is the focal point in terms of isozymes in the detoxification mechanism in mammals and other living species. We also evaluated the GST-alpha levels by comparing two isozymes. Quite different results were found between these species in organs that differed in intensity of enzyme expression. In terms of kidney tissues, GST alpha expression was not found in *Spermophilus xanthoprimum*, but was strongly expressed in *Meriones tristrami*. Moderate expression of GST alpha was observed in stomach tissue of *Spermophilus xanthoprimum*, whereas GST alpha expression was not observed in stomach tissue of *Meriones tristrami*. When kidney tissues were examined, the expression rate of GST pi was quite strong for *Spermophilus xanthoprimum*. On the other hand, no expression was observed in kidney tissue of *Meriones tristrami*. GST Pi expression was not observed in stomach and spleen tissues in *Meriones tristrami*, whereas moderate GST Pi expression was observed in *Spermophilus xanthoprimum*.

The results of the study showed that the enzymes involved in the detoxification mechanism were observed at different rates in various organs of *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami* living in the similar habitat under similar natural conditions, along with the expected results of exposure to toxic substances. In addition to being dependent on the toxicity in the habitat, this situation may cause these results to occur due to the rapidly increasing use of pesticides in agriculture and the nutritional habits of these creatures. It is very important in terms of the mutagenic effect and the continuation of the generations whose fertility may occur with this toxic exposure, together with the increased GSH status, by using more advanced techniques in the future studies. It is recommended to investigate whether exposure to toxicity has an effect

on the reduction of their prevalence and numbers in nature in both types, and to take measures to preserve these species for this purpose.

As a result, glutathione s-transferase-alpha and glutathione s-transferase-pi expression levels were found to differ in *Spermophilus xanthoprimum* and *Meriones tristrami* samples obtained from different localities of Kırıkkale province.

#### ACKNOWLEDGEMENT

We are thankful for Aykut Arif Topçu and İrfan Albayrak for their contribution to this study.

#### AUTHOR CONTRIBUTION

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

#### FINANCIAL SUPPORT

This research received no grant from any funding agency/sector.

#### ETHICAL STATEMENT

Ethics committee approval of Kırıkkale University Animal Experiments Local Committee was received for this research study (Approval No: 2019-6-35). Legal permissions for this study were provided by The Turkish Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks (Türkiye) with the document dated 16.08.2019 and numbered 21264211-288.04- E.2467643.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declared that there is no conflict of interest.

#### REFERENCES

- Aniya, Y., & Daido, A. (1993). Organic hydroperoxide-induced activation of liver microsomal glutathione S-transferase of rats in vitro. *Japanese Journal of Pharmacology*, 62(1), 9–14. <https://doi.org/10.1254/jjp.62.9>.
- Avcı, E., Bulut, S., Bircan, F. S., Özlük, A., & Coşkun Cevher, Ş. (2014). Effect of hibernation on oxidative and antioxidant events under laboratory conditions in anatolian ground squirrel, spermophilus xanthoprimum (Bennett, 1835) (Mammalia: Sciuridae) from Central Anatolia. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(1), 177-183.
- Bocedi, A., Noce, A., Marrone, G., Noce, G., Cattani, G., Gambardella, G., Di Lauro, M., Di Daniele, N., & Ricci, G. (2019). Glutathione transferase P1-1 an enzyme useful in biomedicine and as biomarker in clinical practice and in environmental pollution. *Nutrients*, 11(8), 1741. <https://doi.org/10.3390/nu11081741>.
- Casalino, E., Sblano, C., Landriscina, V., Calzaretto, G., & Landriscina, C. (2004). Rat liver glutathione S-transferase activity stimulation following acute cadmium or manganese intoxication. *Toxicology*, 200(1), 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2004.03.004>.
- Dixon, D. P., Laphorn, A., & Edwards, R. (2002). Plant glutathione transferases. *Genome Biology*, 3(3), 3004. <https://doi.org/10.1186/gb-2002-3-3-reviews3004>.
- Dominey, R. J., Nimmo, I. A., Cronshaw, A. D., & Hayes, J. D. (1991). The major glutathione S-transferase in salmonid fish livers is homologous to the mammalian pi-class GST. *Comparative Biochemistry and Physiology. B, Comparative Biochemistry*, 100(1), 93–98. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(91\)90090-z](https://doi.org/10.1016/0305-0491(91)90090-z).
- Egaas, E., Skaare, J. U., Svendsen, N. O., Sandvik, M., Falls, J. G., Dauterman, W. C., Collier, T. K., & Netland, J. (1993). A comparative study of effects of atrazine on xenobiotic metabolizing enzymes in fish and insect, and of the invitro phase II atrazine metabolism in some fish, insects, mammals and one plant species. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 106(1), 141-149. [https://doi.org/10.1016/0742-8413\(93\)90265-M](https://doi.org/10.1016/0742-8413(93)90265-M).
- Gyamfi, M. A., Ohtani, I. I., Shinno, E., & Aniya, Y. (2004). Inhibition of glutathione S-transferases by thonningianin A, isolated from the African medicinal herb, Thonningia sanguinea, in vitro. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 42(9), 1401-1408. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.04.001>.
- Lizuka, M., Inoue, Y., Murata, K., & Kimura, A. (1989). Purification and some properties of glutathione S-transferase from Escherichia coli B. *Journal of Bacteriology*, 171(11), 6039–6042. <https://doi.org/10.1128/jb.171.11.6039-6042.1989>.
- Inoue, N., Imai, K., & Aimoto, T. (1999). Circadian variation of hepatic glutathione S-transferase activities in the mouse. *Xenobiotica; The Fate of Foreign Compounds in Biological Systems*, 29(1), 43–51. <https://doi.org/10.1080/004982599238803>.

- Ismail, A., Sawmi, J., & Mannervik, B. (2021). Marmoset glutathione transferases with ketosteroid isomerase activity. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 27, 101078. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2021.101078>.
- Ismert, M., Oster, T., & Bagrel, D. (2002). Effects of atmospheric exposure to naphthalene on xenobiotic-metabolising enzymes in the snail *Helix aspersa*. *Chemosphere*, 46(2), 273-280. [https://doi.org/10.1016/s0045-6535\(01\)00124-2](https://doi.org/10.1016/s0045-6535(01)00124-2).
- Jowsey, I. R., Thomson, A. M., Flanagan, J. U., Murdock, P. R., Moore, G. B., Meyer, D. J., Murphy, G. J., Smith, S. A., & Hayes, J. D. (2001). Mammalian class Sigma glutathione S-transferases: catalytic properties and tissue-specific expression of human and rat GSH-dependent prostaglandin D2 synthases. *The Biochemical Journal*, 359(3), 507-516. <https://doi.org/10.1042/0264-6021:3590507>.
- Leblanc, G. A., & Dauterman, W. C. (2001). Conjugation and elimination of toxicants. In E. Hodgson & R. C. Smart (Eds.), *Introduction to biochemical toxicology* (pp. 115-135). Wiley and Sons, Inc.
- Llavanera, M., Mateo-Otero, Y., Bonet, S., Barranco, I., Fernández-Fuertes, B., & Yeste, M. (2020). The triple role of glutathione S-transferases in mammalian male fertility. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 77, 2331-2342. <https://doi.org/10.1007/s00018-019-03405-w>.
- Mannervik, B., Board, P. G., Hayes, J. D., Listowsky, I., & Pearson, W. R. (2005). Nomenclature for mammalian soluble glutathione transferases. *Methods in Enzymology*, 401, 1-8. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(05\)01001-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(05)01001-3).
- Moody, D. E., Narloch, B. A., Shull, L. R., & Hammock, B. D. (1991). The effect of structurally divergent herbicides on mouse liver xenobiotic-metabolizing enzymes (P-450-dependent mono-oxygenases, epoxide hydrolases and glutathione S-transferases) and carnitine acetyltransferase. *Toxicology Letters*, 59(1-3), 175-185. [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(91\)90070-m](https://doi.org/10.1016/0378-4274(91)90070-m).
- Moran, S. (1995). Reducing sodium fluoroacetate and fluoroacetamide concentrations in field rodent baits. *Phytoparasitica*, 23(3), 195-203. <https://doi.org/10.1007/BF02981383>.
- Morgenstren, R., Lundqvist, G., Hancock, V., & De Pierre, J. W. (1988). Studies on the activity and activation of rat liver microsomal glutathione transferase, in particular with a substrate analogue series. *Journal of Biological Chemistry*, 263, 71-75.
- Park, H. J., Cho, H. Y., & Kong, K. H. (2005). Purification and biochemical properties of glutathione S-transferase from *Lactuca sativa*. *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 38(2), 232-237. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2005.38.2.232>.
- Ploemen, J. P., van Iersel, M. L., Wormhoudt, L. W., Commandeur, J. N., Vermeulen, N. P., & van Bladeren, P. J. (1996). In vitro inhibition of rat and human glutathione S-transferase isoenzymes by disulfiram and diethyldithiocarbamate. *Biochemical Pharmacology*, 52(2), 197-204. [https://doi.org/10.1016/0006-2952\(96\)00142-6](https://doi.org/10.1016/0006-2952(96)00142-6).



## Anadolu Mandalarında Fleckscore Yöntemine Göre Tip Özelliklerinin Sınıflandırılması

Classification of Type Treats in Anatolian Water Buffalo According to Fleckscore Method

Onur Şahin<sup>1</sup> , Mehmet İhsan Soysal<sup>2</sup> , Önder Bayram Çoban<sup>3</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 25.04.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 25.09.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Bu çalışma, Anadolu mandalarında süt, karkas ve döl verimini etkileyen doğrusal tip özelliklerinin Fleckscore yöntemi kullanılarak sınıflandırılması amacıyla yürütüldü. Çalışmanın materyalini, Bitlis ilinde manda yetiştiriciliği yapan 122 manda çiftliği ve bu işletmelerde yetiştirilen 611 baş sağmal manda oluşturdu. Verilerin hazırlanması amacıyla Microsoft Excel programı, verilerin istatistiksel değerlendirilmesi için SPSS 20.0 sürümü kullanıldı. Çalışmada, beden yapısının değerlendirilmesi amacıyla sağrı yüksekliği (4.93 puan), beden derinliği (4.53 puan), sırt-bel uzunluğu (5.51 puan), sağrı uzunluğu (4.76 puan), kalça genişliği (5.40 puan), sağrı genişliği (5.46 puan), ve sağrı eğimi (5.39 puan) özellikleri sınıflandırıldı. Kaslılık yapısının değerlendirilmesi amacıyla üst bud genişliği özelliği (4.88 puan) sınıflandırıldı. Meme yapısının değerlendirilmesi amacıyla ön meme lobu uzunluğu (4.78 puan), arka meme lob uzunluğu (5.15 puan), ön meme bağlantısı (6.12 puan), meme taban yüksekliği (8.24 puan), ön meme başı uzunluğu (6.24 puan), ön meme başı kalınlığı (4.84 puan), ön meme başı yerleşimi (4.39 puan), arka meme başı yerleşimi (6.03 puan), ve meme merkez bağı (4.50) özellikleri sınıflandırıldı. Ayak bacak yapısının değerlendirilmesi amacıyla arka bacak açısı (5.55 puan), tırnak taban yüksekliği (4.06 puan), diz eklem kalitesi (5.83 puan), ve arka bacak duruşu (3.80 puan) özellikleri sınıflandırıldı. Özellikler için verilen sınıflandırma puanlarına bağlı olarak beden yapısı, kaslılık özelliği, meme yapısı, ve ayak- bacak yapısı için ortalama fleckscore puanları sırasıyla, 79.57 puan, 80.51 puan, 80.53 puan ve 77.21 puan olarak hesaplandı. Bu çalışmanın sonuçlarından hareket ederek, Anadolu mandalarında doğrusal tip özelliklerinin süt ve süt içeriği, döl verim özellikleri, meme sağlığı, ayak-bacak sağlığı, ve sürüm ömrü ile olan fenotipik ve genotipik ilişkiler konularında detaylı araştırmaların yapılması tavsiye edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler** Anadolu mandası, doğrusal özellik, fleckscore, tip sınıflandırması

&

**Abstract:** This study was conducted to classify the linear type traits affecting milk, carcass and reproductive efficiency in Anatolian buffaloes using fleckscore method. The material of the study consisted of 122 buffalo farms in Bitlis province and 611 milking buffaloes raised in these farms. Microsoft Excel program was used for data preparation and SPSS 20.0 version was used for statistical evaluation of the data. In the study, rump height (4.93 points), body depth (4.53 points), back length (5.51 points), rump length (4.76 points), hip width (5.40 points), rump width (5.46 points), and rump angle (5.39 points) were classified for the evaluation of body structure. Upper rump width trait (4.88 points) was classified for the evaluation of muscularity structure. To assess mammary structure, anterior mammary lobe length (4.78 points), posterior mammary lobe length (5.15 points), fore udder attachment (6.12 points), udder depth (8.24 points), fore teat length (6.24 points), fore teat thickness (4.84 points), fore teat placement (4.39 points), rear teat placement (6.03 points), and central ligament (4.50) were classified. To evaluation of foot leg structure, hock angularity (5.55 points), hoof height (4.06 points), hock quality (5.83 points) and rear legs rear view (3.80 points) were classified. Based on the classification scores given for the traits, the mean fleckscore scores for body structure, muscularity trait, udder structure, and foot-leg structure were calculated as 79.57, 80.51, 80.53, and 77.21 points, respectively. Based on the results of this study, it is recommended that further research should be conducted on the phenotypic and genotypic relationships of linear type traits with milk and milk content, reproductive traits, udder health, foot-leg health, and herd longevity in Anatolian buffaloes.

**Keywords:** Anadolu water buffalo, fleckscore, linear treats, type classification

**Atıf/Cite as:** Şahin, O., Soysal, M. İ. & Çoban, Ö. B. (2023). Anadolu mandalarında fleckscore yöntemine göre tip özelliklerinin sınıflandırılması. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 460- 476. doi: 10.24180/ijaws.1287464

**İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Dr. Öğretim Üyesi Onur Şahin, Muş Alparslan Üniversitesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, o.sahin@alparslan.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

<sup>2</sup> Prof. Dr. Mehmet İhsan Soysal, Namık Kemal Üniversitesi, Zootekni Bölümü, misoysal@gmail.com

<sup>3</sup> Dr. Önder Bayram Çoban, Muş Alparslan Üniversitesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, ob.coban@alparslan.edu.tr

## GİRİŞ

Türkiye’de yetiştirilen Anadolu Mandası, nehir mandasının bir alt grubu olan Akdeniz Mandalarından köken almaktadırlar. Ancak Akdeniz mandaları; zamanla nehir mandalarına göre bazı özgün karakterler geliştirmişlerdir (Soysal, 2009).

Mandalar (*Bubalus bubalis*), milyonlarca insanın yaşamında süt, et, çekim gücü, ulaşım ve çiftlik gübresi kaynağı olarak önemli rol oynayan geniş getiren bir hayvandır. Bu nedenle manda yetiştiriciliğine olan talep tüm dünyada artmaktadır. (Yılmaz vd., 2021). Pek çok ülkede manda çeki gücünden ziyade eti ve sütü için yetiştirilmektedir. Son yıllarda yürütülen araştırmalar entansif yetiştiricilik sistemlerinde mandaların sığırlar kadar canlı ağırlık kazancı sağladığını, verimlilik bakımından sığırla aynı olduğunu ortaya koymuştur. (Şahin, 2015). Bir mandanın uygun şartlar altında karkas randımanı %59-60 civarındadır (Yılmaz, 2013).

Aksel (2015), mandanın iyi bir genetik yapıya sahip olmasının yanı sıra sağlam ve gelişmiş bir beden yapısına, süt verim kapasitesi açısından kaliteli bir meme yapısına ve ağır vücudunu taşıyacak sağlam ve dayanıklı bir ayak ve bacak yapısına sahip olmaları gerektiğini ifade etmiş ve bu yapıdaki mandaların yetiştiricilik açısından olumlu kazanımlar sağlayacağını bildirmiştir.

Yetiştiriciliğinde verim kayıtları tutulmaması halinde damızlık bireylerin seleksiyonunda hayvanların dış yapı özelliklerine göre bir seçime gidilmektedir. Kayıt tutulmayan sürülerde bile vücudun tip özelliklerine göre seleksiyon yapılmaktadır. Ancak etkili bir damızlık seçimi için, tip özelliklerinin tamamının değerlendirilmesi gerekmektedir (Şengör, 1985).

Hayvan yetiştiriciliği kapsamında yapılan seleksiyon çalışmalarında tip özelliklerinin ayrı bir önemi vardır. Özellikle soy ve verim kayıtlarının sağlıklı tutulmadığı sürülerde yapılacak damızlık seçimleri hayvanların dış yapı özelliklerine bakılarak yapılmaktadır. Sütçü sürülerde yetiştirmede sağlanacak başarı verim dış yapı özelliklerinin ıslah edilmesine bağlıdır (Yener, 1987).

Süt ve döl verimi, diğer çiftlik hayvanlarında olduğu gibi manda yetiştiriciliği açısından büyük önem taşımaktadır. Sığıra nazaran mandalar sürü ömürleri uzun hayvanlardır. Manda yetiştiriciliğinin karlılığını belirleyen asıl unsur, sürü ömrü boyunca mandanın işletmeye kazandıracağı süt ve yavru geliridir. Bu açıdan süt sığırcılığında olduğu gibi manda yetiştiriciliğinde düzenli ve yüksek verim hayvanın ömür uzunluğuna göre daha fazla öne çıkmaktadır.

Sığırlarda tip özelliklerinin sınıflandırılması, hayvanın verimliliğini ve ekonomik ömür süresini etkileyen ve kalıtım yolu ile gelecek nesillere belirli ölçülerde aktarılabilen vücudun dış yapı özelliklerinin sayısal olarak tanımlanması ve değerlendirmesi şeklinde tanımlanmış, ineklerde vücut kondisyonu değerlendirme ise, ineğin vücut yağı rezervlerinin görsel olarak takdir edilmesi esasına dayandığını, ineğin gelecekteki verimliliğini ve yem ihtiyacını belirlemeye, daha önceki dönemlerde uygulanan besleme programının yeterli olup olmadığı konularında faydalı olabilecek bilgileri sunması şeklinde ifade edilmiştir (Şahin, 2011).

Hindistan mandalarında morfometrik özelliklerin karakterizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada, 82 baş Hindistan mandasında üzerinde 19 farklı ölçü almışlardır. Çalışmada, Jaffrabadi manda ırkının diğer manda ırklarına göre daha fazla canlı ağırlığa sahip olduklarını, Jaffarabadi ve Murrah manda ırklarının göğüs çevresi ölçülerini sırasıyla 216 cm ve 168.4 cm; vücut uzunlukları ise yine sırasıyla 232.1 cm ve 187 cm olarak tespit edilmiştir (Talla vd., 2013).

Nilli-Ravi manda ırkının doğrusal tip özelliklerinin değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmada, ortalama sağrı yüksekliğini 135.76 cm, iskelet yapısını 1-9 skalası üzerinden 5.34 puan, süt tipine 5.61 puan, boynuz çapını 18.64 cm, kulak uzunluğunu 29.5 cm, kuyruk uzunluğunu 103.51 cm, sağrı uzunluğu 43.51 cm ve ortalama günlük süt verimini 6.85 kg olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda süt verimi ve değerlendirilen özellikler arasında pozitif korelasyonlar bulunmuştur (Javed vd., 2013)

Pakistan'da Nili-Ravi manda ırkı üzerinde vücut kondisyonu, meme yapısı ve meme başı morfolojisi ile süt verimi arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, Nili-Ravi ırkı mandaların %78'inin kâse şeklinde

meme yapısına, %19.5'inin yuvarlak şekil yapısına ve %2.5'inin ise keçi meme yapışan sahip olduğu bulunmuştur. Araştırmada, incelenen mandaların %89'unun silindir şeklindeki meme başı yapısına, %7'sinin huni şeklinde meme başı yapısına ve %4'ünün ise biberon şeklinde meme başı yapısına sahip olduğu gözlenmiştir. Çalışmada, arka meme genişliği ile süt verimi arasında, meme başı uzunluğu ve meme başı çapı ile süt verimi arasında, vücut kondisyonu ve Laktasyon sayısı ile süt verimi arasında pozitif korelasyon tespit etmelerine karşılık, süt damarının boyutu ile laktasyon safhası arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Muhammad vd., 2013).

İtalyan ve Anadolu mandalarında tip özelliklerinin sınıflandırılması amacıyla yürütülen çalışmada, incelenen mandaların tüm yaş grupları için sağrı genişliği ve diğer tip özellikleri arasındaki ilişki yüksek ve önemli bulunmuştur. Mandaların 3 yaş grubunda en yüksek fenotipik ilişki sağrı genişliği ile kalça genişliği arasında (0.73), 4 yaş grubunda yine aynı özellikler arasında (0.67), 5 yaş grubunda sağrı genişliği ile göğüs genişliği arasında (0.73) ve 6-10 yaş grubundaki mandalar için en yüksek fenotipik ilişki sağrı genişliği ve göğüs genişliği özellikleri arasında (0.84) tespit edilmiştir (Aksel, 2015).

Bu çalışma, daha önceki yapılan çalışmalardan farklı olarak kombine verim (süt ve et) amaçlı yetiştirilen Anadolu mandalarında süt, karkas ve döl verim performansını etkileyen tip özelliklerinin belirlenmesi ve belirlenen özelliklerin Fleckscore yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışma ile Anadolu mandaları ve diğer manda ırklarının ıslah çalışmalarında tip özelliklerine göre seleksiyon uygulamalarına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Çalışmanın materyalini, 122 manda çiftliği ve bu çiftliklerde yetiştirilen sağmal 611 baş dişi manda oluşturmuştur. Bazı hayvanların aşırı asabi olması nedeniyle çalışılan özellikler arasında manda sayıları bakımından farklılıklar oluşmuştur.

### Metot

Doğrusal tip özelliklerin belirlenmesi ve uygun bir tip sınıflandırması yönteminin belirlenebilmesi amacıyla yetiştiricilikte yaşanan sorunların ve damızlık seçiminde esas alınan kriterler 103 işletme sahibi ile yüz yüze yapılan anket çalışması ile belirlenmiştir (Çizelge 1, 2).

Anadolu Mandalarında buzağı ölümlerinin en sık rastlanan sorun olduğu ankete katılan yetiştiriciler tarafından bildirilmiştir. Bu sorunu, zor doğum, mastitis, ayak problemleri ve döl verim düşüklüğü izlemektedir (Çizelge 1). Sürülerde yürütülen seleksiyon uygulamasında süt verimi ve gelişme kabiliyetinin seçim kriterleri olarak birlikte ele alındığı, Anadolu mandalarının süt verimi öncelikli olmak üzere kombine verimli olarak yetiştirildiğini anlaşılmaktadır.

### Çizelge 1. Anadolu Mandası yetiştiriciliğinde yaşanan problemlere ait istatistiki bilgiler.

Table 1. Statistical information about the problems in water buffalo breeding.

Problem	Cevap	İşletme sayısı (n)	Frekans (%)	Problem	Cevap	İşletme sayısı (n)	Frekans (%)
Topallık	Yok	89	83.50	Kısırlık	Yok	86	83.50
	Var	17	16.50		Var	17	16.50
	Toplam	106	100.00		Toplam	103	100.00
Eklem Şişliği	Yok	94	91.26	Malak Ölümü	Yok	68	66.02
	Var	9	8.74		Var	35	33.98
	Toplam	103	100.00		Toplam	103	100.00
Mastitis	Yok	85	82.52	Zor Doğum	Yok	84	81.55
	Var	18	17.48		Var	19	18.45
	Toplam	103	100.00		Toplam	103	100.00

**Çizelge 2.** Seleksiyon uygulamasında kullanılan kriterlere hakkında istatistiki bilgiler.

*Table 2. Statistical information on the criteria used in the selection application.*

Damızlık Seçiminde		
Seleksiyon kriteri	İşletme Sayısı (n)	Frekans (%)
İneğin vücut ve meme yapısına	57	55.30
İneğin süt verimine	32	31.10
Buzağının vücut yapısına	14	13.60
<b>Toplam</b>	<b>103</b>	<b>100.00</b>

### *Değerlendirme Yönteminin Belirlenmesi*

Anadolu mandalarının yetiştirme amacının kombine verim yönlü (süt-et) olması nedeniyle Uluslararası Hayvan Kayıt Komitesi (ICAR) tarafından kombine verimli sığır ırkları için kabul edilen Fleckscore sisteminin uygulanmasına karar verilmiştir.

Fleckscore yönteminin kullanılmasının amacı ve hedefi, öncelikle sığırdan verimli ömür uzunluğunu etkileyen tip özelliklerinin mümkün olan en erken dönemde tanımlanması ve tespiti, ikinci olarak tip özelliğine ait damızlık değer tahmin edilmesidir (Luntz, 2014).

**Çizelge 3.** Linear tip özelliklerine ait ağırlık katsayıları (Luntz, 2014).

*Table 3. Weight coefficients of linear type traits (Luntz, 2014).*

Tip grubu	Tip özelliği	Kısaltma	Ağırlık katsayısı
Beden Yapısı	Sağrı Yüksekliği	SY	0.50
	Beden Derinliği	BD	0.17
	Kalça Genişliği	KG	0.17
	Sırt-Bel Uzunluğu	SBU	0.08
	Sağrı Uzunluğu	SU	0.08
Kashılık	Bud Genişliği	BG	1
Meme Yapısı	Meme Taban Yüksekliği	MTY	0.24
	Ön Meme Bağlantısı	ÖMB	0.14
	Ön Meme Başı Yerleşimi	ÖMBY	0.12
	Meme Merkez Bağı	MMB	0.12
	Arka Meme Başı Yerleşimi	AMBY	0.08
	Ön Meme Lobu Uzunluğu	ÖMLU	0.06
	Arka Meme Lobu Uzunluğu	ARLU	0.06
	Ön Meme Başı Uzunluğu	ÖMBU	0.06
	Ön Meme Başı Kalınlığı	ÖMBK	0.06
Arka Meme Başı Eğimi	AMBE	0.06	
Ayak ve Bacak	Arka Bacak Açısı	ABA	0.40
	Diz Eklem Kalitesi	DEK	0.20
	Bukağılık Sağlamlığı	BS	0.20
	Tırnak Taban Yüksekliği	TTY	0.20

Simental ve Fleckvieh ırklarında kullanılan fleckscore yöntemi uluslararası alanda kombine verim yönlü ırkların yanı sıra sütçü ve melez ırkların derecelendirilmesinde de kullanılmaktadır. Bu sistemde, her bir özellik ölçülerek ya da subjektif olarak 1-9 puan arasında değişen bir skala üzerinden tanımlanır. Metrik olarak ölçülen özelliklere ait minimum değer skala üzerinde 1 puana karşılık gelmektedir. Minimum ve maksimum değer arasındaki fark ise 8 eşit parçaya bölünerek her bir ölçü birimine karşılık gelen linear puan belirlenmiştir. Her bir özellik için elde edilen değerlerden hareketle beden yapısı (çerçeve), kashılık, ayak-bacak yapısı ve meme için 68-93 skalası üzerinden fleckscore puanları hesaplanır. Genel puan

hesaplama, her bir grupta yer alan tip özelliklerinin ekonomik sürü ömrü üzerine etki miktarlarından hareketle hesaplanan ağırlık katsayıları kullanılmaktadır. (Çizelge 3, Çizelge 4) (Luntz, 2014; Kuçera, 2014).

Her bir özelliğe ait ağırlık katsayısı, ilgili özelliğin hayvanın sürü ömrü üzerine etkisi dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Her bir özellik için 68-93 skalası üzerinden hesaplanmış olan değerleri ile çarpılmak suretiyle özellik grubu (beden yapısı, meme yapısı, ayak bacak yapısı) için genel 100 puan değeri hesaplanmaktadır. Subjektif yöntemle değerlendirilen kaslılık özelliği bud genişliğinin metrik olarak ölçülmesi suretiyle değerlendirilmiştir. Ayrıca manda sürülerinde yapılan gözlem sonucunda X bacaklılık kusurunun çok yaygın olması nedeniyle arka bacak duruşu (ABD) özelliği de değerlendirmeye dahil edilmiştir. Sonuç olarak değerlendirme çalışmasında 21 doğrusal özellik üzerinde durulmuştur.

**Çizelge 4.** Doğrusal değerlendirme ve sınıf dereceleri (Luntz, 2014).

Table 4. Linear scoring and class grading (Luntz,2014).

Linear Puanlama	Derecelendirme	Gelişme Durumu
1	68-70	Ortalamanın aşırı altında
2	71-73	Ortalamanın çok altında
3	74-76	Ortalamanın altında
4	77-79	Ortalamanın hafif altında
5	80	Ortalama gelişim
6	81-83	Ortalamanın hafif üstünde
7	84-86	Ortalamanın üstünde
8	87-89	Ortalamanın çok üstünde
9	90-93	Ortalamanın aşırı üstünde

Flekscore sisteminde her bir alt özellik için belirlenen ıslah amacına göre gelişme durumu dikkate alınarak 1-9 skalasına karşılık gelen 68-93 skalası üzerinden genel derecelendirme yapılır (Çizelge 4) (Luntz, 2014).

**Çizelge 5.** Tip özellik gruplarının sınıf derecelendirmesi (Luntz, 2014).

Table 5. Class grading for type treats groups (Luntz, 2014).

Gelişme Durumu	Ortalamanın Çok Altında	Ortalamanın Altında	Ortalama	Ortalamanın Üstünde	Ortalamanın Çok Üstünde
Derece	68-69-70-71-72	73-74-75-76-77	78-79-80-81-82	83-84-85-86-87	88-89-90-92-92-93

Fleckscore yönteminde hayvanlar özellik grupları için (beden yapısı, kaslılık, meme yapısı ve ayak-bacak yapısı) ayrı ayrı sıralanmaktadır.

Çalışma kapsamında 1, 2 ve 3. laktasyonlardaki manda ineği sayılarının yeterli olmaması nedeniyle, doğrusal tip özelliklerinin değerlendirilmesi ve morfometrik ölçülere ait gözlem değerlerinin toplanması amacıyla random olarak tüm laktasyon ve yaş gruplarındaki mandalar üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistik değerlerin (ortalama, ortalamaya ait standart hata, maksimum, minimum, standart dağılım, varyans, değişim aralığı) analizi amacıyla SPSS 20.0 istatistik programından yararlanılmıştır.






## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular beden yapısı, kashılık, ayak-bacak yapısı ve meme yapısı olmak üzere dört özellik grubu halinde değerlendirilmiştir. Bulgular tip özelliklerinin varyasyonunu yansıtacak şekilde standartlar ve istatistiki bilgiler olmak üzere iki çizelge halinde sunulmuştur. Beden yapısına ait tip özelliklerinin ölçüm, doğrusal tanımlar ve fleckscore derecelendirme sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 6.** Beden yapısı tip özelliklerine ait standartlar.

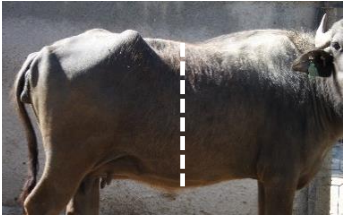
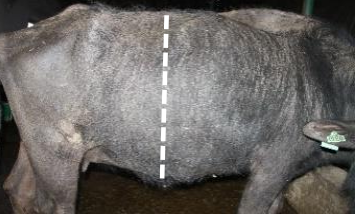

Table 6. Standards for type characteristics of body structure.

**Sağrı Yüksekliği:** Orta sağrı kemiği hizasından zemine kadar olan yükseklik ölçülür.

Kısa	Ortalama						Yüksek
							




Ö: ≤127cm	128-130	131-133	134-136	137-139	140-142	143-145	146-148	≥149 cm
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Beden derinliği:** Sırt çizgisi ile karın bölgesinin en derin noktası arasındaki mesafe ölçülür.

Dar Beden	Ortalama						Derin Beden
							

Ö: ≤58 cm	59-61	62- 64	65-67	68-70	71-73	74-76	77-79	≥80 cm
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Sırt-Bel Uzunluğu:** Ön küreğin orta noktası ile leğen kemiğinin başlangıç noktası arasındaki mesafe ölçülür.

Kısa Sırt-Bel	Ortalama						Uzun Sırt-Bel
							




Ö: ≤64cm	65-67	68-70	71-73	74-76	77-79	80-82	83-85	≥86 cm
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.

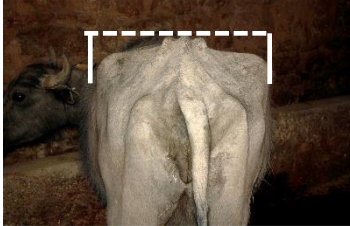


## Çizelge 6. Devamı.

Table 6. Continue.

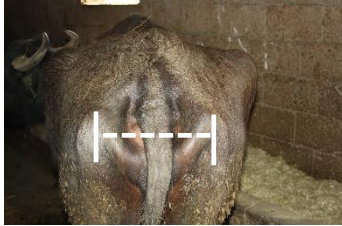
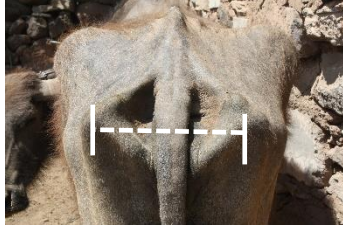
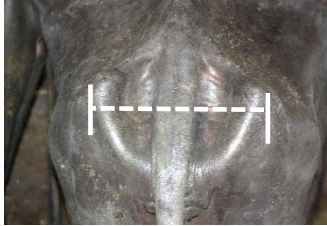
**Sağrı Uzunluğu:** Leğen kemiği başlangıç noktası ile oturak yumrusunun uç kısmı arası mesafe ölçülür.

Kısa Sağrı	Ortalama						Uzun Sağrı		
									
Ö: ≤40cm	41-42	43-44	45-46	47-48	49-50	51-52	53-54	≥55 cm	
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93	




**Kalça Genişliği:** Leğen kemiklerinin dış kıvrımları arasındaki mesafe ölçülür.

Dar Kalça	Ortalama						Geniş Kalça		
									
Ö: ≤42 cm	43-45	46-48	49-51	52-54	55-57	58-60	61-63	≥65 cm	
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93	

**Sağrı Genişliği:** Oturak yumruları arasındaki mesafe ölçülür.

Dar Sağrı	Ortalama						Geniş Sağrı		
									
Ö: ≤17 cm	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	≥32 cm	
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93	

**Sağrı Eğimi:** Leğen kemiğinin yere paralel düzlemine göre oturak yumrusunun yaptığı açı ölçülür.

Dik Sağrı	Ortalama						Eğimli Sağrı		
									
Ö: ≤15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	≥23°	
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93	

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.

Bu çalışmada SY için tespit edilen değer (137.78 cm), Zahariev vd. (1986) ve Kocaman vd. (2017) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmasına karşılık, Anonim (2004), Negretti vd. (2008), Vohra vd. (2015), De melo vd. (2018), Gonzalez Guzman vd. (2020), Putra ve Hilmanwan (2021) ve Zhang vd. (2022) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada, BD özelliği için elde edilen değer (67.67 cm), Aksel (2015), Negretti vd. (2008), Ahmad vd. (2013), Vohra vd. (2015), Soysal vd. (2016), Dhillod vd. (2017), De Melo vd. (2018) ve Zhang vd. (2022) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Çalışmada KG özelliği için elde edilen değer (54.69 cm), Vohra vd. (2015), Soysal vd. (2016), De Melo vd. (2018) ve Dahiya vd. (2022) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmasına karşılık olarak, Ahmad vd. (2013), Aksel (2015), Kocaman vd. (2017), Dhillod vd. (2017), Gonzalez Guzman vd. (2020) ve Zhang vd. (2022) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada, SG özelliği için tespit edilen değer (24.66 cm), Aksel (2015), Vohra vd. (2015), Soysal vd. (2016), Kocaman vd. (2017), Putra ve Hilmanwan (2021) ve Dahiya vd. (2022) tarafından bildirilen değerlerden yüksek; Ahmad vd. (2013), Dhillod vd. (2017), De Melo vd. (2018), Gonzalez Guzman vd. (2020) ve Zhang vd. (2022) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur. Bu çalışmada, SE özelliği için elde edilen değer (20.62°), Dahiya vd. (2022) tarafından bildirilen değerden yüksek olmasına karşılık, Zhang vd. (2022) tarafından bildirilen değerden düşük bulunmuştur.

**Çizelge 7.** Beden yapısı özelliklerine ait istatistiki bilgiler.

Table 7. Statistical information for body structure.




Özellik	Değerlendirme							
	Tipi	N	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Variance	Range
SY	Ölçüm	611	137.78 ± 0.23	127	149	5.577	31.100	22
	1-9	611	4.93 ± 0.08	1	9	1.893	3.584	8
	68-93	611	79.78 ± 0.23	69	91	5.577	31.100	22
BD	Ölçüm	611	67.67 ± 0.24	58	82	5.786	33.478	24
	1-9	611	4.53 ± 0.08	1	9	1.940	3.763	8
	68-93	611	77.67 ± 0.24	68	92	5.786	33.478	24
SBU	Ölçüm	611	75.46 ± 0.21	64	86	5.094	25.946	22
	1-9	611	5.51 ± 0.07	1	9	1.806	3.262	8
	68-93	611	80.46 ± 0.21	68	91	5.094	25.946	23
SU	Ölçüm	611	47.19 ± 0.17	40	57	4.107	16.865	17
	1-9	611	4.76 ± 0.08	1	9	2.02	4.079	8
	68-93	611	80.18 ± 0.27	68	93	6.581	43.311	25
KG	Ölçüm	611	54.69 ± 0.18	42	65	4.519	20.419	23
	1-9	611	5.40 ± 0.06	1	9	1.44	2.073	8
	68-93	611	80.69 ± 0.18	68	91	4.519	20.419	23
SG	Ölçüm	611	24.66 ± 0.14	17	32	3.363	11.308	15
	1-9	611	5.46 ± 0.07	1	9	1.753	3.074	8
	68-93	611	81.23 ± 0.23	68	93	5.739	32.938	25
SE	Ölçüm	611	20.62 ± 0.08	15	23	2.044	4.179	11
	1-9	611	5.39 ± 0.06	1	9	1.415	2.003	8
	68-93	611	81.06 ± 0.18	68	93	4.39	19.268	25

SY: Sağrı Yüksekliği, BD: Beden Derinliği, SBU: Sırt-Bel Uzunluğu, SU: Sağrı Uzunluğu, KG: Kalça Genişliği, SG: Sağrı Genişliği, SE: Sağrı Eğimi.

Et verim yönü itibariyle hayvanın performansının bir göstergesi olan Kaslılık, bud genişliği özelliğinin ölçülerek tespit edilmiştir. Bu özelliğe ait varyasyonu gösteren standartlar ve özelliğe ait istatistiki bilgiler Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir.

**Çizelge 8.** Kaslılık özelliğine ait standartlar.

Table 8. Standards for type characteristic of Muscularity.

<b>Bud Genişliği:</b> Sağ ve sol kalça eklemi çıkıntıları arasındaki mesafe ölçülür.									
Dar	Ortalama						Geniş		
									
Ö: ≤36 cm	37-39	40-42	43-45	46-48	49-51	52-54	55-57	≥59 cm	
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93	

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.

**Çizelge 9.** Kaslılık özelliğine ait istatistiki bilgiler.

Table 9. Statistical information for muscularity.

Özellik	Değerlendirme			Std.				
	Tipi	N	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Minimum	Maximum	Deviation	Variance	Range
	Ölçüm	607	46.10 ± 0.17	36	59	4.169	17.384	23
BG	1-9	607	4.88 ± 0.07	1	9	1.647	2.712	8
	68-93	607	80.10 ± 0.21	68	93	5.177	26.803	25




BG: Bud genişliği.

BG özelliği için belirlenen değer, Javed vd. (2013) Nili-Ravi ırkı için; De Melo vd. (2018) tarafından Murrah ırkı için ve Gonzalez Guzman vd. (2020) tarafından Akdeniz manda ırkı için bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur.

Ayak ve bacak yapısı ile ilgili doğrusal tip özelliklerine ait standartlar Çizelge 10'de, istatistiki bilgiler Çizelge 11'de verilmiştir.

**Çizelge 10.** Ayak ve bacak yapısı özelliklerine ait standartlar.

Table 10. Standards for type characteristics of foot and leg structure.

<b>Tırnak Taban Yüksekliği:</b> Arka ökçedeki koryumun üst noktasının zeminden olan yüksekliği ölçülür.									
Düşük Taban	Ortalama						Yüksek Taban		
									
Ö: ≤1 cm	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	≥5 cm	
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93	

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.

Çizelge 10. Devamı.

Table 10. Continue.

**Arka Bacak Açısı Eğimi:** Diz ekleminin iç kısmının tırnak ucu ve pelvise doğru yaptığı açı ölçülür.

Dik Açılı

Ortalama

Dar Açılı



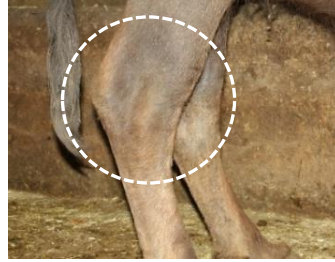
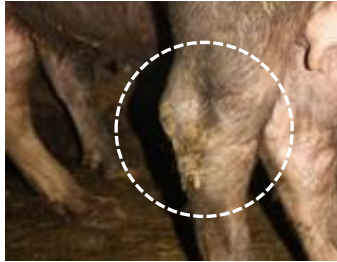
Ö: $\leq 133^\circ$	134-136	137-139	140-142	143-145	146-148	149-151	152-154	$\geq 155^\circ$
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Arka Diz Kalitesi:** Diz ekleminin dış yüzeyinde doku durumu ve eklemin belirginliği puanlanır.

Kaba Diz Kalitesi

Ortalama

Kuru Diz Yapısı



P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Arka Bacak Duruşu:** Tırnakların içe ya da dışa doğru yaptığı açı ve arka dizler arasındaki mesafe puanlanır.

Dışa Dönük (X bacaklılık)

Paralel ve hafif dışa dönek

Paralel ve İçe Dönük



P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.

Çizelge 11. Ayak ve bacak yapısı özelliklerine ait istatistik bilgileri.

Table 11. Statistical information for foot and leg.

Özellik	Değerlendirme Tipi	N	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Variance	Range
ABA	Ölçüm ( $^\circ$ )	609	145.13 $\pm$ 0.18	133	157	4.551	20.707	24
	1-9	609	5.55 $\pm$ 0.09	1	9	1.940	3.764	8
	68-93	609	80.30 $\pm$ 0.18	68	92	4.330	18.751	24

ABA: Arka bacak açısı.

Çizelge 11. Devamı.

Table 11. Continue.

Özellik	Değerlendirme Tipi	N	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Variance	Range
TTY	Ölçüm (cm)	609	2.53 ± 0.16	2	5	0.396	0.157	3
	1-9	609	4.06 ± 0.32	3	6	0.793	0.628	3
	68-93	609	80.18 ± 0.10	77	86	2.378	5.653	9
DEK	1-9	609	5.83 ± 0.04	1	9	1.093	1.195	8
	68-93	609	81.33 ± 0.14	70	93	3.535	12.497	23
ABD	1-9	609	3.80 ± 0.05	1	7	1.135	1.287	6
	68-93	609	80.55 ± 0.17	71	93	4.216	17.777	22

TTY: Tırnak taban yüksekliği, DEK: Diz eklem kalitesi, ABD: Arka bacak duruşu.

Ayak ve Bacak yapısı özelliklerinden ABA özelliği için tespit edilen değer, Aksel (2015) tarafından Anadolu Mandası için bildirilen değerden düşük olmasına karşılık, aynı araştırmacının İtalyan mandası için bildirdiği değerden yüksek bulunmuştur.

TTY özelliği için çalışmada elde edilen değer, Aksel (2015) tarafından Anadolu ve İtalyan mandaları için bildirdiği değerlerden, Soysal vd. (2016) tarafından Anadolu Mandası için bildirdikleri değerden düşük bulunmasına karşılık, Zhang vd. (2022) tarafından Akdeniz Mandası için bildirdikleri değere yakın bulunmuştur.

ABD özelliği için elde edilen değer, Aksel (2015) tarafından Anadolu ve İtalyan mandaları için bildirdikleri değerler ve Sosyal vd. (2016) tarafından Anadolu Mandası için bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur.

Meme yapısına ait tip özelliklerine ait standartlar ve istatistiki bilgiler Çizelge 12' ve Çizelge 13'de verilmiştir.

Süt verim yönünü temsil eden meme yapısı kapsamında 9 doğrusal özellik sınıflandırılmıştır. Meme özelliklerinden ön meme başı yerleşimi, arka meme başı yerleşimi, meme taban yüksekliği, meme merkez bağı 1-9 puan skalası üzerinden subjektif olarak değerlendirilmiştir. Ön meme bağlantı açısı hayvanların çoğunluğunda ölçülemediği için 1-9 puan skalası üzerinde verilen puanlar dikkate alınmıştır. Diğer meme özellikleri ölçülerek, her bir cm'e karşılık gelen puan üzerinden sınıflandırma yapılmıştır.

Meme özelliklerinden ÖMB için elde edilen değer, Aksel (2015) ve Soysal vd. (2016) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur (Çizelge 14).

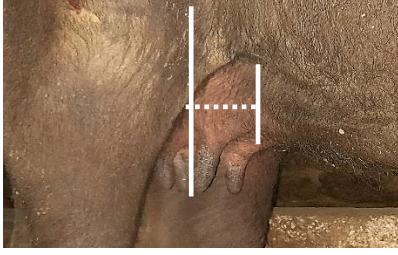

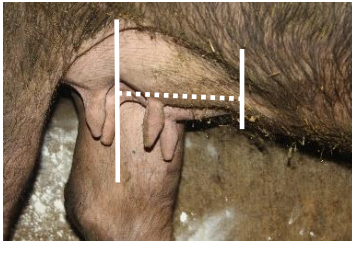
MTY özelliği için bulunan değer, Aksel (2015) tarafından Anadolu Mandası ve İtalyan Mandası için bildirdiği değerlerden, Soysal vd. (2016) Anadolu Mandası için, Zhang vd. (2022) tarafından Akdeniz Mandası için bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur (Çizelge 14).

ÖMBU özelliği için elde edilen değer, Aksel (2015) tarafından İtalyan Mandası için bildirdiği değerden yüksek bulunmasına karşılık, Prasad vd. (2010) tarafından Murrah ırkı için, Muhammad vd. (2013) tarafından Nili-Ravi ırkı için, Aksel (2015) tarafından Anadolu Mandası için, Jaayid vd. (2011) tarafından Irak Mandası için, Lavania vd. (2011) tarafından Murrah ırkı için, Poudel vd. (2022) tarafından Murrah ırkı için ve Zhang vd. (2022) tarafından Akdeniz Mandası için bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur (Çizelge 14).




Çizelge 12. Meme yapısı özelliklerine ait standartlar.

Table 12. Standards for type characteristics of udder structure.



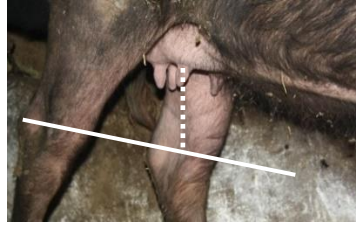
**Ön Meme Lobu Uzunluğu:** Ön ve arka meme başı orta noktası ile meme ön bağlantı noktasının arası ölçülür.

Kısa	Ortalama			Uzun				
								
Ö: ≤5 cm	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	≥20 cm
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

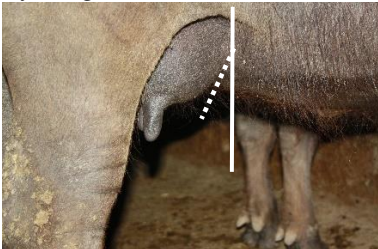


**Arka Meme Lobu Uzunluğu:** Ön ve arka meme başı orta noktası ile arka memenin dış çizgisi arası ölçülür.

Kısa	Ortalama			Uzun				
								
Ö: ≤6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	≥21
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Meme Taban Yüksekliği:** Diz eklemi düzlemine göre meme tabanı puanlanır. Diz eklem düzlemi 3 puandır.

Düşük Meme Tabanı	Ortalama Meme Tabanı			Yüksek Meme Tabanı				
								
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Ön Meme Bağlantı Açısı:** Çizilen dikey düzleme göre ön meme lobu dış çizgisinin yaptığı açı ölçülür.


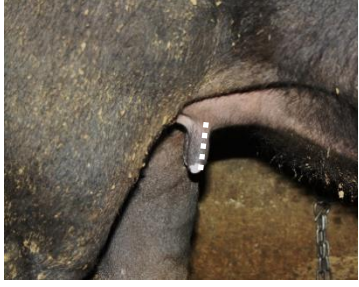

Zayıf Bağlantı	Ortalama			Güçlü Bağlantı				
								
Ö: 1-10°	11-20°	21-30°	31-40°	41-50°	51-60°	61-70°	71-80°	81-90°
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.




Çizelge 12. Devamı.

Table 12. Continue.

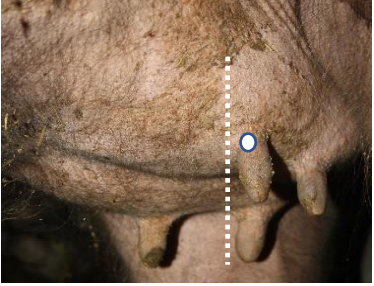

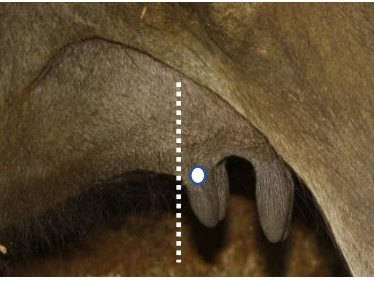
**Ön Meme Başı Uzunluğu:** Meme başı ucu ile dip kısmı arasındaki uzunluk ölçülür.

Kısa	Ortalama						Uzun	
								
Ö: ≤ 4cm	5 cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm	11cm	≥ 12 cm
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

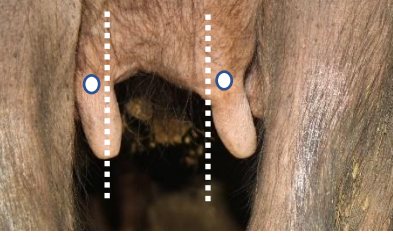
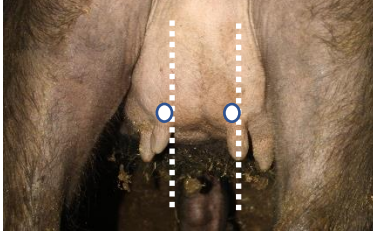
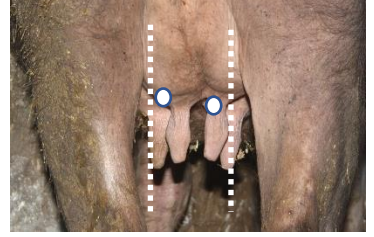
**Ön Meme Başı Kalınlığı:** Ön meme başının orta kısmındaki kalınlık ölçülür.

İnce	Ortalama						Kalın	
								
Ö: ≤ 2cm	2,50	2,75	3,0	3,5	4,0	4,25	4,50	≥ 5 cm
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Ön Meme Başı Yerleşimi:** Ön meme başının bağlı olduğu çeyreğin orta noktasına göre konumu puanlanır.

Meme Lobuna Göre Dışta	Meme Lobuna Göre Ortada				Meme Lobuna Göre İçte			
								
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

**Arka Meme Başı Yerleşimi:** Meme başının bağlı olduğu çeyreğin orta noktasına göre konumu puanlanır.

Meme Lobuna Göre Dışta	Meme Lobuna Göre Ortada				Meme Lobuna Göre İçte			
								
P: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
D: 68-70	71-73	74-76	77-79	80	81-83	84-86	87-89	90-93

Ö: Ölçüm değeri, P: Doğrusal puan, D: Fleckscore derecesi.





Çizelge 13. Devamı.

Table 13. Continue.

Özellik	Değerlendirme Tipi	N	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Minimum	Maximum	Std.		
						Deviation	Variance	Range
ÖMBY	1-9	602	4.39 ± 0.03	3	5	0.639	0.408	2
	68-93	602	85.25 ± 0.31	74	93	7.522	56.581	19
AMBY	1-9	602	6.03 ± 0.06	3	9	1.410	1.988	6
	68-93	602	80.53 ± 0.25	68	93	6.083	37.008	25
MMB	1-9	602	4.50±0.03	3	6	0.813	0.660	3
	68-93	602	80.42±0.28	68	93	6.940	48.158	25

ÖMBK: Ön meme başı yerleşimi, AMBY: Arka meme başı yerleşimi, MMB: Meme merkez bağı.

Çizelge 14. Meme yapısı özellikleri için araştırma sonuçlarının karşılaştırması.

Table 14. Comparison of research results for udder structure characteristics.

Araştırmacı	İrk	ÖMLU	ARLU	ÖMB	MTY	ÖMBU	ÖMBK	ÖMBY	AMBY	MMB
Çalışma Sonucu	Anadolu	4.78	5.15	6.12	8.24	4.57	4.84	4.39	6.03	4.50
Prasad vd. (2010)	Murrah					5.00				
Jaayid vd. (2011)	Irak					6.00	4.00			
Lavana vd. (2011)	Surti					6.90				
Muhammad vd. (2013)	Nili-Ravi					9.60	4.08			
Aksel (2015)	Anadolu			4.20	5.20	5.00		3.80	4.60	
Aksel (2015)	İtalyan			5.00	4.00	4.00		3.00	4.00	
Soysal vd. (2016)	Anadolu			5.00	5.00			5.00	5.00	
Sahu vd. (2016)	Murrah						5.00			
Poudel vd. (2022)	Murrah					6.00				
Zhang vd. (2022)	Akdeniz			6.00	8.00	7.41				7.00

ÖMLU: Ön meme lobu uzunluğu, ARLU: Arka meme lobu uzunluğu, ÖMB: Ön meme bağlantısı, MTY: Meme taban yüksekliği, ÖMBU: Ön meme başı uzunluğu, ÖMBK: Ön meme başı kalınlığı, ÖMBK: Ön meme başı yerleşimi, AMBY: Arka meme başı yerleşimi, MMB: Meme merkez bağı.

ÖMBK özelliği için elde edilen değer, Muhammad vd. (2013) tarafından Nili-Ravi ırkı için bildirdikleri değerden düşük bulunmuştur.

MMB özelliği için elde edilen değer, Zhang vd. (2022) tarafından Akdeniz mandası için bildirdikleri değerden yüksek bulunmuştur (Çizelge 14).

## SONUÇ

Günümüzde sığır ırklarına yönelik yürütülen ıslah çalışmaları kapsamında seleksiyon kriterleri içerisinde önemli bir yere sahip olan tip özelliklerinin mandaların seleksiyon çalışmalarında da etkin şekilde kullanımına başlanması gerekmektedir.

Türkiye’de süt ve kırmızı etin önemli kaynaklarından birisi durumundaki manda türüne yönelik ıslah çalışmaları, süt verimi ve malakların büyüme ve gelişme kabiliyeti üzerinde yoğunlaşmaktadır. Söz konusu seleksiyon kriterleriyle birlikte dişi mandaların beden yapısı, kaslılık, meme yapısı ve ayak-bacak

yapısı özellikleri özelliklerine göre seçilmesinin manda ıslah çalışmalarına önemli katkı sağlaması beklenmektedir.

Bu çalışmanın, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 18 İl’de yürütülmekte olan “Halk Elinde Anadolu Mandası Islahı Ülkesel Projesi” kapsamındaki sürülerin ıslah çalışmalarına önemli bir katkı sağlaması da beklenmektedir.

Manda Yetiştirici Birlikleri tarafından tip sınıflandırma özelliklerine ait yeteri kadar verinin toplanmasını müteakip ırk ıslahına katkı açısından tip özelliklerine göre damızlık seçimi yapılması mümkün olacaktır. Bu çalışmadaki ortaya konulan yöntem ve sonuçlara dayalı olarak, tip özelliklerinin döl verimi, süt verimi, malaklarda büyüme ve gelişme, sütün kimyasal kompozisyonu, karkas verimi ile fenotipik ve genetik ilişkilerini konu olan daha detaylı araştırmaların yapılması tavsiye edilmektedir.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlanması, literatür taraması ve kurgulanması OŞ ve MİS tarafından yapılmıştır. Arazi çalışmaları ve verilerin alınması OŞ ve OBÇ tarafından, verilerin analizi ve yorumlanması OŞ ve MİS tarafından, makalenin yazımı OŞ tarafından gerçekleştirilmiştir.

### ETİK KURUL

Mandalar üzerinde yapılacak sınıflandırma çalışması için Muş ve Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlüklerinden proje bazlı izin alınmış olup, hayvan refahını kısıtlayan ve deneme öngören herhangi bir uygulama olmaması nedeniyle Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul izni alınmamıştır.

### TEŞEKKÜR

Bu makalenin üretilmiş olduğu proje çalışması Muş Alparslan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAP) tarafından BAP-20-UBF-4901-06 proje numarası ile desteklenmiştir. Çalışmaya destek veren Muş Alparslan Üniversitesi Rektörlüğüne, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne, Bitlis ve Muş Tarım ve Orman İl Müdürlüklerine, Bitlis İli Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliği Yönetim Kurulu’na, Birliğin değerli çalışanlarına ve proje çalışmasına işletmelerini açarak destek veren değerli yetiştiricilere sonsuz teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

- Ahmad, N., Abdullah, M., Javed, K., Khalid, M. S., Barbar, M. E., & Nasrullah U. Y. (2013). Relationship between body measurements and milk production in Nili-Ravi. buffaloes maintained at commercial farms in peri-urban vicinity of Lahore. *Buffalo Bulletin*, 32(2), 792-795.
- Anonim (2004). *Yerli hayvan ırk ve hatlarının tescili hakkında tebliğ. 25668 Sayılı Resmi Gazete ve 2004/39 no’lu tebliğ. Ek-4 ve Ek-6*, <http://www.rega.basbakanlik.gov.tr>. [Erişim tarihi: 12 Şubat 2023].
- Aksel, M. (2015). *İstanbul’da yetiştirilen Anadolu mandalarının çeşitli verim özellikleri bakımından değerlendirilmesi ve linear tip puanlaması üzerine bir çalışma* [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- De Melo, B. A., Nascimento, I. M., Santos, L. T. A., De Lima, L. G., De Araújo. F. C. T., Rios, R. R. S., Couto, A. G., & Fraga, A. B. (2018). Body morphometric measurements in Murrah crossbred buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1307-1312. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1502669>
- Dahiya, S., Kumar, M., Ratwan, P., & Dhillod, S. (2022). Genetic analysis of biometric traits in Murrah buffaloes using Bayesian approach. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 46, 285-292. <https://www.doi.org/10.55730/1300-0128.4176>
- Dhillod, S., Kar, D., Patil, C. S., Sahu, S., & Singh N. (2017). Study of the dairy characters of lactating Murrah buffaloes on the basis of body parts measurements. *Vet World*, 10(1), 17–21. <https://www.doi.org/10.14202/vetworld.2017.17-21>
- Gonzalez Guzman, J. L., Fernandes Lázaro, S., Vieira do Nascimento, A., Jordan de Abreu Santos, D., Francisco Cardoso, D., Becker Scalez, D. C., Galvão de Albuquerque, L., Hurtado Lugo, N. A., & Tonhati, H. (2020). Genome-wide association study applied to type traits related to milk yield in water buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Journal of Dairy Science*, 103, 1642–1650. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16499>

- Jaayid, T. A., Yousief, M. Y., Hamed, F. H., & Owaid, J. M. (2011). Body and udder measurements and heritability and their relationship to the production of milk in the Iraqi buffalo. *International Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 7(5), 553-564.
- Javed, K., Mirza, L. H., Abdullah, M., Pasha, T. N., & Akhtar, M. (2013, May 6-8). *Studies on linear type traits and morphometric measurements in Nili-Ravi buffaloes of Pakistan* [Paper presentation]. The 10th World Buffalo Congress and the 7th Asian Buffalo Congress, Hilton Phuket Arcadia Resort and Spa, Phuket, Thailand.
- Kocaman, I., Gurcan, E. K., Kurc, H. C., & Soysal, M. I. (2017). Determination of body measurements, live weights and manure production of dairy. Anatolian water buffaloes in the Istanbul region. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4(4), 62-66.
- Kučera, J. (2014). The Europe evaluates simmental cattle by Fleckscore system. *Zpravodaj Svazu chovatelů a plemenné knihy českého strakatého skotu*, 2, 8-9.
- Lavana, P., Khadda, B. S., & Pathodiya, O. P. (2011). Studies on udder measurement traits in Surti buffaloes. *Journal of Progressive Agriculture*, 2, 70-72.
- Luntz, B. (2014). Fleckscore weltweit anwendbar. *Fleckvieh*, 3, 36-37.
- Muhammad, A., Khalid, J., Muhammad, S. K., Nisar, A., Jalees, A. B., & Umair, Y. (2013). Relationship of udder and teat morphology with milk production in Nili-Ravi buffaloes of Pakistan. *Buffalo Bulletin*, 32(2), 1335-1338.
- Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S., Terramoccia, S., & Verna, M. (2008). Determination of live weight and body condition score in lactating Mediterranean buffalo by visual image analysis. *Livestock Science*, 113, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.018>
- Prasad, R. M. V., Sudhakar, K., Raghava Rao, E., Ramesh Gupta, B., & Mahender. M. (2010). Studies on the udder and teat morphology and their relationship with milk yield in Murrah buffaloes. *Livestock Research for Rural Development*, 22, 20. <http://www.lrrd.org/lrrd22/1/pras22020.htm>. [Access date: March 24, 2023].
- Poudel, S. P., Chetri, D. K., Sah, R., & Jamarkatel, M. (2022). Relationship between udder and teat conformations and morphometrics with milk yield in murrah buffaloes. *Journal of Agriculture and Forestry University*, 5, 209-217. <https://doi.org/10.3126/jafu.v5i1.48467>
- Putra, W. P. B., & Hilmanwan, F. (2021). Principal component analysis (PCA) of body measurements in male swamp buffalo of Indonesia. *Journal of Applied Biological Sciences*, 16(1), 70-79. <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5826167>
- Sahu, B. K., Saharad, M., & Ashutosh, D. (2016). Appraisal of linear type traits in graded Murrah buffaloes. *Buffalo Bulletin*, 35(2), 291-298.
- Soysal, M. İ. (2009). *Manda ve ürünleri üretimi*. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Ders Notları.
- Soysal, M. İ., Aksel, M., Tuna, Y. T., Genç, S., & Gürcan, E. K. (2016). Forming linear type scoring of Anatolian water buffalo raised in İstanbul. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 13(03), 143-155.
- Şahin, G. (2015). Türkiye zirai hayatında manda (*Bubalus bubalis*) yetiştiriciliği ve manda ürünlerinin değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 31, 14-40.
- Şahin, O. (2011). *Süt sığırlarında tip sınıflandırması ve vücut kondisyonu değerlendirme*. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları.
- Şengör, R. (1985). *Esmer sığırlarda dış yapı ile süt verimi arasındaki ilişki* [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi].
- Talla, S. G., Wachau, R., Srinivasulu, P., Choudary, S., Choudary, A. P., Singh, S. V., & Upadhyay, R. C. (2013, May 6-8). *Morphometric characteristics of Indian buffaloes* [Paper presentation]. The 10th World Buffalo Congress and the 7th Asian Buffalo Congress, Hilton Phuket Arcadia Resort and Spa, Phuket, Thailand.
- Vohra, V., Niranjana, S. K., Mishra, A. K., Jamuna, V., Chopra, A., Sharma, N., & Jeong, D. K. (2015). Phenotypic characterization and multivariate analysis to explain body conformation in lesser-known buffalo (*Bubalus bubalis*) from North India. *Asian Australas. Journal of Animal Science*, 28(3), 311-317. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0451>
- Yener, S. M. (1987). *Büyükbaş hayvan yetiştirme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ders Notu, No:138.
- Yılmaz, S. (2013). *Afyonkarahisar Region Buffalo Breeding. Kucukcobanlı village example*. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yılmaz, İ., Şahin, O., & Mabrouk, E. (2021). Current Anatolian Water Buffalo (*Bubalus bubalis*) husbandry practices at Iğdir Province, Turkey. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences* 5(1), 107-117. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol5iss1pp107-117>
- Zahariev, Z. İ., Alekseyev, A. I., & Nikolova, S. D. (1986). Morphological and genetically survey of water buffaloes. Bivali, Zemizdat, Sofia.
- Zhang, X., An, Z., Niu, K., Chen, C., Ye, T., Shaukat, A., & Yang, L. (2022). Evaluation of type traits in relation to production, and their importance in early selection for milk performance in dairy buffaloes, *animal*, 16(11), 100653. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100653>



## Sinop İlinde Keçi İşletmelerinin Sürü Yönetimi ve Hayvan Refahına Uygunluğunun İncelenmesi

Investigation of Suitability for Herd Management and Animal Welfare in Farm Reared Goat in Sinop Province

Ali Kaygısız<sup>1</sup> , İsa Yılmaz<sup>2</sup> , Kamil Emin Taşan<sup>3</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 27.05.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 06.09.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Bu çalışma da Sinop ilinde keçi yetiştiriciliği yapan işletmelerin sürü yönetimi ve hayvan refahına uygunluğu değerlendirilmiştir. Çalışmada 100 adet işletme sahibinden yüz yüze anket yoluyla veriler alınmıştır. Keçi yetiştiren işletmelerde hayvan refahına ait yeterlilikler incelendiğinde; dinlenme alanı yeterliği %75, aydınlatma %55, havalandırma %37, yemlik alanı %73 ve suluk alanı %63 oranında yeterli bulunmuştur. Hayvan refahı açısından değerlendirmede ise; işletmelerde doğuma hazırlık yapılması %20, doğum bölmesi kullanımı %25, göbek kordonu bakımı %19, parazit mücadelesi %99, emiştirmede ölüm görülen işletmelerin oranı %91, yabani hayvan saldırısı %99, sürüde total hayvan varlığı %23 ve yavruları ana ile otlatma uygulaması %88 oranında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, keçi yetiştiren işletmelerde hayvan refahının tam olarak sağlanamadığı kanaatine varılmıştır. Bu problemi çözmek için, Sinop ilinde keçi yetiştiren işletme sahiplerine hayvan refahının iyileştirilmesi için gerekli yardımlar ve destekler sağlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Keçi yetiştiriciliği, hayvan refahı, işletme, sürü idaresi, Sinop ili

&amp;

**Abstract:** In this study, the suitability for herd management and animal welfare of goat breeding farms in the province of Sinop was evaluated. In the study, data were obtained through face-to-face questionnaires from 100 farms owners. When the competencies of animal welfare in goat breeding farms are examined; it was found adequacy of resting area 75%, lighting 55%, ventilation 37%, feeder area 73% and drinker area 63%. In terms of animal welfare; It has been determined that was done preparation for birth 20%, use of maternity chamber 25%, umbilical cord care 19%, parasite control 99%, death rate in sucking 91%, wild animal attack 99%, lame animal existence in the herd 23%, and grazing practice 88%. According to the results of this study, it was concluded that animal welfare could not be fully achieved in goat breeding farms. In order to solve this problem, necessary aids and supports should be provided to the owners of goat breeding farms in Sinop province to improve animal welfare.

**Keywords:** Goat breeding, animal welfare, management, herd management, Sinop province

**Atıf/Cite as:** Kaygısız, A., Yılmaz, İ & Taşan, K.E. (2024). Sinop ilinde keçi işletmelerinin sürü yönetimi ve hayvan refahına uygunluğunun incelenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 477-489. doi: 10.24180/ijaws.1303590.

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Prof. Dr. Ali Kaygısız, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, [alikaygisiz@ksu.edu.tr](mailto:alikaygisiz@ksu.edu.tr) (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

<sup>2</sup> Doç. Dr. İsa Yılmaz, Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim Bölümü, Muş, [dr.isayilmaz@gmail.com](mailto:dr.isayilmaz@gmail.com)

<sup>3</sup> Ziraat Mühendisi Kamil Emin TAŞAN, Durağan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Durağan-Sinop, [emintasan@hotmail.com](mailto:emintasan@hotmail.com)

## GİRİŞ

Kırsal kesimde hayvancılık sektörü sadece sürdürülebilir bir geçim kaynağı değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik büyüme için de uygun bir araçtır (Hamadani vd., 2023). İklim şartları ne olursa olsun, tüm dünyada kırsal alanlarda yaşayan, dar gelirli ailelerin geçimlerinin bir bölümü küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinden sağlanmaktadır. Çok eskiden beri dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde yaşayan insanlar için sürdürülebilir geçim kaynağı küçükbaş hayvan yetiştiriciliği olmuştur. Bu insanlar kıtlık zamanlarında bile düşük kaliteli hayvan yemi olan besin kaynaklarından küçükbaş hayvanlar vasıtasıyla süt ve et gibi besin değeri yüksek ürünler elde etmeyi başarmışlardır.

Hava sıcaklığı ve bağıl nem, geviş getiren hayvanların üretim potansiyelleri üzerinde doğrudan etkili olan faktörlerdir (Seixas et al., 2017). Aşırı çevre koşullarında koyun ve keçi, diğer geviş getiren hayvanlara göre sıcaklık stresini daha iyi tolere ederler (Al-dawood, 2017; Bakheit et.al., 2017). Küçükbaş hayvanlar, oksijenin daha az olduğu yüksek rakımlı dağlardan, rakımı çok düşük arazilere kadar değişen, termal stresli bir ortamın en uyumlu hayvan türleridir (Brito et al., 2019; Wei et al., 2015). Keçiler aynı zamanda götürüldükleri bölgelere kolay adapte olan hayvanlardır (Yılmaz ve Can, 2022). Ancak bunun için çevrenin korunmasına, hayvanların yaşam fizyolojilerine ve davranışlarına uygun yetiştirme tecrübelerine uyularak refahlarının sağlanması ile hayvanlarda verimlerin sürdürülebilirliği sağlanabilir (Yılmaz ve Çam, 2023)

Nitekim, son yıllarda yapılan araştırmalarda, daha iyi termo-toleransları (Serradilla vd., 2018), kuraklığa toleransları (Stone vd. 2020), düşük verimli meralardan yüksek oranda yararlanma yetenekleri (Chebli vd., 2020), hastalıklara direnç kapasiteleri (Pal ve Chakravarty, 2020) ve yem mevcudiyeti ile ilgili değişen iklimin dolaylı etkileri bağlamında yüksek performansları nedeniyle, keçi yetiştirme büyükbaş hayvan yetiştiriciliğine göre daha ekonomik ve sürdürülebilir olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Çiftlik hayvanları arasında, keçiler sıcak iklimlerde hayatta kalmaya en uygun hayvanlar olarak kabul edilir. Ancak, değişen iklim senaryosunda özellikle küçükbaş hayvansal üretimini sürdürmek zorlu bir görev haline gelmiştir (Sejian vd., 2018). Küresel ısınma ile birlikte ısı stresinin artması, süt ve et üretimini olumsuz etkileyecek olup, bağışıklık tepkisini de tehlikeye atacaktır. Bu nedenle keçilerin adaptasyonu ve üretim performanslarının incelenmesiyle, refah durumları izlenmelidir (Sejian vd., 2021).

Türkiye’de de küçükbaş hayvancılığın küçük aile işletmelerinde, ekstansif koşullarda ve geleneksel olarak gelir getirici ve aile ihtiyaçlarının karşılanması için yapılan bir faaliyet olduğu bilinmektedir (Yıldız ve Aygün, 2021). Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte, kurak ve yarı kurak bölgelerde küçükbaş hayvanların hayvansal üretim için hayati bir rol oynayacağı düşünülmekte olup, gelecek yıllarda daha fazla ihtiyaç duyulacaktır (Ben Salem ve Smith, 2008).

Hem ticari anlamda hem de aile ihtiyacının karşılanmasında ucuz ve basit tekniklerle küçükbaş hayvan üretimini artırıcı çalışmaların yapılması bir zorunluluktur (Indu ve Pareek, 2015). Aksi takdirde hem hayvansal gıdaların üretim maliyeti artacak, hem de hayvanlardan alınan verimler düşecektir. Hayvanlardan elde edilen toplam verimi artırmanın iki yolu vardır. Birincisi mevcut hayvan sayısını arttırmak, ikincisi ise mevcut hayvanlardan maksimum verim almaktır. Ancak, nüfusun artması ile birlikte artan yerleşim yerleri, hayvan beslemede kullanılan yem üretim alanlarının azalmasına sebep olmaktadır (Koyuncu ve Akgün, 2018).

Hayvansal üretimde maksimum verim alınması hedeflenen hayvan türünün, diğer çevre şartları ile birlikte sıcaklık ve nem değerlerinin konfor bölge aralıklarında olmasına yani hayvan refahının sağlanmasına bağlıdır. Hayvanlara uygun olmayan çevre ve barınma şartları (yüksek sıcaklık ve nem v.b.) hayvanlarda stres yapmakla birlikte davranışsal, fizyolojik ve metabolik olarak değişimlere neden olmaktadır (Sucu vd., 2015). Meydana gelen bu değişimler ise çiftlik hayvanlarından elde edilen verim miktarlarının düşmesine neden olmaktadır (Alkoyak ve Çetin, 2016). Bu nedenle hayvan refahını da sağlayarak hayvansal üretimin verimli, karlı ve sürdürülebilir olması için uygun barınma koşullarının sağlanması (ısı dengesi, havalandırma, hijyen ve yeterli alan) ile hayvanların yaşam kalitesi de artırılmalıdır (Gül ve Örnek, 2019).

Bu bağlamda son zamanlarda bilimsel platformlarda tartışılan konulardan biri olarak hayvan refahı araştırmacıların ve yetiştiricilerin karşısına çıkan bir kavram olmuştur. Hayvan refahının; hem hayvanların yaşam kalitesini artırmak, hem de hayvanlardan elde edilen ürünlerin kalitesini artırmak için gerekli olduğu ifade edilmiştir (Ortega vd., 2016). Bir hayvanın refah içerisinde olduğunun göstergelerinden birisi doğası ve yapısı gereği istediği davranışları yapma özgürlüğüne sahip olması şeklinde ifade edilmiştir (Savaş vd., 2010).

Hayvansal işletmelerin amacı elbette ki karlı bir üretim yapmaktır. Karlı üretim ise, genetik yapısı iyi hayvanların uygun ortamlarda barındırılması ve beslenmesiyle olur. Genetik yapısı ne kadar iyi olursa olsun, hayvanın barındırıldığı ortamın iklimsel koşullara uygun ve hayvanlara refah sağlayacak şekilde düzenlenmesi gereklidir. Ancak bu şekilde barınakta konfor bölgesi oluşturulabilir ve hayvanlara optimum düzeyde fayda (refah) sağlanabilir. Aksi halde zaman içerisinde hayvanın genetik yapısı dejenere olur ve istenilen verim alınamaz (Kocaman vd., 2007).

Bu çalışmada, Sinop ilinde keçi yetiştiriciliği yapan işletmelerde sürü yönetimi ve hayvan refahına yönelik uygulamaların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### *Çalışmanın Materyali*

Çalışmanın materyalini Sinop ilinde keçi yetiştiren 100 işletme sahibiyile sürü yönetimi ve hayvan refahına ait soruları içeren yüz yüze yapılan anket çalışması oluşturmuştur.

### *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 ve Erkan, 1996; Yamane, 2010). Aksi durum söz konusu ise, örneklem yöntemini seçmek daha doğru olur. Araştırmanın yürütüldüğü Sinop ilinde, Sinop İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarına 2022 yılı itibarıyla 3623 adet keçi işletmesi bulunmaktadır. Bu nedenle Yamane (2010) tarafından önerilen Basit Tesadüfî Örneklem Yöntemi kullanılarak (Eşitlik 1) çalışmanın örnek büyüklüğü belirlenmiştir.

$$n = (N \times t^2 \times p \times q) / ((N - 1) \times D^2 + t^2 \times p \times q) \quad (1)$$

n= Örnek büyüklüğü

N= İşletme sayısı

D= Kabul edilen veya arzu edilen örneklem hatası

t= Tablo değeri

p= Hesaplanması istenen oran

q=1-p

$$n = \frac{3623 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{((3623-1) \times 0,1^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5)} = 94$$

Örneklem sayısı 94 adet tespit edilmiş olup, örneklem hatasını en aza indirmek için bu büyüklüğün %5 fazlası alınarak, çalışmada örnek büyüklüğü 100'e tamamlanmıştır.

### *Verilerin Analizi*

Verilerin değerlendirilmesinde IBM SPSS 25.0 paket programı ve Excel hesap tablosu (şekillerin oluşturulması) kullanılmıştır. Anket sayısı 100 adet olduğu için değerlendirmelerde n sayısı verilmemiş ve ifadeler % olarak yorumlanmıştır.

**BULGULAR VE TARTIŞMA**

Sinop ilinde keçi yetiştiriciliği yapan işletme sahiplerinin demografik bilgileri ve tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 1’te verilmiştir.

Sinop ilinde keçi yetiştiriciliği ile geçimini sağlayan işletme sahiplerinin eğitim düzeyleri incelendiğinde büyük çoğunluğunun ilkökul seviyesinde (%46) bir eğitime sahip oldukları belirlenmiştir. Yetiştiriciler %62 oranında 41-60 yaş aralığına (ortalama 52.4 yıl) sahip olmuşlardır (Çizelge 1).

Katılımcılar işletmelerde yetiştiricilik yapma nedenlerinin asıl geçim kaynağı (%95) (meslek olarak) olduğunu ifade etmişlerdir (Çizelge 1). Çak ve Tavalı (2022) Antalya ili Manavgat ilçesinde keçi işletmelerinde yetiştiricilerin %78.6’sının geçimlerini sadece hayvancılık ile sağladığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Yetiştiricilerin demografik bilgileri ve bazı varlıklarına tanımlayıcı istatistikler.

Table 1. Demographic information of breeders and descriptive statistics for some of their assets.

Özellikler	Alt Gruplar	%100	Özellikler	Alt Gruplar	%100
İşletmeci eğitimi	Okur-Yazar değil	10	Yetiştirme deneyimi	1-10	22
	Okur-Yazar	27		11-20	31
	İlkokul	46		21-30	28
	Ortaokul	11		> 31	19
	Lise	4	Sürü kaynağı	Aileden kalma	34
	Üniversite	2		Satın alma	65
İşletmeci yaşı	21-40	13	Hibe	1	
	41-60	62	Yetiştiricilik amacı	Ana geçim kaynağı	95
	>61	25		Ek gelir	5

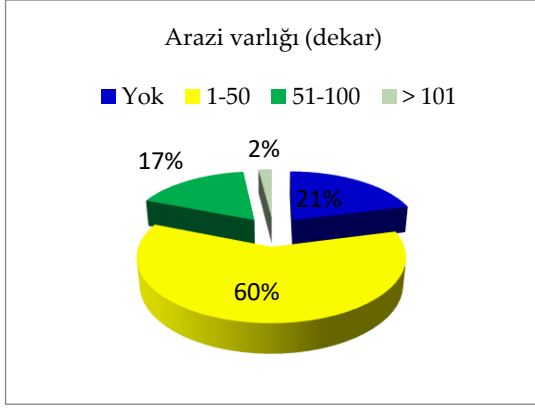
İşletme sahiplerinin keçi yetiştiriciliği deneyimleri 1-10, 11-20, 21-30 ve >31 yıl ve üzeri için sırasıyla %22, %31, %28 ve %19 (ortalama 22.30 yıl) olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda Koyuncu vd. (2006) yetiştirici deneyimlerini 2 ay ile 45 yıl arasında değiştiğini, Gökdal ve Sakarya (2020) ise Çanakkale ili Saanen keçi yetiştiriciliği işletmelerinde deneyim süresini ortalama 12.47 yıl olduğunu bildirmişlerdir. Roseline (2022) Nijerya da keçi yetiştiricilerinin ortalama 15 yıl deneyime sahip olduklarını ve en yüksek 11-15 yıllık (%22.31) aralıkta deneyimlerin yoğunlaştığını bildirmiştir. Bu çalışmada işletme sahiplerinin keçi yetiştiriciliği deneyimleri, aynı amaçla yapılan çalışmalarla kıyaslandığında genel olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu duruma göre (22.30 yıl) işletme sahiplerinin uzun süre keçi yetiştiriciliği yaptıkları ve bu mesleği terk etmedikleri söylenebilir.

Yetiştiricilerin keçi sürüsüne sahip olma kaynakları incelendiğinde %34’ünün aileden kaldığı, %65’inin satın aldığı ve %1’inin ise hibe yoluyla elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu verilere göre yetiştiricilerin çoğunluğunun keçi yetiştiriciliğine hayvanları satın alarak başlaması hayvancılığa dönüş için olumlu bir durum olarak değerlendirilmelidir.

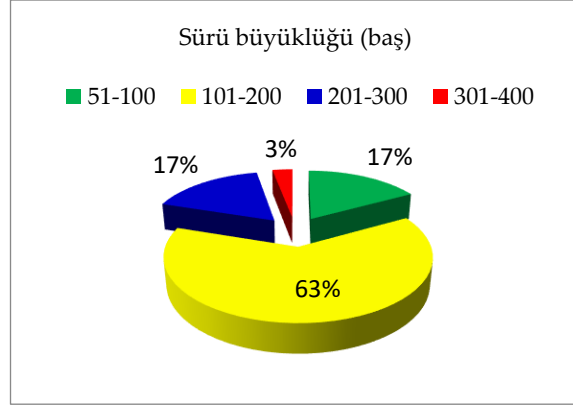
İşletmelerin sahip olduğu arazi varlığının %60’ının 1-50 dekar ve keçi sürüsü büyüklüğünün ise, %63 oranında 101-200 baş olduğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2). Koyuncu vd., (2006) işletmelerin sahip olduğu keçi sürüsü büyüklüğünün 6 ile 115 baş arasında olduğunu bildirmişlerdir. Roseline (2022) ise, Nijerya’da 5-10 baş keçiye sahip işletmelerin oranını (%28.72) ve 30 baş ve üzeri keçiye sahip işletmelerin oranını ise %7.18 olarak bildirmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre Sinop ili keçi yetiştiricilerinin sahip olduğu sürü büyüklüğünün yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Yetiştiricilik gelirinin tatmin edici olması düşüncesiyle, yetiştiricilerin büyük oranda (%95) keçi yetiştiriciliğini asıl meslek olarak görmelerinin bir sebebi de bu durum olabilir.





Şekil 1. Yetiştiricilerin arazi varlığı.  
Figure 1. Land availability of breeders.



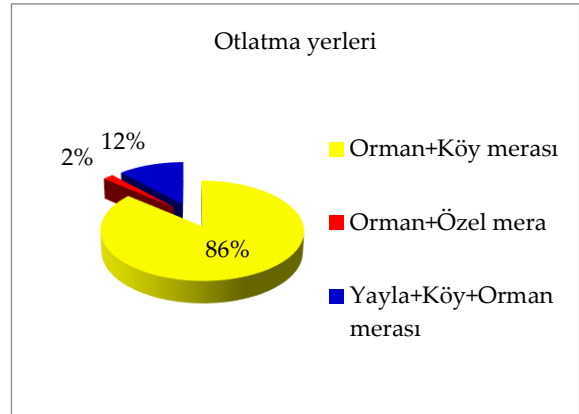
Şekil 2. Yetiştiricilerin sürü büyüklüğü.  
Figure 2. Herd size of breeders.

Keçi yetiştiricilerinin hayvanlarını otlatmak için sahip oldukları meraların veya otlakların mülkiyetlerinin sadece %11'inin köy ortak malı olduğu ve %89'unun ise köy ortak malının yanı sıra özel mülkiyet otlatma alanlarına da sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 3). Bu değerlere bakıldığında ilin keçi yetiştiriciliği için yeterli mera arazisine sahip olduğu söylenebilir. Konu ile ilgili Koyuncu vd. (2006) yaptıkları çalışmada, yetiştiricilerin %75'inin hayvanlarını köy ortak merasında otlattıklarını ifade etmişlerdir. Gaziantep ilinde yapılan bir çalışmada ise, keçi yetiştiricilerinden %77.8'inin mera imkânlarına sahip oldukları bildirilmiştir (Gül ve Örnek, 2019). Mohan vd. (2012) Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada keçi yetiştiricilerinin %51,9'unun hiç araziye sahip olmadığını bildirmişlerdir.

Yetiştiricilere keçileri otlatma yerleri sorulduğunda %86'sı orman+köy merası, %12'si yayla+köy+orman merası ve %2'sinin ise, orman+özel mera olarak ifade etmişlerdir (Şekil 4). Gaziantep ilinde keçilerin %81,9'unun orman+tarla kenarlarında otlatıldığı bildirilmiştir (Gül ve Örnek, 2019).



Şekil 3. Yetiştirici mera mülkiyeti dağılımı.  
Figure 3. Distribution of farmer pasture ownership.

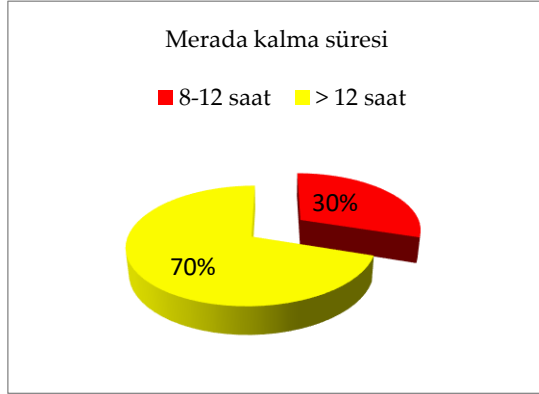


Şekil 4. Keçi otlatma yerleri dağılımı.  
Figure 4. Distribution of goat grazing areas.

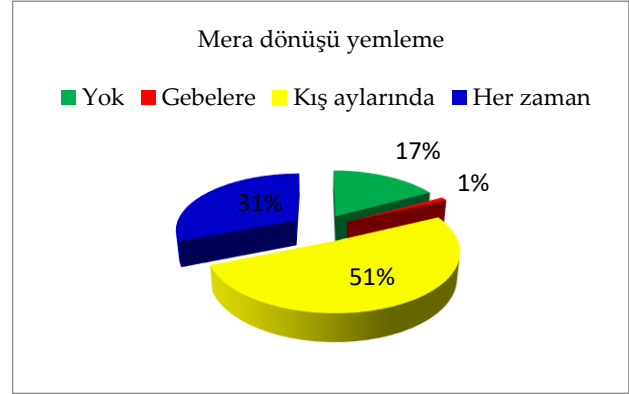
Bu çalışmada yetiştiricilere keçilerin gün içinde merada kalma süreleri sorulduğunda, %70'i 8-12 ve %30'u > 12 saat olarak ifade etmişlerdir (Şekil 5). Koyuncu vd. (2006) keçilerin ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış dönemleri için merada kalış sürelerini sırasıyla 8,9, 10,25, 6,8 ve 3,8 saat olarak bildirmişlerdir. Soyduğun (2020) ise Antalya ilinde keçilerin merada kalma süresini < 8 (%7,37), 8-12, (%52,63) ve > 12 saat (%40,0) olarak bildirmiştir. Keçilerin merada kalma süresinin, Antalya ilinde yapılan çalışma bulguları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu söylenebilir.

Yetiştiricilere mera dönüşü keçilere ek yemleme yapma durumu sorulduğunda ise %51'i kış aylarında, %31'i her mera dönüşünde, %17'si hiçbir zaman ve %1'i ise sadece gebe hayvanlara yemleme yaptığını ifade etmiştir (Şekil 6). Konu ile alakalı bir çalışmada Çanakkale ilinde yetiştiricilerin ek yemlemeyi aşım

mevsiminde büyük oranda (%57.9) uygulandıkları bildirilmiştir (Koyuncu vd., 2006). Afyonkarahisar ilinde ise ek yemin kışın verildiği ifade edilmiştir (Serttaş, 2019). Söz konusu çalışmalar ve bu çalışmada elde edilen sonuçlardan anlaşılacağı üzere, işletmelerde ek yemleme yapılma durumu bazı şartlara göre yapılırken (aşım mevsimi, kış ayları v.b.), Ruanda da yapılan bir anket çalışmasında yetiştiricilerin %50'sinin keçilere ek yemleme yaptıkları bildirilmiştir (Manzi vd. (2013).



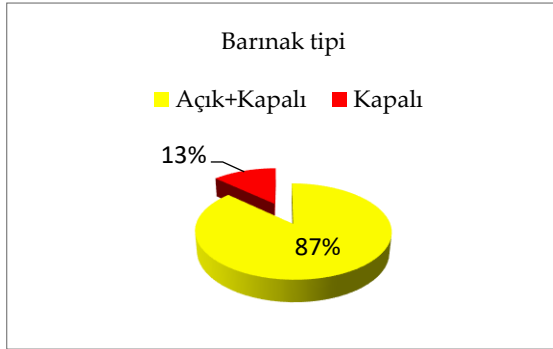
Şekil 5. Keçilerin merada kalma süresi.  
Figure 5. Goats stay on pasture.



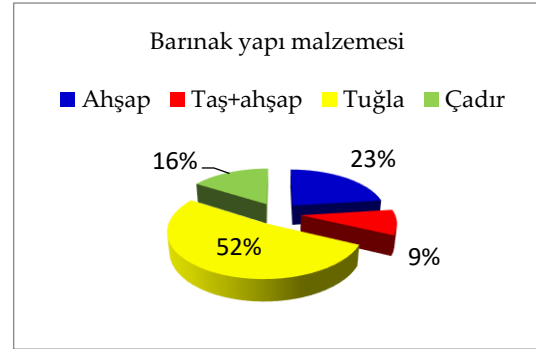
Şekil 6. Mera dönüşü ek yem durumu.  
Figure 6. Additional feed status at pasture return.

İşletme sahiplerine mevcut barınak tipleri sorulduğunda %87'si açık+kapalı (yarı açık) ve %13'ü ise sadece kapalı barınak sistemine sahip olduklarını ifade etmişlerdir (Şekil 7). Konu ile ilgili Yıldız ve Aygün (2021) tarafından Van ilinde küçükbaş hayvan barınaklarının %100'ünün kapalı ağıl şeklinde inşa edildiği bulgusuyla karşılaştırıldığında Sinop ilinde barınakların büyük çoğunluğunun yarı açık sisteme sahip olmaları hayvan refahı açısından olumlu bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte Mohan vd. (2012) Hindistan'ın Uttar Pradeş eyaletinde 4 köyde yaptıkları çalışmada keçi yetiştiricilerinin yaklaşık %13'ünün keçiler için açık alan kullandığını bildirmişlerdir.

Bununla birlikte yetiştiriciler keçi barınak yapımında malzeme olarak en fazla (%52'si) tuğla, %23'ü ahşap malzeme, %16'sı çadır ve %9'u taş+ahşap malzemeyi birlikte kullandıklarını belirtmişlerdir (Şekil 8). Bu bağlamda Koyuncu vd. (2006) Çanakkale ilinde keçi barınaklarının %79'unun tuğla-beton ile yapıldığını, Yıldız ve Aygün (2021) ise, Van ilinde küçükbaş barınak yapı malzemesinin %51.8'inin kerpiç, %33.3'ünün briket ve %14.9'unun ise taş malzeme ile yapıldığını bildirmişlerdir.



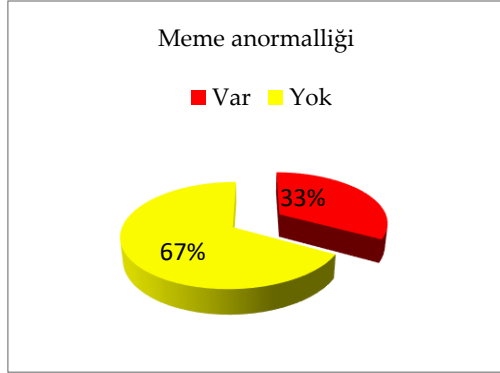
Şekil 7. İşletmelerde barınak tipi dağılımı.  
Figure 7. Shelter type distribution in enterprises.



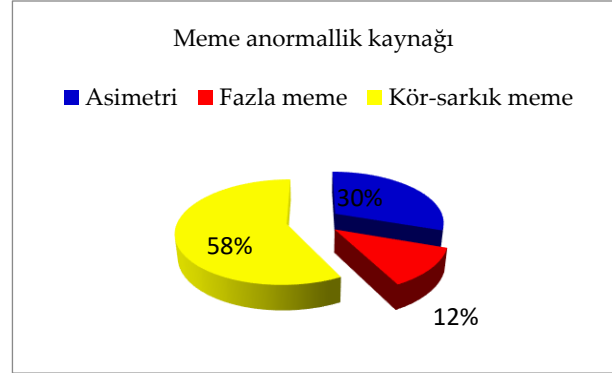
Şekil 8. Barınak yapı malzemesi.  
Figure 8. Shelter building material.

Bu çalışmada ayrıca yetiştiricilere keçilerinde mastitis hastalığı riski oluşturan meme anormalliği olup olmadığı sorulmuş, %67'si mastitis hastalık riski olduğunu ifade etmişlerdir (Şekil 9). Meme anormalliğinin kaynağı sorulduğunda ise yetiştiricilerin %58'i kör ve sarkık meme, %30'u asimetrik meme ve %12'si ise fazla meme başından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Şekil 10).

Avrupa Komisyonu hayvanların refahına yönelik olarak belirlediği beş temel özgürlük alanından biri olan “acı, yaralanma ve hastalıktan korunma” şartı (Anonymous, 2023), bu çalışmada mastitis hastalığı açısından büyük oranda karşılanmamış durumdadır. Yetiştiricilerin bu konu ile ilgili önlem almaları konusunda bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.



Şekil 9. Meme anormalliği dağılımı.  
Figure 9. Breast abnormality distribution.



Şekil 10. Meme anormallik kaynağı dağılımı.  
Figure 10. Breast abnormality source distribution.

Bu çalışmada keçi yetiştirilen işletmelerde yapılan rutin işlerin sıklığı ve yapılış şeklide incelenmiş olup, yetiştiricilerin verdikleri cevaplar Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Yetiştiriciler hayvanların doğumunu müteakip yavru atıklarının imhası ile ilgili yaptıkları köpeğe verme+çöpe atma, köpeğe verme, çöpe atma uygulamaları oranlarının sırasıyla %39, %41 ve %20 şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir (Çizelge 2).

Manzi vd. (2013) Ruanda’nın Bugesera şehrinde keçilerin karşılaştığı sorunların başında (%58 oranında) “parazit sorunu” olduğunu bildirmişlerdir. Parazitler hayvanlara rahatsızlık vermekte ve hastalıklara yol açmaktadır. Sinop ilinde yapılan bu çalışmada yetiştiricilerin keçiler için tamamının parazit mücadelesi yapmaları hayvan refahı açısından olumlu bir uygulamadır. Bu bağlamda Avrupa komisyonunun yetiştirilen hayvanların refahına yönelik olarak beş temel özgürlük alanından biri olarak bildirgesinde yer verdiği “acı-yaralanma ve hastalıktan korunma” ifadesi yerine getirilmiş olmaktadır (Anonymous, 2023).

İşletmelerde hayvanlara yapılan parazit mücadelesinde hap, enjeksiyon ve hap+enjeksiyon yöntemleri için uygulamalar sırasıyla %1, %1 ve %98 oranlarında belirlenmiştir (Çizelge 2). Koyuncu vd. (2006) tüm işletmelerde yetiştiricilerin keçilere yılda en az bir kez iç ve dış parazit mücadelesi yaptıklarını bildirmişlerdir. Antalya ilinde benzer bir çalışmada ise keçi yetiştiren işletmelerin tamamında keçilerde parazitlerle mücadele yapıldığı bildirilmiştir (Soydınç, 2020). Kenya’da yapılan bir çalışmada küçükbaş otlatma sistemlerinde en yaygın hastalıkların kene kaynaklı olduğu ve parazit mücadelesinin sıklıkla yapıldığı bildirilmiştir (Kosgey vd., 2006). Bu çalışma sonuçları ve verilen diğer çalışmaların sonuçları incelendiğinde keçi yetiştiricilerinin genel olarak küçükbaş hayvanlarda parazit mücadelesi konusunda bir farkındalıklarının olduğu sonucuna varılmıştır.

Yetiştiricilerin işletmelerinde elde ettikleri hayvan gübreleri ile ilgili olarak (Çizelge 2); gübre toplama şekli kürek/el arabası ve traktörün sıyırıcısı kullananların oranı sırasıyla %99 ve %1 olarak; gübre temizlik sıklığını günlük, aylık ve yıllık için oranları sırasıyla %40, %52 ve %8 olarak uyguladıkları tespit edilmiştir. Gübre değerlendirmeyi dışarı atma, dışarı atma+arazi için kullanma ve işletme arazilerinde kullanma ifade oranları ise sırasıyla %17, %8 ve %75 olarak belirlenmiştir. Yetiştiriciler gübre depolamanın işletmelerin %96’sında barınak dışında ve %4’ünde de barınak içerisinde biriktirme şeklinde uygulandığını belirtmişlerdir. Konu ile ilgili, Soydınç (2020) gübre temizliğinin Antalya da keçi işletmelerinin %73.69’unda kürek ve el arabası ile, %25.26’ında traktör sıyırıcısıyla yapıldığını bildirmiştir. Yetiştiriciler gübre temizleme sıklığını haftalık (%74.74), günlük ve aylık (%12.63 eşit olarak) olarak yapıldığını bildirmişlerdir. Gübrelerin depolanma yerinin işletmelerin %84.21’inde barınak dışında, %8.42’sinde barınak içerisinde ve %7.37’sinde gübre deposu olduğu ifade edilmiş olup, işletmelerin gübreleri %67.37

oranında sattığı ve %32.63'ünde ise kendi arazilerinde kullanıldığı ifade edilmiştir.

Uygulamada yetiştiricilere anasız yavruları nasıl besledikleri de sorulmuş olup, yetiştiricilerin %36'sının biberonla, %41'inin yakma metoduyla ve %23'ünün ise hem biberon, hem de yakma metodunu birlikte kullandıkları anlaşılmıştır (Çizelge 2). Taşkın vd. (2017) tarafından İzmir, Çanakkale ve Balıkesir illerinde keçi yetiştiriciliği yapılan işletmelerde anasız yavruların yakma metodu (%91.03) ile beslendikleri bildirişinin aksine, Sinop ilinde yapılan bu çalışmada anasız yavruların daha çok biberonla beslenmesi dikkat çekici bulunmuştur. Anasız yavruları biberonla beslemenin işçiliği ve işçilik maliyetlerini artıracacağı düşünülmektedir.

### Çizelge 2. İşletmelerde rutin işlerin yapılma sıklığına ait tanımlayıcı istatistikler.

Table 2. Descriptive statistics on the frequency of routine work in farms.

İncelenen Özellikler	Alt gruplar	% 100.0	İncelenen Özellikler	Alt gruplar	% 100.0
Yavru zararını imha yöntemi	Köpek + çöp	39	Gübre değerlendirme	Dışarıya atma	17
	Köpeğe verme	41		Atma+kullanma	8
	Çöpe atma	20		İşletmede kullanma	75
Dış parazit mücadelesi	Hap	1	Gübre depolama	İşletme dışında	96
	Enjeksiyon	1		İşletme içinde	4
	Hap+Enjeksiyon	98	Anasız yavruları besleme yöntemi	Biberonla besleme	36
Gübre toplama	Kürek/El arabası	99	Yakma	41	
	Traktör sıyırıcı	1	Biberon + Yakma	23	
Gübre temizlik sıklığı	Günlük	40	Yavru ölüm sebebi	İshal	100
	Aylık	52		Diğer	0
	Yıllık	8	Mera otlatma süresi	9-12 ay	100

Bu çalışmada ayrıca keçilerin merada otlatılma süreleri de sorgulanmış ve yetiştiricilerin tamamının 9-12 ay merayı kullandıkları belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda küçükbaşların merayı kullanma süresi Ünal vd. (2022) Çankırı ilinde 8 ay, Tokat ilinde Şahin (2019) 5.85 ay ve Kastamonu ilinde Tüfekçi ve Olfaz (2015) ise 8-10 ay olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada yetiştiricilerin hayvanları otlatmak için daha çok meralardan faydalanmaları, yem maliyetlerinin azalması ve hayvan refahı açısından olumlu kabul edilmiştir.

Salas vd. (2021) Meksika da süt keçilerinde yaptıkları bir çalışmada, hayvan refahı protokolü kapsamında işletmelerdeki keçileri refah açısından gözlemlenmişlerdir. Birinci grup hayvanlar sınırsız meraya erişime sahip iken, ikinci grup keçiler sınırlı mera erişimine sahip ve tamamen kapalı sistemde tutulmuşlardır. Mera erişimine sahip ve kapalı tutulmayan çiftliklerdeki keçiler, hayvan refahı protokolünde yer alan faktörlere göre, daha fazla refah seviyelerine sahip olmuşlardır. Sinop ilinde yapılan bu çalışma sonuçlarına göre, meraya erişimin yüksek olması, otlamada refah sağlandığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Çizelge 2).

Yetiştiricilere oğlak ölümlerinin sebebi sorulduğunda ise tamamının ishal kaynaklı olduğu ifade edilmiştir (Çizelge 2). Yapılan bir başka çalışmada işletmelerin %36.8'inde adi ishaller ile muhtemelen koksidiyoza bağlı ishallerin ölümlere sebep olduğu bildirilmiştir (Koyuncu vd., 2006). Bu çalışma bildirişinde olduğu gibi bir çok çalışmada da, Sinop ilinde elde edilen bu araştırma bulgularına benzer olarak, süttan kesim öncesi oğlaklarda meydana gelen ölümlerin çoğunlukla ishal kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Awemu vd., 1999; Ameh vd., 2000; Marai vd., 2002; Kumar vd., 2003).

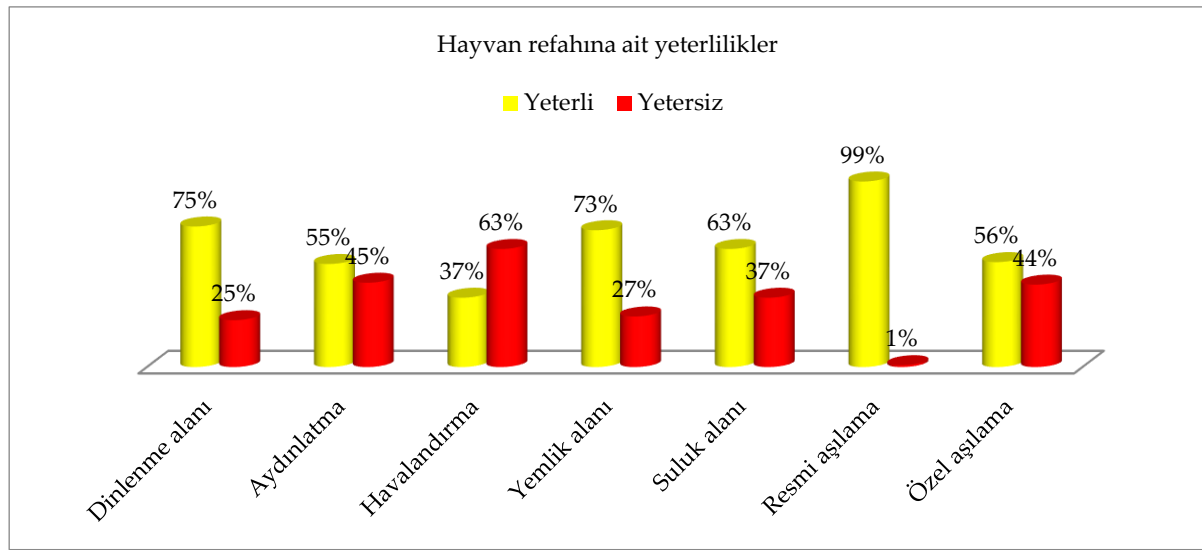
Bu çalışmada Sinop ilinde keçi yetiştiren işletmelerin hayvan barınaklarının hayvan refahına ait yeterlilikleri için; dinlenme alanı %75 yeterli, aydınlatma %55 yeterli, havalandırma %37 yeterli, yemlik alanı %73 yeterli ve suluk alanı %63 yeterli olarak bulunmuştur (Şekil 11).

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda küçükbaş hayvan barınaklarında, hayvanların temel ihtiyaçlarının karşılanması ile ilgili yeterlilikler konusunda; Şeker vd. (2022) Elazığ yöresinde koyunlar için dinlenme alanının, aydınlatma, havalandırma, 1 m<sup>2</sup> den fazla gezinti alanı ve gölgelik sundurma alanı için sırasıyla %86.2, %84.5, %62.9, %13.8 ve %52.5'inde yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Koyuncu vd. (2006) ise,

Çanakkale ilinde aydınlatmanın %68.4 yeterli, suluk %63.2'sinde sürekli var (yeterli) olarak bildirmişlerdir. Meşe ve Karakuş (2019) ise Van ilinde genel olarak hayvanların yetiştirilme ortamlarının değerlendirilmesinde %32.79'unun yetersiz olanaklara ve çok düşük düzeyde bakım koşullarına sahip olduklarını ve %67.21'inin ise yeterli olanaklara ve orta düzeyde bakım koşullarına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar ile bu çalışmada (Sinop ilinde) elde edilen sonuçlar (Şekil 11) karşılaştırıldığında keçilerin refahına ait yeterliliklerin istenilen seviyede olmadığını söylemek mümkündür.

Bununla birlikte yetiştiriciler tarafından hayvanlara yapılan aşıların, resmi olarak yapılma durumunun %99 oranında yeterli olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir. Özel aşıların yapılma durumunun ise yetiştiriciler tarafından %56 oranında kendilerince yeterli bulunurken, %44'ü ise özel aşıları yaptırma konusunda kendilerini yetersiz bulmuşlardır (Şekil 11).

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda koruyucu aşı uygulamaları; Çanakkale ilinde %84.21 (Koyuncu vd., 2006), Antalya ilinde %98.18 (Soydınç, 2020), Uşak ilinde %81.80 (Demirhan ve Erdem, 2019) oranında bildirilmiştir. Söz konusu çalışmalarla kıyaslandığında, bu çalışmada Sinop ili yetiştiricilerinin keçilerin aşılanması konusunda daha fazla farkındalığa sahip oldukları söylenebilir.



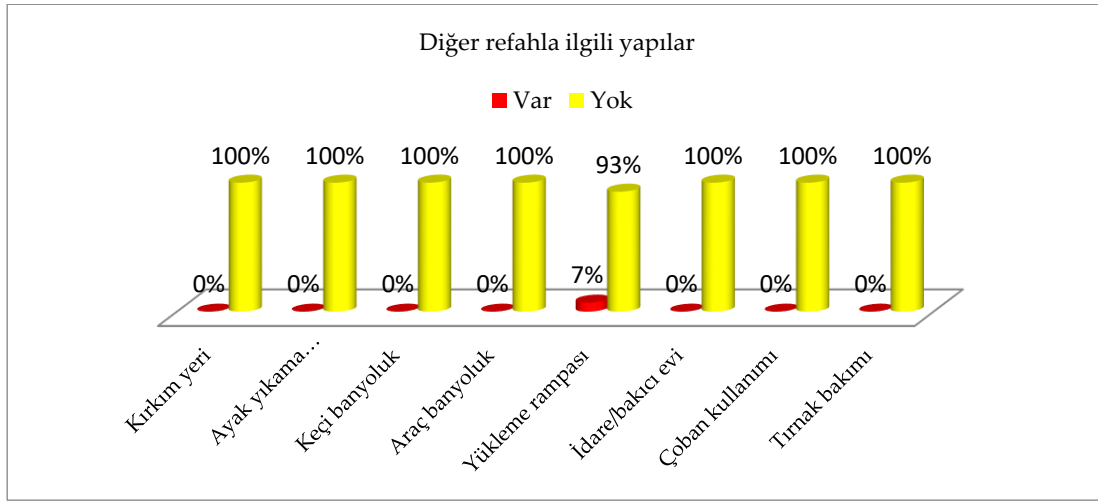
Şekil 11. Hayvan refahına ait bazı yeterliliklerin dağılım grafiği.

Figure 11. Distribution of some animal welfare competencies.

Bununla birlikte işletmelerde hayvan refahını etkileyecek bazı eklenti kısımları değerlendirildiğinde ise kırkım yeri, ayak yıkama havuzu, keçi banyoluk, araç yıkama banyoluğu, idare/bakıcı evi, çoban kullanımı ve tırnak bakımı %100 oranında mevcut olmadığı ve yükleme rampasının ise %7 işletmede var olduğu tespit edilmiştir (Şekil, 12).

Konu ile ilgili Kandemir vd. (2015) İzmir ilinde küçükbaş hayvancılık işletmelerinde yaptıkları çalışmada işletmelerde kırkım yerinin %100 olmadığını, ayak yıkama havuzu %1.2, banyoluk %1.2, araç yıkama yeri %1.2, bakıcı evi %58.1 ve yükleme rampasının ise %1.2 oranında mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile Sinop ili keçi işletmelerinin hayvan refahını olumu etkileyecek bazı yapılardan yoksun olduğu anlaşılmış ve yetersiz bulunmuştur.

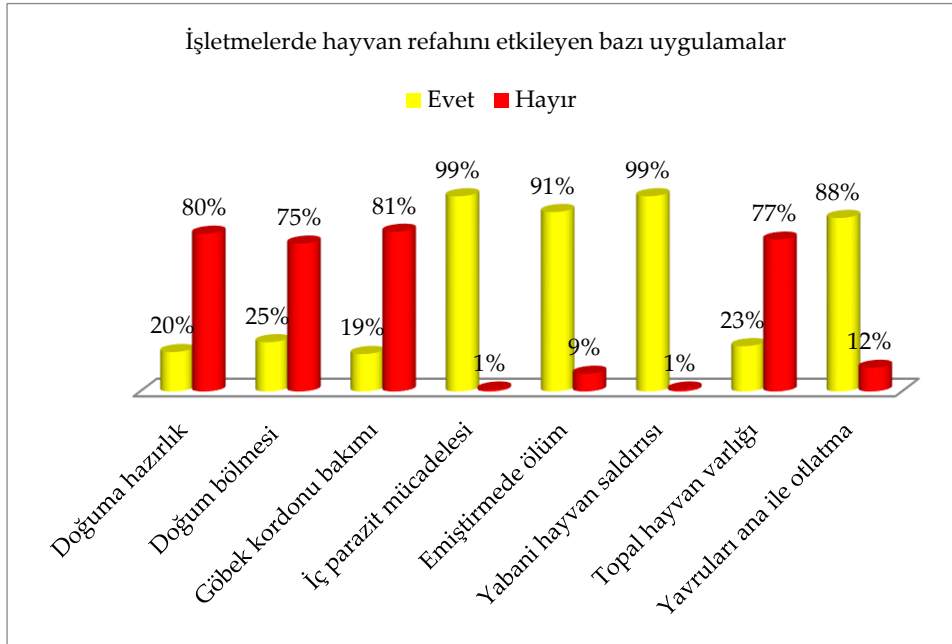
Konu ile ilgili Antalya ilinde yapılan çalışmada da işletmelerin kırkım yeri, ayak yıkama havuzu, keçi banyosu, araç banyosu, yükleme rampası ve idare/bakıcı evi varlığı oranları sırasıyla %5.26, %2.11, %1.05, %1.05, %3.16 ve %1.05 olarak bildirilmiş olup, bu çalışma sonuçlarına benzer yetersiz sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 12. Hayvan refahına etkili diğer yapıların dağılım grafiği.

Figure 12. Distribution of other structures that affect animal welfare.

Yine bu çalışmada işletmelerde hayvanın refahını etkileyecek çeşitli uygulamalar verilmiştir (Şekil 13). Buna göre işletmelerin sahip olduğu uygulamalardan doğuma hazırlık yapılması %20, doğum bölmesi kullanımı için %25, göbük kordonu bakımı %19, parazit mücadelesi %99, emiştirme döneminde işletmelerde ölüm görülme oranı %91, yabancı hayvan saldırısı %99 evet, sürüde toplam hayvan varlığı %23, ve yavruları ana ile otlatma durumu %88 oranında olmuştur (Çizelge 13).



Şekil 13. Hayvan refahını etkileyen bazı uygulamaların dağılım grafiği.

Figure 13. Distribution of some animal welfare practices.

Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda hayvan refahını etkileyen uygulamalardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde; yabancı hayvan saldırısı %30.34 (Taşkın vd., 2017) ve ABD'de keçi ve oğlak ölümü 2009 yılında 554 000 baş olup, 180 000 baş (%32.49) yabancı hayvan saldırısıyla gerçekleşmiştir (NASS, 2010). Doğuma hazırlık yapan işletme oranı Çanakkale ilinde %20 (Koyuncu vd., 2006) ve İzmir, Çanakkale ile Balıkesir illerinde %55.13 (Taşkın vd., 2017) olarak bildirilmiştir. Doğum bölmesine sahip işletme oranı Van ilinde %48.2 (Yıldız ve Aygün, 2021) ve İzmir, Çanakkale ile Balıkesir illerinde %58.55 (Taşkın vd., 2017) olarak tespit edilmiştir. Parazit mücadelesi yapan işletme oranı Van ilinde %100 (Koyuncu vd., 2006) ve Antalya ilinde %100 (Soydınç, 2020) olarak belirlenmiştir. Emiştirme döneminde oğlak ölümü görülen

işletme oranı Çanakkale ilinde %57.3 (Koyuncu vd., 2006) ve İzmir, Çanakkale ile Balıkesir illerinde %54.7 (Taşkın vd., 2017) oranında bildirilmiştir. Literatürde bildirilen çalışma sonuçları, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla genel olarak karşılaştırıldığında hayvan refahını etkileyen uygulamaların yeterlilikleri açısından olumsuz bir sonuç gözlemlendiği belirlenmiştir.

## SONUÇ

Bu çalışmada Sinop ilinde keçi yetiştiriciliği yapan işletme sahiplerinin anket sorularına verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde; keçi yetiştirme işini çok büyük oranda bir meslek olarak görmeleri ve asıl iş olarak yaptıklarını söylemeleri, keçi yetiştiriciliğinin çiftçileri memnun edecek bir üretim kolu olduğu söylenebilir. Keçi işletmelerinde hayvan refahı konusunda bazı eksikliklerin olduğu tespit edilmiş olup, bu işletmelerde başarılı ve sürdürülebilir bir keçi yetiştiriciliğinin devamı için, uygun keçi ırk ve tiplerinin geliştirilmesi ve bu hayvanlara uygun çevre koşullarının hazırlanması konusunda daha fazla desteğe ihtiyaçları vardır. Bilinen birçok sorunu bulunan küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin, Türkiye genelinde ve Sinop ili özelinde keçilerin üretimde kullanılma potansiyelleri göz önüne alınarak; yetkili ve ilgili, kurum ve kuruluşlar tarafından keçi yetiştiriciliğinin bir meslek haline getirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gereklidir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sunmuşlardır.

## ETİK KURUL

Bu çalışma için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulunun 16.03.2023 tarih ve karar No: 2023/4 ile izin alınmıştır.

## TEŞEKKÜR

Verilerin alınmasına yardımcı olan işletme sahiplerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Al-dawood, A. (2017). Towards heat stress management in small ruminants – A Review. *Annals of Animal Science*, 17(1), 59–88. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0068>
- Alkoyak, K., & Çetin, O. (2016). Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 5(1), 40-55. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bdhad/issue/35006/388376>
- Ameh, J. A., Egwu, G. O., & Tijjani, A. N. (2000). Mortality in Sahelian goats in Nigeria. *Preventive Veterinary Medicine*, 44, 107-111.
- Anonymous (2023). *Hayvan Refahı*. [https://food.ec.europa.eu/animals/animal-welfare\\_en](https://food.ec.europa.eu/animals/animal-welfare_en) [Erişim tarihi: 2 Ocak, 2023]
- 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.
- Bakheit, S. A., Ibrahim, I. E., El Shafei, I. M., & Musa, M. A. (2017). Research article effects of water deprivation and environmental temperature on physiological performance of Sudanese desert goats. *Journal of Science Engineering Research*, 4(4), 243–250.
- Ben Salem, H., & Smith, T. (2008). Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77, 174–194. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.008>
- Brito, L. F., Jafarikia, M., Grossi, D. A., Kijas, J. W., Porto-Neto, L. R., Ventura, R. V., Salgorzaei, M., & Schenkel, F. S. (2015). Characterization of linkage disequilibrium, consistency of gametic phase and admixture in Australian and Canadian goats. *BMC Genetics*, 16(67), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0220-1>
- Chebli, Y., El Otmani, S., Chentouf, M., Hornick, J. L., Bindelle, J., Cabaraux, J. F. (2020). Foraging behavior of goats browsing in Southern Mediterranean forest rangeland. *Animals*, 10(196), 1-9. <https://doi.org/10.3390/ani10020196>
- Çak, B., & Tavalı, Z. E. (2022, Ekim 21-23). *The current situation of goat breeding in Manavgat district and the effects of the Pandemic process (Covid-19 Epidemic)*. [Sözlü Bildiri]. Ahi Evran 2nd international Conference on Scientific Research , Kırşehir, Turkey.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). *Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme 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(1), 77-83. <https://doi.org/10.24925/>

turjaf.v7isp1.77-83.2718

- Gökdağ, A., & Sakarya, E. (2020). Çanakkale ili Saanen keçi işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısı ve mevcut sorunlar Arzu. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 36(2), 72-79.
- Gül, S., & Örnek, H. (2019). Gaziantep ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri II. keçi yetiştiriciliği. *Hayvansal Üretim*, 60(2), 89-96. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.580519>
- Hamadani, H., Khan, A. A., Khan, H. M., Banday, M. T., Mir, M. S., Reshi, P., Sheikh, I. U. and Wani, S. A. (2023). Socio-economic status of dairy farmers in the Srinagar district of Jammu and Kashmir. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-2065>
- Indu, S., & Pareek, A. (2015). A review: Growth and physiological adaptability of sheep to heat stress under semi-arid environment. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 2(9), 3188-3198. DOI: <http://dx.doi.org/10.18535/ijetst/v2i9.09>
- Kandemir, Ç., Alkan, İ., Yılmaz, H. İ., Ünal, H. B., Taşkın, T., Koşum, N., & Alçıçek, A. (2015). İzmir yöresinde küçükbaş hayvancılık işletmelerinin coğrafik konumlarına göre genel durumu ve geliştirilme olanakları. *Hayvansal Üretim*, 56(1), 1-17.
- Kocaman, İ., Konukcu, F., & İstanbulluoğlu, A. (2007). Hayvan barınaklarında ısı ve nem dengesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1), 134-140.
- Kosgey, I. S., Baker, R.L., Udo, H. M. J., & Van Arendonk, J. A. M. (2006). Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: a review. *Small Ruminant Research* 61 (1), 13–28. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.01.003>
- Koyuncu, E., Pala, A., Savaş, T., Konyalı, A., Ataşoğlu, C., Daş, G., & Yurt, H. H. (2006). Çanakkale koyun ve keçi yetiştiricileri birliği üyesi keçicilik işletmelerinde teknik sorunların belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 47(1), 21-27. <https://dergipark.org.tr/en/pub/hayuretim/issue/7621/99856>
- Koyuncu, M., & Akgün, H. (2018). Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 151-164. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ziraatuludag/issue/37182/429394>
- 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)
- 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)
- Meşe, M., & Karakuş, F. (2019). Van ili Edremit ilçesi küçükbaş hayvancılık işletmelerinin refah açısından değerlendirilmesi. *Hayvansal Üretim*, 60(2), 97-104. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.567009>
- Mohan, B., Singh, K., & Dixit, A. K. (2016). Socio-economic status of goat farmers in semi-arid zone of Uttar Pradesh. *Indian Research Journal of Extension Education*, 12(2), 128-131.
- NASS, (2010). Sheep and Goats Death Loss. the National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, U.S. Department of Agriculture. For information on Sheep and Goats Death Los. <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/hh63sv88v/mc87pt05z/jw827f62b/sgdl-05-27-2010.pdf>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.032>
- Pal, A., Chakravarty, A. K. (2020). Disease resistance for different livestock species [Chapter 19]. *Genetics and breeding for disease resistance of livestock*. 271-296. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816406-8.00019-X>
- Roseline, N. N. (2022). Identification of the challenges and profitability of goat production in ebonyi state, Nigeria. *International Journal of Advanced Scholastic Research*, 4(2), 81-93.
- Salas, M. Á. S., Mondragón-Ancelmo, J., Badillo, M. D. R. J., Licea, G. R., & Napolitano, F. (2021). Assessing dairy goat welfare in intensive or semi-intensive farming conditions in Mexico. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 6175-6184. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19557>
- Savaş, T., Tölü, C., Akbağ, H. İ., Coşkun, B., & Yurtman, İ.Y. (2010, Haziran 24-26). *Tırmanma oğlaklar için davranışsal bir gereksinim mi?* Ulusal Keçicilik Kongresi, Çanakkale.
- Seixas, L., De Melo, C. B., Tanure, C. B., Peripolli, V. (2017). Heat Tolerance in Brazilian Hair Sheep. *Asian-Australas. Journal of Animal Science*, 30(4), 593–601. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0191>
- 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>
- Sejian, V., Silpa, M. V., Reshma Nair, M. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., ... & Bhatta, R. (2021). Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations. *Animals*, 11(4), 1-24. <https://doi.org/10.3390/ani11041021>
- Serradilla, J. M., Carabaño, M. J., Ramón, M., Molina, A., Diaz, C., Menéndez-Buxadera, A. (2018). Characterisation of goats' response to heat stress: Tools to improve heat tolerance. *Goat Science*, 15, 329–347. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70080>



- Serttaş, İ. (2019). *Afyonkarahisar ili hocalar ilçesine bağlı köy ve beldelerdeki küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin mevcut durumunun belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur.
- Soydınç, E. (2020). *Antalya ili keçi işletmelerinin barındırma olanaklarının belirlenmesi ve hayvan refahı açısından değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta.
- Stone, T. F., Francis, C. A., & Eik, L. O. (2020). A survey of dairy-goat keeping in Zanzibar. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 20(04), 16220–16235. <https://doi.org/10.18697/ajfand.92.18665>
- Sucu, E., Akbay, K. C., & Filya, İ. (2015). Ruminantlarda sıcaklık stresinin metabolizma üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 10(2), 130-138. <https://doi.org/10.17094/avbd.38896>
- Şahin, Y. (2019). *Tokat ili koyunculuk işletmeleri kuzu büyüme uygulamaları*. [Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Şeker, İ., Selim, K. U. L., & Köseman, A. (2022). Elazığ ilindeki koyunculuk işletmelerinin yapısal özellikleri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 15(3), 322-331. <https://doi.org/10.30607/kvj.1099329>.
- 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>
- Tüfekci, H., & Olfaz, M. (2015). Kastamonu ili küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(7), 577-582.
- Ünal, G., Ünal, İ., & Sakar, Ç. M. (2022). Çankırı ilinde uygulanan Akkaraman ıslahı alt projelerine dahil olan koyun işletmelerinin bazı verim ve yapısal özellikleri. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 375, 47-57.
- Wei, C., Wang, H., Liu, G., Wu, M., Cao, J., Liu, Z., Liu, R., & Zhao, F. (2015). Genome-wide analysis reveals population structure and selection in Chinese indigenous sheep breeds. *BMC Genom*, 16, 194. <https://doi.org/10.1186/s12864-015-1384-9>
- Yamane, T. (2010). *Temel Örnekleme Yöntemleri*. Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Yıldız, A., & Aygün, T. (2021). Van ili Merkez ilçede küçükbaş hayvancılık faaliyetleri ve genel sorunlar: I. İşletmelerin yapısal özellikleri, *Journal of Animal Science and Products*, 4(1), 23-36. <https://doi.org/10.51970/jasp.891211>.
- Yılmaz, İ., & Can, A. (2022). Milk yield, fertility, udder characteristics, and raw milk somatic cell count of the Damascus Goats Reared in İçdir Conditions. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8(2), 358-367. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1090613>
- Yılmaz, Ö. F., & Çam, M. A. (2023, Şubat 24-25). *Küçükbaş hayvanlarda sıcaklık stresinin refah ve verim üzerine etkileri* [Sözlü bildiri]. Khoja Ahmed Yasawi 7. International congress on scientific research, Mingachevir, Azerbaycan.



## Effects of Eggshell Thickness, Egg Weight and Shape Index on Hatch Window and Turkey Poults' Gender

Yumurta Kabuğu Kalınlığı, Yumurta Ağırlığı ve Şekil İndeksinin Çıkış Penceresi ve Hindi Civcivlerinin Cinsiyeti Üzerine Etkileri

Sabri Arda Eratalar<sup>1</sup> 

Received: 06.06.2023

Accepted: 28.08.2023

Published: 20.12.2023

**Abstract:** The effects of eggshell thickness (EST), shape index (SI) and egg weight (EW) on the hatch window (HW), hatching time (HT), gender of hatched turkey poults hatched were investigated. Total of 150 commercial Hybrid Converter breed turkey hatching eggs obtained from a turkey meat producing integration were used. The effects of these parameters on HW and HT and gender were analyzed via ANOVA-GLM. The hatching window was 656th – 688th hours, and the procedure concluded during the 688th hour of incubation. The incubation was divided into three partitions as early (656 – 667h), midterm (668 – 676h) and late hatches (677 – 688h), with the final 32 hours of incubation divided into 7 partitions (7P) from 1 to 7 as (656 – 664h, 665 – 668h, 669 – 672h, 673 – 676h, 677 – 680h, 681 – 684h and 685 – 688h). A significant relation between EST and gender was found as eggs with thicker EST female chicks hatched more than males ( $p < 0.05$ ). There was no correlation between gender and EW and SI ( $p > 0.05$ ). Meanwhile, the number of hatches for 7P, EST, EW and SI were not found to affect the hatch window of turkey eggs ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** Eggshell thickness; hatch window; shape index; turkey; gender.

&

**Öz:** Yumurta kabuk kalınlığı (EST), şekil indeksi (SI) ve yumurta ağırlığının (EW) kuluçka penceresi (HW), kuluçka süresi (HT), kuluçkadan çıkan hindi civcivlerinin cinsiyeti üzerine etkileri incelenmiştir. Bir hindi eti üretim entegrasyonundan elde edilen toplam 150 ticari Hybrid Converter cinsi hindi kuluçkalık yumurtası kullanıldı. Bu parametrelerin HW ve HT ve cinsiyet üzerindeki etkileri ANOVA-GLM ile analiz edildi. Kuluçka penceresi 656. – 688. saatlerdi ve prosedür, inkübasyonun 688. saatinde tamamlandı. Kuluçka erken (656 – 667 saat), ara dönem (668 – 676 saat) ve geç çıkım (677 – 688 saat) olarak üç bölüme ayrıldı ve son 32 saat kuluçka, 1'den 7'ye kadar 7 bölüme (7P) bölündü ( 656 – 664s, 665 – 668s, 669 – 672s, 673 – 676s, 677 – 680s, 681 – 684s ve 685 – 688s). Dişi civcivlerin erkeklere göre daha fazla yumurtadan çıkması nedeniyle EST ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Cinsiyet ile EW ve SI arasında korelasyon yoktu ( $p > 0.05$ ). Bu arada, 7P, EST, EW ve SI için çıkış sayısının hindi yumurtalarının çıkış penceresini etkilemediği bulundu ( $p > 0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Yumurta kabuk kalınlığı, çıkış penceresi, şekil indeksi, hindi, cinsiyet

**Cite as:** Eratalar, S. A. (2023). Effects of eggshell thickness, egg weight and shape index on hatch window and turkey poults' gender. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 9(3), 490-496. doi: 10.24180/ijaws.1310668.

**Plagiarism/Ethic:** This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Dr. Sabri Arda Eratalar, Bolu Abant İzzet Baysal University, Poultry Animal Husbandry Department, ardaeratalar@ibu.edu.tr (Corresponding author)

## INTRODUCTION

Poultry production is undertaken by heavily advanced integrated companies in industrialized countries. Sophisticated techniques are used in the poultry meat industry with great contemporary expertise and modern management strategies. High quality meat and maximum yield are required. Any contribution of knowledge or a new technique may contribute to the poultry industry with greater overall income.

The first step of the production chain is the hatchery, where the greatest part of total investment is made by companies, with a focus on hygiene and overall workflow. In hatcheries, some parameters are well-known as egg quality parameters affecting hatchability and as well hatchery performance, which primarily consist of egg weight (EW), egg shell color, eggshell thickness (EST), egg length, egg width, shape index (SI) and porosity (Narushin and Romanov, 2002; Yamak et al., 2015). Those hatchery performance parameters are known to be affected by genetic construct, breeder health conditions, breeder age and egg quality (Türkoğlu and Sarıca, 2014).

The most important aspects of the hatchery performance are known as hatchability, embryonic mortality, hatching time (HT), hatch window (HW) and overall chick quality (Elamin et al., 2014; Elibol and Türkoğlu, 2014; Bergoug et al., 2013; Türkoğlu and Sarıca, 2014).

The EST of turkey breeder eggs have been measured as 0.33 - 0.42  $\mu\text{m}$  by some researchers (Christensen and Nestor, 1994; Akıncı et al., 1999) where broiler breeder eggs' EST was found to be around 0.33 – 0.40  $\mu\text{m}$  (Yamak et al., 2015). It has been reported that eggshell thickness does not affect hatchability and mortality (Elamin et al., 2014) in broilers.

The hatch window has been considered an essential criterion by hatcheries and academicians worldwide for decades and has been defined as the time passed from the first chick until the majority of the chicks hatch and incubation is completed by emptying the machine, also known as "take off" (Bergoug et al., 2013; Yamak et al., 2015).

It has been stated that shell thickness should be investigated with great care and samples should be selected carefully and measured correctly without destructing the eggshell. The measurement for the thinning of the eggshell during incubation is said to be incorrect if measured using improper methods. Thus, it has been suggested to measure the eggshell thicknesses with non-invasive methods to obtain better data for parameters like EST and embryonic development (Aslam et al., 2013; Orłowski et al., 2015). It has also been stated that the non-destructive measurement of the eggshell thickness is important for researchers and spectroscopy, and the ultrasonic thickness gauge was proposed to be enhanced for more consistent measurement (Narushin et al., 2004). An ultrasonic device for measuring the EST of hatching eggs was first built in 1972 where the device was able to measure the thickness of eggshell with an error of 1.1  $\mu\text{m}$  and a handicap of being unable to measure eggshells thinner than 25  $\mu\text{m}$ . The equipment considered imprecise and inadequate to obtain healthy measurements in a practical manner. For decades, the only equipment used was the Vernier calipers which could only measure the thickness after breaking the egg shell (Gould, 1972).

With industrial evaluation, deviation of measurements is below 1  $\mu\text{m}$  and all EST can be measured (Orka Tech. Ltd., Israel). The device has also gotten smaller and lighter in weight from around 4.500 kg to 0.250 kg enabling mobility as well as wellbeing. The device has reached  $\pm 0.1 \mu\text{m}$  of accuracy as reported by researchers (Yamak et al., 2016).

Research has shown that EST can be measured using the specific gravity method (Hamilton, 1982), however this method is impractical for industrial organizations and is only suitable for academic verification of non-destructive equipment (NDE) or a new method, where a the Vernier caliper can be more practically used to correct the data gathered by a NDE post-hatching or by breaking the egg. It has been reported by researchers that the thickness and porosity of the eggshell has an effect on incubation results and non-destructive methods should be used to measure the eggs and, that breeding should be based on the data gathered in order to achieve better success in breeding (Saylam and Sarıca, 1999). It was also reported by

researchers that breeding for egg weight loss and eggshell quality should improve breeding results and hatchery performance (Türkyilmaz, 2005).

As far as we know, there is no data from previous experiments relating EST with the gender of the hatched poult. This experiment was primarily designed to understand if the gender of the hatchlings differ according to EST and if eggs with thinner EST hatch earlier in the incubators.

Data to be obtained will be important for hatchery performance as well as providing an opportunity to prevent some of the male birds from being culled in breeder and layer industries where they are considered useless if a relation is found between EST and gender. According to researchers (Karautwald-Junghans et al., 2018), there will be a potential in ovo sexing procedure in the near future, which will make it feasible to arrange the eggs in distinct compartments or trolleys for easier and healthier takeoffs, as well as to obtain more females and less males. It has been stated that EST does not affect hatchability and mortality (Elamin et al., 2014). This experimental data is the first to show how the pre-incubation EST affects HW and hatched chick gender measured by a non-destructive method for turkey hatching eggs.

## MATERIAL AND METHOD

The study was conducted at Bolca Hindi's (turkey production integration) hatchery located in Bolu (northern Turkey) with 150 turkey eggs obtained from the same integration. The eggs originated from Canada and they were collected from the same turkey breeder flock of Hybrid Converter EU genotype on the same day at the age of 46 weeks.

The eggs were weighed using a laboratory (1/1000) precision scale (Radwag AS 220.R2, Poland). Egg length (EL) and egg width (EWd) were measured by a digital (1/100) precision Vernier caliper (Mitutoyo 500-181-30, Japan) and Shape Index (SI) values were calculated via the formula of  $SI = (EWd / EL) * 100$  and were recorded as data. All the eggs were numbered individually to ensure the accuracy of hatching time and hatch window data. The eggs were later handled to measure the egg shell thickness (EST) data where a non-destructive ultrasonic egg shell thickness gauge was employed (Orka Tech. Ltd., Israel) to measure the EST values. The EST data were recorded three times and the mean values were taken as the EST value. The instrument is useful to measure the unhatched eggs' shell thicknesses with an accuracy of  $\pm 0.1 \mu m$ . EST measurements were performed at the blunt side of the eggs. The precision of the equipment was formerly tested in 100 table eggs by first measuring with the gauge and then breaking and measuring the exact same point of the egg by Vernier caliper, so it can be concluded that the gauge works with  $0.1 \mu m$  accuracy.

The measured eggs were finally placed in the incubator of the company (Petersime PM-13, Belgium) with a capacity for 14200 turkey eggs. The standard procedure of the hatcher was carried out with no interference to the hatcher program and there has not been any manipulation to the machine controls and hatched poult until hatching was complete. The temperature applied during the first 24 days of incubation was  $37.5^{\circ}C$  and relative humidity was 56.0%. For the last 4 days of incubation, the temperature was lowered to  $37.0^{\circ}C$  and relative humidity was raised to 60.0%. At day 14 of the incubation period, candling was undergone and unfertile eggs were removed from the experiment. At day 24 of incubation, the eggs were transferred from trays to hatch baskets which were formerly divided into individual compartments by hand made plastic barriers, allowing airflow throughout the machine for the eggs to be individually observed at hatching, and having the same amount of space for each egg.

During the final 32 hours of the incubation process starting at 656 hours to 688 hours, the baskets were taken out every 4 hours, hatched poult numbers were recorded, and baskets were immediately placed into their former places to avoid cooling the eggs. As a secondary precaution to keep the eggs warm, 250 watt infrared lamps (General Electric IR 250) were set up above the hatch inspection table.

The statistical analyses were carried out from the data collected every 4 hours and the findings are shown in Table 1. Additionally, the data were analyzed as if the hatch is uniformly divided into three parts homogeneously as early (656-667 hours), midterm (668-676 hours) and late (677-688 hours of incubation) hatches by a 3 interval period test and the findings are shown in Table 2.

After the hatching period ended, hatched poults were sexed by expert sexors and the findings were recorded individually.

After assuring the homogeneity of the gathered data by a homogeneity test (Skewness and Kurtosis), statistical analyses were carried out with the ANOVA method (Kocabaş et al., 2013) using SPSS v. 22.0 software program (SPSS, 2013) where the detailed analyses were made by the Shapiro-Wilk test. The effects of EL, EWd, SI, and EST on HW and gender of the hatched poults were analyzed using a general linear model as seen in Formula 1., where these means were compared using Tukey's test per gender with an error margin of 5%. In the text and tables, the findings were recorded as means ± standard error of the means (M ± SEM).

Formula 1. The statistical model undertaken in the research.

$$Yijkl = \mu + \alpha i + \beta j + \Omega k + eijk \quad (1)$$

Yijkl: independent variable,  $\mu$ : Population mean,  $\alpha i$ : Effect of EST (Thin, Medium, Thick),  $\beta j$ : Effect of EW (Light, Medium, Heavy),  $\Omega k$ : Effect of SI (Low, Medium, High), eijk: error.

## RESULTS AND DISCUSSION

The primary goal of the research was to see if the hatch window of turkey eggs was affected by sorting the eggs in accordance with their shell thicknesses. From the findings of the research, no significant effect of EST on hatch window was found as seen in Table 1 and 2 ( $p > 0.05$ ). These data are in line with findings of another study (Elamin et al., 2014).

**Table 1.** The effect of EW, EST and SI on 7 partitioned HW of hatched turkey poults.

*Çizelge 1. Kabuk Kalınlığının Çıkış Gücüne Etkilerinde Çıkış Penceresinin 7 parçalı olma durumu.*

Hours	Egg Weight, g			Egg Shell Thickness, $\mu\text{m}$			Egg Shape Index		
	M	SEM		M	SEM		M	SEM	
656 – 664	98.570	± 2.130		48.290	± 2.070		69.662	± 0.652	
665 – 668	99.710	± 2.050		49.800	± 1.240		70.734	± 0.627	
669 – 672	96.880	± 1.330		48.400	± 0.746		71.015	± 0.512	
673 – 676	98.090	± 1.130		48.439	± 0.511		70.077	± 0.423	
677 – 680	95.980	± 1.220		48.333	± 0.564		71.474	± 0.427	
681 – 684	98.660	± 1.610		48.950	± 0.922		70.870	± 0.576	
685 – 688	97.270	± 2.440		45.000	± 0.949		72.280	± 1.490	
p Value	0.758			0.452			0.637		

EST was found to be in relation with gender in the experiment where female turkey poults hatched mainly from thicker shelled eggs and males from thinner shelled eggs ( $p < 0.01$ ) as seen in Table 3. As there is no evident data reported in former research about this view, this issue is promising for pre-sexing (in ovo sexing) the poults before placing them in the machine. More extensive work should be carried out in this way of look, additionally regarding layers and breeders. This is important as males of layers and breeders cannot grow economically or provide a satisfactory meat yield, resulting in them being culled and sent to

grinders which emerges an issue of welfare and is relevant as an uneconomical act as well, as told by researchers (Krautwald-Junghans et al., 2018). Further experiments on this subject may provide new data and by sorting eggs regarding EST and other related parameters, some part of the male birds may be saved from culling after hatching and their eggs may be transferred to the pastry industry or others for a more esteemed and humane industry.

**Table 2.** The effect of EW, EST and SI on 3 periods HW of hatched turkey poult.

*Çizelge 2. Kabuk kalınlığının çıkış gücüne ve şekil indeksine 3 çıkış dilimine göre etkileri.*

Period	Egg Weight, g			Egg Shell Thickness, $\mu\text{m}$			Egg Shape Index		
	M	SEM		M	SEM		M	SEM	
Early	97.580	±	1.020	48.568	±	0.644	70.721	±	0.381
Midterm	97.150	±	0.832	48.392	±	0.376	71.254	±	0.301
Late	98.380	±	1.360	48.160	±	0.820	71.152	±	0.546
p Value	0.736			0.909			0.578		

The means and standard deviations of EST, EW and SI were found to be  $48.29 \pm 5.64 \mu\text{m}$ ,  $98.57 \pm 5.64 \text{ g}$  and  $69.66 \pm 1.73$ , respectively. These findings are given in Table 1 and 2. The findings are in line with other studies' findings stating that the EST values are between 0.38 - 0.57  $\mu\text{m}$  (Akinci et al. 1999; Aslam et al., 2013, Christensen and Nestor, 1994; Elamin et al., 2015; Narushin et al., 2004; Yamak et al., 2015; Yamak et al., 2016).

As the controls were made at 4-hour periods, the data obtained concerning EW, EST, EWD, EL and SI affecting the HW are shown in Table 1. As can be seen, no significant relation has been discovered between the HW and the traits rinsed on ( $p > 0.05$ ). Our findings are comparable to those of other studies (Yamak et al., 2015; Yamak et al., 2016). The periods of a standard hatch window are described as 3 parts; early, midterm and late (Yamak et al., 2015). Controls of eggs in the machine were done every 4 hours during the last 32 hours of incubation. The collected data concerning EW, EST, EWD, EL and SI in terms of early (656 – 667 hours), midterm (668 – 676 hours) and late hatch (677 – 688 hours) periods affecting the HW are shown in Table 2. As seen, no significant relation has been discovered between the HW and the traits focused on in the research ( $p > 0.05$ ). Thus, it can be concluded that the hatch window cannot be altered by the criteria of interest in this experiment.

Gender has not been observed be related with EW and SI ( $p > 0.05$ ).

**Table 3.** The effect of EW, EST, and SI on gender of hatched turkey poult.

*Çizelge 3. Yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı ve şekil indeksinin yumurtadan çıkan hindi palazlarının cinsiyeti üzerine etkileri.*

Gender	Egg Weight, g			Egg Shell Thickness, $\mu\text{m}$			Egg Shape Index		
	M	SEM		M	SEM		M	SEM	
Male	97.928	±	0.732	47.638 <sup>b</sup>	±	0.407	71.224	±	0.283
Female	96.873	±	0.960	49.482 <sup>a</sup>	±	0.428	70.899	±	0.340
p Value	0.376			0.003			0.464		

<sup>ab</sup> The superscript lowercase letters indicate there is a statistically important difference between the treatment groups ( $p < 0.01$ ).

EST was found to be correlated with gender. According to the findings of the experiment, female turkey poults hatched more than males from thicker shelled turkey eggs ( $p<0.05$ ) as seen in Table 3. This may generate an idea and pioneer a series of research on the subject if the ratio of poults to hatch can be altered prior to placement in incubators.

### CONCLUSION

From the findings of the experiment, it can be concluded that not placing turkey eggs with 46.26  $\mu\text{m}$  (females hatched having the thinnest eggshell value) or less EST into the incubators would have resulted in 31.25% of males (as males hatched from eggs from less than this EST was 31.25%) not been set on the machine. Therefore, approximately 1/3 of male birds should have completed recovery from culling and their eggs should be evaluated in other industries such as pastry. This is a simple calculation from the data of the research presented to show that there can be a promising numerical relation between EST and predetermination of gender of turkey hatching eggs where more extensive analyses, more repetitions and more detailed work should be undertaken.

Further experiments should be undertaken taking into consideration EST together with other parameters such as weight, shape index, etc. As more data is obtained and structured economically, automatic sorting and in ovo sexing device for egg sorting by EST should be manufactured in the near future for use by modern hatcheries. Thus, great amounts of capital may be conserved, and the poultry industry may thrive economically and become a more humane, welfare-conscious profession.

### CONFLICT OF INTEREST

The author reports that there are no conflicts of interest.

### DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The author reports there are no conflicts of interest and the work was overtaken by himself.

### DECLARATION OF ETHICS COMMITTEE

The study was approved by Bolu Abant İzzet Baysal University Animal Research Ethics Committee, in 04.03.2015, verdict number 2015/10.

All actions were taken under the legislation and allowances of the local ethical regulations.

### ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank to BAP Unit of Bolu Abant İzzet Baysal University for providing equipment used in the experiment by BAP project number 2015.10.03.878. Also author thanks to Bolca Hindi hatchery manager Murat Kalafat, owner Şerafettin Erbayram (late, may Allah have mercy upon his soul) and their workers for letting the experiment take place in their hatchery.

### REFERENCES

- Akinci, Z., Erisir, Z. & Poyraz, O. (1999). The Egg Weight Loss and Some Shell Traits in Relation to the Initial Egg Weight and Embryonic Development. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 39(1), 47-59.
- Aslam, M. A., Hulst, M., Bolink, R. A. H., Smits, M. A., Vries, B., Weites, I., Groothuis, T. G. G. & Woelders, H. (2013). Yolk Concentrations of Hormones and Glucose and Egg Weight and Egg Dimensions in Unincubated Chicken Eggs in Relation to Egg Sex and Hen Body Weight. *General and Comparative Endocrinology*, 187(2013), 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2013.02.045>.
- Bergoug, H., Burel, C., Guinebretiere, M., Tong, Q., Roulston, N., Romanini, C. E. B., Exadaktylos, V., McGonnell, I. M., Demmers, T. G. M., Verhelst, R., Bahr, C., Berckmans D. & Etteradossi, N. (2013). Effect of pre-incubation and incubation conditions on hatchability, hatch time and hatch window, and effect of post-hatch handling on chick quality at placement. *World's Poultry Science Journal*, 69, 313-334. <https://doi.org/10.1017/S0043933913000329>.
- Christensen, V.L. & Nestor, K.E. (1994). Changes in functional qualities of turkey eggshells in strains selected for increased egg production or growth. *Poultry Science*, 73(9), 1458 - 1464. <https://doi.org/10.3382/ps.0731458>.
- Elamin, K. M., Malik, H. E. E., Sakin, A. I. Y., Elagib, H. A. A., Dousa, B. M. (2014). Effect of egg weight and egg shell thickness on hatchability and embryonic mortality of cobb broiler breeder eggs. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 3(2), 186-190.
- Elibol, O. & Türkoğlu, M. (2014). Embriyo Gelişimi ve Kuluçkacılık. *Tavukçuluk Bilimi*. Ankara Bey Ofset, pp200-206.


- Gould, R. W. (1972). Non-destructive egg shell thickness measurements using ultrasonic energy. *Poultry Science*, 51, 1460-1461. <https://doi.org/10.3382/ps.0511460>.
- Hamilton, R. G. (1982). Methods and factors that effect the measurement of egg shell quality 1, 2. *Poultry Science*, 61(10), 2022-2039. <https://doi.org/10.3382/ps.0612022>.
- Kocabaş, Z., Özkan, M. & Başpınar, E. (2013). *Temel Biyometri*. Ankara Üniversitesi Yayın no:1606, 381p.
- Krautwald-Junghans, M. E., Cramer, K., Fischer, B., Förster, A., Galli, R., Mapesa, E. U., Meissner, S., Preisinger, R., Preusse, G., Schnabel, C., Steiner G. & Bartels, T. (2018). Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. *Poultry Science*, 97(3), 749-757. <https://doi.org/10.3382/ps/pex389>.
- Narushin, V. G. & Romanov, M. N. (2002). Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science*, 58(3), 297-303. <https://doi.org/10.1079/WPS20020023>.
- Narushin, V. G., Van Kempen, T. A, Wineland M. J., & Christensen, V. L. (2004). Comparing Infrared Spectroscopy and Egg Size Measurements for predicting Eggshell Quality. *Biosystems Engineering*, 87(3), 367-373. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.12.006>.
- Orlowski, G., Halupka, L., Pokorný, P., Klimczuk, E., Sztwiertnia, H. & Dobicki, W. (2015). The effect of embryonic development on metal and calcium content in eggs and eggshells in a small passerine. *Ibis*, 158(1), 144-154. <https://doi.org/10.1111/ibi.12327>.
- Saylam, K. & Sarıca, M. (1999). Effects of shell thickness, shell pores and egg weight loss on hatchability on Japanese quail eggs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23(1), 41-46.
- Türkoğlu, M. & Sarıca, M. (2014). *Tavukçuluk Bilimi*, Ankara: Bey Ofset., 588p.
- Türkyılmaz, M. K. (2005). Phenotypic Correlations between egg weight loss, porosity, shell thickness, shape index and hatchability in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Avrasya Veteriner Bilimleri Dergisi*, 21(1), 25-29.
- Yamak, U. S., Sarıca, M., Boz, M. A. & Önder, H. (2015). The effect of egg shell thickness on some hatching traits of broiler breeders. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(3), 421-424. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2014.12485>.
- Yamak, U. S., Boz, M. A., Uçar, A., Sarıca, M. & Önder, H. (2016). The effect of eggshell thickness on the hatchability of guinea fowl and pheasants. *Brazilian Journal of Poultry Science, Special Issue (2)*, 053-058.





## Siyah Alaca ve Simental Sığırların Sağım Özelliklerine İlişkin Fenotipik ve Genetik Parametre Tahminleri

Estimates of Genetic and Phenotypic Parameters of Milkability Traits in Holstein Friesian and Simmental Cows

Ali Kaygısız<sup>1</sup> 

Geliş Tarihi (Received): 05.08.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 16.10.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Bu çalışma da Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen Siyah Alaca ve Simental sığırların süt akış hızı, sağım süresi ve süt verimine ilişkin fenotipik ve genetik parametre tahminleri elde edilmiştir. Araştırmada 150 baş Siyah Alaca ve 40 baş Simental ineğin süt verim kayıtları kullanılmıştır. Süt akış hızı, sağım süresi ve süt verimine ilişkin genel ortalamalar Siyah Alaca ırkında;  $1.37 \pm 0.004$  kg dak<sup>-1</sup>,  $16.70 \pm 0.017$  dak ve  $21.32 \pm 0.026$  kg, Simental ırkında ise  $1.047 \pm 0.007$  kg dak<sup>-1</sup>,  $17.74 \pm 0.034$  dak ve  $16.82 \pm 0.049$  kg olarak hesaplanmıştır. Mevsim etkisi her iki ırkta da tüm özellikler için önemli ( $P < 0.0001$ ) bulunmuştur. Sağım zamanı etkisi ise Siyah Alaca ırkında günlük süt verimi ve süt akış hızı, Simental ırkında ise günlük süt verimi ve sağım süresi için önemli ( $P < 0.0001$ ) bulunmuştur. Süt akış hızı, sağım süresi ve süt verimine ilişkin kalıtım dereceleri Siyah Alaca ırkında;  $0.11 \pm 0.015$ ,  $0.32 \pm 0.03$  ve  $0.13 \pm 0.02$ , Simental ırkında ise  $1.047 \pm 0.007$  kg dak<sup>-1</sup>,  $17.74 \pm 0.034$  dak ve  $16.82 \pm 0.049$  kg olarak hesaplanmıştır. Her iki ırkta da sağım özellikleri arasındaki genetik korelasyonlar orta-yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada ele alınan özelliklerin kalıtsal olduğu ve seleksiyonla geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Süt akış hızı, sağım süresi, sağılabilirlik, siyah alaca, simmental

&

**Abstract:** In this study was performed to determine the effect of non-genetic factors on milkability characteristics and to estimate phenotypic and genetic parameters and relationships among Milk Flow Rate(MFR), Milking Duration(MD) and Test Day Milk Yields (TD) of Holstein Friesian and Simmental cows reared in Kahramanmaraş. The data used in this study consisted of 150 Holstein Friesian and 40 Simmental cows. Overall means for MFR, MD and TD were  $1.37 \pm 0.004$  kg min<sup>-1</sup>,  $16.70 \pm 0.017$  min and  $21.32 \pm 0.026$  kg for Holstein Cows,  $1.047 \pm 0.007$  kg min<sup>-1</sup>,  $17.74 \pm 0.034$  min and  $16.82 \pm 0.049$  kg for Simmental cows. Milking season effected on all traits for both breeds. Milking duration effected on MFR and TD for Holstein breeds, while effected on TD and MD for Simmental breeds. Genetic correlations between milkability traits are moderate-high for both breeds. It was concluded that the milkability traits evaluated in this study are hereditary and can be improved by selection.

**Keywords:** Milk flow rate, milking time, milkability, holstein, simmental

**Atıf/Cite as:** Kaygısız, A. (2023). Siyah alaca ve Simental sığırların sağım özelliklerine ilişkin fenotipik ve genetik parametre tahminleri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 497-504. doi: 10.24180/ijaws.1338337.

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

**Copyright** © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Prof. Dr. Ali Kaygısız, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Zootečni Bölümü, alikaygisiz@ksu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

## GİRİŞ

Birim zamanda memeden alınan süt miktarı ( $\text{kg dak}^{-1}$ ) süt akış hızı (sağılabilirlik) olarak tanımlanır (Heringstad ve Kjøren Bugten, 2014). Irklara göre değişmekle beraber, optimum süt akış hızı aralığının 1.5-2.5  $\text{kg dak}^{-1}$  olması gerektiği bildirilmiştir (Khimicheva vd., 2021). Süt ineklerinde sağım sırasındaki süt akış eğrisinin şekli, genetik ve bazı çevresel faktörler tarafından etkilenir (Tançin vd., 2006). Toplam süt verimi gibi ekonomik özelliklerin yanı sıra, sağılabilirlik ve meme sağlığı gibi özellikler de sürü kârlılığını iyileştirmede ele alınması gereken önemli fonksiyonel özelliklerdendir (Groen vd., 1997). Sağılabilirlik özelliği hem iş gücünün etkin kullanımı hem de meme sağlığı açısından önemlidir (Groen vd., 1997; Gäde vd., 2007; Sandrucci vd., 2007). Yavaş sağılan inekler sürüdeki özelliklerle de sağımhanedeki sağım sürecini geciktirir (Mijić vd., 2007; Strapák vd., 2011). Diğer yandan, yüksek süt akış hızı sağım süresini kısaltır, bu da sağım için gerekli olan iş gücünde ve elektrik masraflarında tasarrufa neden olur, sağım ekipmanlarının da aşırı yıpranması önlenmiş olur (Zucali vd., 2009; Gray vd., 2012; Vosman vd., 2014). Süt akış hızı aynı zamanda, laktasyon performansını değerlendirmek için önemli bir göstergedir olup, meme loblarının kolay, hızlı, üniform ve tam sağımını belirleyen anatomik ve fizyolojik özellikler kompleksini karakterize eder.

Kaliteli sağım için ineklerin hızlı, temiz, hassas ve eksiksiz sağılması gerekir. Ayrıca makineli sağımın meme dokusunda çok fazla değişikliğe neden olmaması gerekir. Makine sağımının özellikleri ve süresi, ineklerin meme ve meme konformasyonunun yanı sıra üretim ve sağılabilirlik özelliklerine de bağlıdır.

Sağım hızı özelliği orta-yüksek büyüklükte bir kalıtım derecesine sahiptirler. Literatürde, sağım özelliklerine ait kalıtım derecelerinin değişim aralığının süt akış hızı için 0.21 ila 0.52, maksimum süt akış hızı için 0.21 ila 0.56, sağım süresi için 0.16 ila 0.58 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Luttinen ve Juga, 1997; Boettcher vd., 1998; Santus ve Bagnato, 1998; Rupp ve Boichard, 1999; Gäde vd., 2007; Tshilate vd., 2021; Pedrosa vd., 2023). Sağılabilirlik özellikleri arasındaki genetik korelasyonlar ise genelde orta-yüksektir (Luttinen ve Juga, 1997; Zwald vd., 2005; Lee ve Choudhary, 2006; Gäde vd., 2007; Güler vd., 2009; Pedrosa vd., 2023). Sürü kârlılığının önemli bir bileşeni olan sağılabilirlik özelliğine ekonomik önemi sebebiyle de seleksiyon indekslerinde de yer verilmektedir. Nitekim, İtalya'da sağılabilirlik özelliği Simental sığır ırkının seleksiyon indeksinde % 7.5'lik bir ağırlıkta yer almaktadır (Ceserani vd., 2021).

Bu çalışmada Siyah Alaca ve Simental sığırların sağılabilirlik özelliklerine etkili bazı çevre faktörleri ile özelliklere ait genetik parametreler tahmin edilmiştir.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Kahramanmaraş'ta özel bir çiftlikte yetiştirilmekte olan 150 baş Siyah Alaca ve 40 baş Simental sığırların günlük süt verim kayıtları oluşturmuştur. İşletme Kahramanmaraş ili Dulkadiroğlu İlçesi Şerefoğlu Köyü ( $37^{\circ}28'28.3''\text{N } 36^{\circ}55'27.5''\text{E}$ ) Küpeli mevkiindedir. İklim şartları yazları sıcak, kışlar ise Akdeniz ikliminin etkisiyle kardan ziyade, yağmurlu geçmektedir.

### Metod

İşletmede sağım odalarında vakumlu otomatik sağım sistemi ile günde 2 sağım uygulanmaktadır. Sürü yönetiminde sağımhane ile uyumlu bir sürü yönetim yazılımı kullanılmaktadır. Her sağımda her bir inekten elde edilen süt verimleri ve sağım süreleri kayıt altına alınmaktadır.

Araştırmada üzerinde durulan verim kayıtları aşağıda tanımlanmıştır.

**Günlük süt verimi (GSV, Daily milk yield):** 24 saatte üretilen toplam süt miktarıdır. Günlük 2 sağımda bir inekten elde edilen süt verimlerinin toplamıdır.

**Sağımda elde edilen süt verimi:** Sabah veya akşam sağımlarından birinde elde edilen süt verimidir (kg).

**Sağım süresi:** Bir inekten her bir sağımdaki sağım süresini ifade eder (dakika).

**Sağım hızı (sağılabilirlik):** Her bir sağımda elde edilen süt veriminin sağım süresine bölünmesiyle elde edilmiştir ( $\text{kg dak}^{-1}$ ).

İstatistik analizler general linear model (GLM) prosedürüne göre SAS istatistik paket programı (SAS, 1999; Orhan vd., 2004) ile yapılmıştır. Kullanılan matematik model;

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_k + e_{ijk} \quad (1)$$

şeklinde olup bu modelde yer alan terimlerden populasyon ortalamasını,  $a_i = i$ . Sağım mevsimi etki miktarını,  $b_j = j$ . Sağım zamanı (sabah, akşam) etki miktarını,  $e_{ijk} =$  normal bağımsız, şansa bağlı hata'yı temsil etmektedir.

Genetik parametre tahminleri MTDFREML paket programı ile yapılmıştır (Boldman vd., 1993).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Ortalamalar ve Faktörlerin Etkileri

Günlük ve her bir sağımda elde edilen süt verimi, sağım süresi ve süt akış hızına ait genel ortalamalar, önemlilik ve çoklu karşılaştırma test sonuçları Siyah Alaca ırkı için Çizelge 1'de, Simental ırkı için Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Siyah Alaca ırkında sağılabilirlik özellikleri.

Table 1. Milkability traits in Holstein cows.

	N	Süt verimi	Sağım Süresi	Sağım Hızı
Genel (Günlük)	15951	21.32±0.059	16.70±0.040	1.37±0.004
Genel (Sağım)	31902	10.66±0.026	8.35±0.017	
Mevsim		P<.0001	P<.0001	P<.0001
İlkbahar	8805	11.02±0.049 <sup>a</sup>	7.89±0.031 <sup>a</sup>	1.53±0.007 <sup>a</sup>
Yaz	3923	09.38±0.074 <sup>b</sup>	7.13±0.046 <sup>b</sup>	1.40±0.010 <sup>b</sup>
Sonbahar	10457	11.61±0.045 <sup>c</sup>	9.49±0.028 <sup>c</sup>	1.31±0.006 <sup>c</sup>
Kış	8717	10.63±0.050 <sup>d</sup>	8.91±0.031 <sup>d</sup>	1.25±0.007 <sup>d</sup>
Sağım zamanı		P<.0001	P=0.97	P<.0001
Sabah	15951	10.95±0.039	8.35±0.025	1.42±0.005
Akşam	15951	10.37±0.037	8.35±0.023	1.33±0.005

a,b,c,d; Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir

**Çizelge 2.** Simental ırkında sağılabilirlik özellikleri.

Table 2. Milkability traits in Simmental cows.

	N	Süt verimi	Sağım Süresi	Sağım Hızı
Genel (Günlük)	4402	16.82±0.104	17.74±0.086	1.04±0.007
Genel (Sağım)	8804	8.41±0.049	8.87±0.034	
Mevsim		P<.0001	P<.0001	P<.0001
İlkbahar	2022	9.19±0.100 <sup>a</sup>	8.92±0.070 <sup>a</sup>	1.14±0.014 <sup>a</sup>
Yaz	1386	6.67±0.121 <sup>b</sup>	7.84±0.084 <sup>b</sup>	0.94±0.017 <sup>b</sup>
Sonbahar	3154	9.34±0.080 <sup>b</sup>	9.33±0.056 <sup>c</sup>	1.10±0.011 <sup>c</sup>
Kış	2242	8.43±0.095 <sup>c</sup>	9.38±0.066 <sup>c</sup>	0.97±0.014 <sup>a</sup>
Sağım Zamanı		P<.0004	P<.0001	P<.06871
Sabah	4402	8.58±0.072	9.09±0.050	1.03±0.010
Akşam	4402	8.24±0.067	8.65±0.047	1.04±0.010

a,b,c,d; Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir

Siyah Alaca ırkında mevsim etkisi tüm özellikler için çok önemli (P<.0001), sağım zamanı etkisi ise süt verimi ve sağım hızı için çok önemli (P<.0001) bulunmuştur. Günlük süt veriminin mevsimlere göre sıralanışı Sonbahar > İlkbahar > Kış > Yaz şeklindedir. Sağım hızının mevsimlere göre sıralanışı ise; İlkbahar > Yaz > Sonbahar > Kış > şeklindedir. En hızlı ve en yavaş sağım hızları arasındaki fark mevsim faktöründe 0.28 kg dak<sup>-1</sup>, sağım zamanı için ise 0.09 kg dak<sup>-1</sup>, olarak hesaplanmıştır.

Sağım zamanına göre yapılan değerlendirmede ise her iki ırkta da sabah sağımında ineklerin biraz daha fazla süt verdiği ve daha hızlı sağıldığı gözlenmiştir (P<.0001).

Simental ırkında mevsim etkisi tüm özellikler için çok önemli ( $P < .0001$ ), sağım zamanı etkisi ise süt verimi ( $P < .0004$ ) ve sağım süresi için ( $P < .0001$ ) çok önemli bulunmuştur. Günlük süt veriminin mevsimlere göre sıralanışı Sonbahar > İlkbahar > Kış > Yaz şeklindedir. Sağım hızının mevsimlere göre sıralanışı ise; İlkbahar > Sonbahar > Kış > Yaz şeklindedir. Bu araştırma bulgularına benzer şekilde Güler vd. (2009) Esmer sığırlarda ilkbahar mevsimindeki sağım hızının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Simental ırkında ise en hızlı ve en yavaş sağım hızları arasındaki fark mevsim faktöründe  $0.20 \text{ kg dak}^{-1}$ , sağım zamanı için ise  $0.01 \text{ kg dak}^{-1}$ , olarak hesaplanmıştır.

Sağım zamanının sağım hızına etkisi Siyah Alaca ırkında önemli, Simental ırkında ise önemsiz bulunmuştur. Zgurova ve Nikolov (2022) Bulgar Rhodope sığırlarında sağım zamanının sağım hızına etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada Siyah Alaca ve Simental sığırlarda  $1.37 \pm 0.004$  ve  $1.04 \pm 0.007 \text{ kg dak}^{-1}$  olarak hesaplanan ortalama süt akış hızı; Mijic vd. (2003) tarafından Hırvat yerli sığırlarında bildirilen  $0.39 \text{ L dk}^{-1}$ , Kıyıcı vd (2013) tarafından Siyah Alaca sığırlarda bildirilen  $0.65 \pm 0.09 \text{ kg dak}^{-1}$ . Metin ve Tüzemen (2011) tarafından Esmer ırkında bildirilen  $0.70 \pm 0.02 \text{ kg dak}^{-1}$ , Kuran ve Şekerden (1992) tarafından Jersey ırkı süt sığırlarda bildirilen  $0.82 \pm 0.28 \text{ L dk}^{-1}$ , Aydın vd. (2008) tarafından Esmer sığırlarda bildirilen  $0.972 \text{ kg dk}^{-1}$  değerlerinden daha yüksektir. Zgurova ve Nikolov (2022) tarafından Bulgar Rodop sığırlarında  $1.197 \pm 0.016 \text{ kg dak}^{-1}$  olarak bildirilen sağım hızı değeri Siyah Alaca ırkında bildirilen değerden düşük, Simental ırkında bildirilen değerden ise daha yüksektir. Diğer yandan, Siyah Alaca sığırlarında, Tshilate vd. (2021) tarafından bildirilen  $1.91 \text{ kg dk}^{-1}$ , Bobić vd. (2018) tarafından bildirilen  $1.97 \pm 0.06 \text{ kg dk}^{-1}$ , Pedrosa vd. (2023) tarafından bildirilen  $2.16 \pm 0.54 \text{ kg dk}^{-1}$ , Vrhel vd. (2021) tarafından bildirilen  $2.35 \pm 0.13 \text{ kg dk}^{-1}$  değerleri bu çalışmada her iki ırkta elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Sağım hızı laktasyon sırasından etkilenmektedir. Her iki ırkta da elde edilen değerlerin, Khimicheva vd. (2021) tarafından tavsiye edilen  $1.5\text{-}2.5 \text{ kg dak}^{-1}$  değer aralığından daha düşük olması ise ineklerin tamamının ilk laktasyonda olmasına yorumlanmıştır. Yaşın ilerlemesi ile birlikte sağım hızı da artmaktadır (Kuran ve Şekerden, 1992; Bobić vd., 2018; Lee ve Choudhary, 2006; Güler vd., 2009). Oysa bu çalışmada kullanılan ineklerin tamamı ilk laktasyonda olmasına rağmen sağım hızı birçok çalışma sonuçlarına göre daha yüksektir.

Her bir sağımda geçen süre Siyah Alaca ırkında  $8.35 \pm 0.017 \text{ dak.}$ , Simental ırkında ise  $8.87 \pm 0.034 \text{ dak}$  olarak hesaplanmıştır. Oysa daha önce yapılan çalışmalarda; sağım süresi Siyah Alaca sığırlarda  $342.048 \pm 139.107 \text{ sn}$  ( $5.7 \text{ dk}$ ) (Jarshaji ve Zülkadir 2019),  $6.65 \pm 0.21 \text{ dk}$  (Kıyıcı vd., 2013),  $19.14 \pm 6.76 \text{ dk}$  (Pedrosa vd., 2023), Esmer sığırlarda ise  $5.46 \text{ dk}$  (Aydın vd., 2008),  $6.88 \pm 0.12 \text{ dk}$  (Metin ve Tüzemen 2011) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada sağım süresi önceki çalışmalardan biraz daha uzun bulunmuştur. Bu durum ineklerin süt verimlerinin daha yüksek olmasına ve yine ineklerin tamamının ilk laktasyonda olmalarına yorumlanmıştır.

Sağım süresi ineğin süt verimi, sağımcinun hayvanı tanıma ve yaklaşım tarzı, ortam sıcaklığı ve ses seviyesi, sağım makinesi kalitesi ve bakımı, meme yapısı ve hastalıkları, diğer stres faktörleri gibi nedenlere bağlı olarak ortalama 6-10 dakikada tamamlanmalıdır. Çünkü, sağım ilerledikçe oksitosin hormonunun kan dolaşımında etkisi yavaş yavaş kaybolur. Eğer sağım işlemi uzarsa, memeye gereksiz bir baskı uygulanır, inek memesi tahriş olur ve sağım gittikçe zorlaşır.

Süt verimi yüksek ineklerde, sağılabilirlik özelliği hem iş gücünün etkin kullanımı hem de meme sağlığı açısından önemlidir. İşgücünün etkin kullanımı ve meme sağlığı ile ilişkisi nedeniyle, seleksiyon planlarının yapılmasında sağılabilirlik özellikleri de dikkate alınmalıdır. Bununla beraber, sağım hızını artırmak üzere sürekli ileri doğru tek yönlü seleksiyon yapmakta doğru değildir. İnekler arasında daha uniform bir sağım süresi elde etmek ve aynı zamanda meme sağlığının bozulmasını önlemek için süt akışı çok düşük veya çok yüksek olan ineklerin damızlık dışı bırakılmasına çalışılmalıdır.

Genel olarak sağılabilirlik özellikleri ile somatik hücre sayısı arasında da bir ilişki mevcuttur. Yüksek veya düşük sağım hızı daha yüksek somatik hücre ve ayrıca mastitis riskinin artması ile ilişkilidir (Tshilate vd., 2021). Bu nedenle, her bir ırka özgü optimum sağım hızının belirlenmesine de ihtiyaç vardır.

### **Genetik Parametre Tahminleri**

Günlük ve her bir sağımda elde edilen süt verimi, sağım süresi ve süt akış hızına ait genetik parametre tahminleri Siyah Alaca ırkı için Çizelge 3’de, Simental ırkı için Çizelge 4’de verilmiştir.

**Çizelge 3.** Siyah Alaca sığırlarda sağılabilirlik özelliklerine ait kalıtım dereceleri, genetik (sol alt köşegen) ve fenotipik (sağ üst köşegen) korelasyonlar.

Table 3. Heritabilities on diagonal, genetic correlation below diagonal and phenotypic correlations above diagonal of milkability for Holstein cows.

	Süt verimi	Sağım süresi	Sağım hızı
Süt verimi	0.13±0.020	0.301	0.679
Sağım süresi	0.23±0.120	0.32±0.003	-0.409
Sağım hızı	0.32±0.106	-0.11±0.170	0.11±0.015

**Çizelge 4.** Simental sığırlarda sağılabilirlik özelliklerine ait kalıtım dereceleri, genetik (sol alt köşegen) ve fenotipik (sağ üst köşegen) korelasyonlar.

Table 4. Heritabilities on diagonal, genetic correlation below diagonal and phenotypic correlations above diagonal of milkability for Simmental cows.

	Süt verimi	Sağım süresi	Sağım hızı
Süt verimi	0.33±0.067	0.188	0.767
Sağım süresi	0.27±0.200	0.13±0.037	-0.379
Sağım hızı	0.88±0.049	-0.13±0.210	0.24±0.055

Sağım hızına ait kalıtım derecesi Siyah Alaca ırkında  $0.21 \pm 0.015$ , Simental ırkında ise  $0.24 \pm 0.055$  olarak tahmin edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda sağım hızına ait kalıtım dereceleri, Siyah Alaca ineklerde 0.42 (Gäde vd., 2007), 0.50 (Pretto vd., 2014) ve 0.43-0.52 (Pedrosa vd., 2023), Simental ineklerinde  $0.12 \pm 0.01$  (Ceserani vd., 2021) ve  $0.15 \pm 0.01$  (Vicario vd., 2006), Esmer ineklerde 0.27 (Gray vd., 2011), 0.37 (Aydın vd., 2008) ve 0.41 (Schneeberger ve Hagger, 1985), İsveç Kırmızısı ineklerde 0.37-0.48 (Carlström vd., 2013) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada her iki ırkta da kalıtım derecesi tahminleri daha düşük bulunmuştur. Özelliğe ait kalıtım derecesi orta seviyede olmakla birlikte yine de seleksiyonla bir ilerleme sağlanabileceği unutulmamalıdır. Süt sığırı sürülerinde sürekli yüksek süt verimi yönünde yapılan seleksiyon daha fazla seçim meme sağlığı ile ilgili sorunlara neden olabileceğinden, seleksiyonun orta derecede süt akış hızına sahip inekler lehine yapılması sürü ömrü açısından daha yararlı olacaktır.

Sağım süresine ait kalıtım derecesi Siyah Alaca ırkında  $0.32 \pm 0.003$ , Simental ırkında ise  $0.23 \pm 0.037$  olarak tahmin edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda sağım süresine ait kalıtım dereceleri, Siyah Alaca ineklerde 0.38 (Gäde vd., 2007),  $0.36 \pm 0.11$  (Tshilate vd., 2021), 0.22-0.28 (Pedrosa vd., 2023), Esmer ineklerde ise 0.37 (Aydın vd., 2008) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada her iki ırkta da kalıtım derecesi tahminleri literatür bildirişlerine benzer bulunmuştur.

Diğer yandan sağım süresi ve sağım hızı arasındaki genetik korelasyonlar ise düşük-negatif, sağım hızı ile süt verimi arasındaki genetik korelasyonlar ise pozitif ve orta-yüksek bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir (Güler vd., 2009; Erdem vd., 2010; Samoré vd., 2011; Pedrosa vd., 2023). Bununla birlikte, daha düşük genetik korelasyon bildiren çalışmalarda (Gäde vd., 2006, 2007; Edwards vd., 2014; Laureano vd., 2014) mevcuttur.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada değerlendirilen tüm sağılabilirlik özellikleri kalıtsaldır. Bu özellikler seleksiyonla geliştirilebilir. Seleksiyon programlarında bu özelliklere yer verilmesi durumunda süt üretiminde verimliliğin artırılması mümkün olacaktır.

Hızlı sağılabilirlik özelliği ile süt verimi arasında yüksek ve pozitif korelasyonlar bulunmaktadır. Sütünün daha çabuk indirilen ineklerin süt verimleri daha yüksek olmakta, yüksek süt verimi ise sağım süresinin uzamasına neden olmaktadır. Korelasyon katsayılarının orta-yüksek seviyede bulunmuş olması bu özelliklerden herhangi birine dayalı seleksiyonla diğer özelliklerinde geliştirilebileceğini göstermektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar herhangi bir kurum, kuruluş veya kişi ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## YAZAR KATKISI

Makalenin veri toplama, istatistik analiz, literatür taraması ve bilimsel makaleye dönüştürme işlemlerinin tamamı yazar Prof. Dr. Ali KAYGISIZ tarafından gerçekleştirilmiştir.

## ETİK KURUL

Bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Sunulan çalışma, deneysel olmayan tarımsal uygulamalar kapsamında değerlendirildiğinden "Etik Kurul" belgesi alınmasına gerek yoktur.

## TEŞEKKÜR

Verilerin alınmasına yardımcı olan işletme sahiplerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Aydın, R., Yanar, M., Güler, O., Yüksel, S., Uğur, F., & Turgut, L. (2008). Study on milkability traits in Brown Swiss cows reared eastern region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(10), 1218-1222.
- Bobić, T., Mijić, P., Gregić, M., & Gantner, V. (2018). The differences in milkability, milk, and health traits in dairy cattle due to parity. *Mljekarstvo/Dairy*, 68(1), 57-63. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2018.0107>
- Boettcher, P.J., Dekkers, J.C.M., & Kolstad, B.W. (1998). Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation and milking speed. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 1157-1168. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75678-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75678-4)
- Boldman, K. G., Kriese, L. A., Van Vleck, L. D., Van Tassell, C. P., & Kachman, S. D. (1993). A Manual for Use of MTDFREML. A Set of Programs To Obtain Estimates of Variances and Covariances [DRAFT]. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service
- Carlström, C., Pettersson, G., Johansson, K., Strandberg, E., Stalhammar, H., & Philipsson, J. (2013). Feasibility of using automatic milking system data from commercial herds for genetic analysis of milkability. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 5324-5332. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6221>
- Cesarani, A., Garcia, A., Hidalgo, J., Degano, L., Vicario, D., Macciotta, N. P. P., & Lourenco, D. (2021). Genomic information allows for more accurate breeding values for milkability in dual-purpose Italian Simmental cattle. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 5719-5727. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19838>
- Edwards, J. P., Jago, J. G., & Lopez-Villalobos, N. (2014). Analysis of milking characteristics in New Zealand dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 259-269. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7051>
- Erdem, H., Atasever, S., & Kul, E. (2010). Relationships of milkability traits to udder characteristics, milk yield and somatic cell count in Jersey cows. *Journal of Applied Animal Research*, 37(1), 43-47. <https://doi.org/10.1080/09712119.2010.9707091>
- Gäde, S., Stamer, E., Junge, W., & Kalm, E. (2006). Estimates of genetic parameters for milkability from automatic milking. *Livestock Science*, 104(1), 135-146. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.04.003>
- Gäde, S., Stamer, E., Bennewitz, J., Junge, W., & Kalm, E. (2007). Genetic parameters for serial, automatically recorded milkability and its relationship to udder health in dairy cattle. *Animal*, 1(6), 787-796. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000092>
- Gray, K. A., Vacirca, F., Bagnato, A., Samoré, A. B., Rossoni, A., & Maltecca, C. (2011). Genetic evaluations for measures of the milk-flow curve in the Italian Brown Swiss population. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 960-970. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2759>
- Gray, K. A., Maltecca, C., Bagnato, A., Dolezal, M., Rossoni, A., Samoré, A. B., & Cassady, J. P. (2012). Estimates of marker effects for measures of milk flow in the Italian brown Swiss dairy cattle population. *BMC Veterinary Research*, 2(8), 199-211 <http://www.biomedcentral.com/1746-6148/8/199>. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-199>
- Groen, A. F., Steine, T., Colleau, J. J., Pedersen, J., Pribyl, J., & Reinsch, N. (1997). Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP – Working Group. *Livestock Production Science*, 49(1), 1-21. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00041-9)
- Güler, O., Yanar, M., Aydın, R., Bayram, B., Doğru, Ü., & Kopuzlu, S. (2009). Genetic and environmental parameters of milkability traits in Holstein Friesian cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1), 143-147, <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2009.143.147>.
- Heringstad, B., & Kjøren Bugten, H. (2014, 19-23 May). *Genetic evaluations based on data from automatic milking systems*. [Paper presentation]. In: 39th ICAR Session.

- Jarshaji, Ö. H. Q., & Zülkadir, U. (2019). Konya İlinde Özel Bir İşletmede Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Bazı Süt Verim Özelliklerine Ait Fenotipik Parametre Tahminleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(Ek Sayı 1), 162-168. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogav22i49073.561738>
- Khimicheva, S., Moshkina, S., Kharitonova, A., & Abramkova, N. (2021). Physiological justification for obtaining high productivity of dairy cattle. *InBIO Web of Conferences*, 32, 04007. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213204007>
- Kıyıcı, J. M., Koçyigit, R., & Tüzemen, N. (2013). Klasik Müziğin Siyah Alaca Sığırlarda Süt Verimi, Süt Bileşenleri ve Sağım Özelliklerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 74-81.
- Kuran, M., & Şekerden, Ö. (1992). Jersey sığırlarında makina ile sağım şartlarında süt verimi ile süt akış hızı ve sağım süresi arasındaki ilişkiler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 41-49.
- Laureano, M. M. M., Bignardi, A.B., El Faro, L., Cardoso, V.L. Tonhati, H., & Albuquerque, L. G., (2014). Random regression models using different functions to model milk flow in dairy cows. *Genetics and Molecular Research*, 13 (3), 7528-7541. <http://dx.doi.org/10.4238/2014.September.12.20>
- Lee, D. H., & Choudhary, V. (2006). Study on milkability traits in Holstein cows. *Asian Australian Journal of Animal Science*, 19(3), 309-314.
- Luttinen, A., & Juga, J. (1997). Genetic relationships between milk yield, somatic cell count, mastitis, milkability and leakage in Finnish dairy cattle populations. *Interbull Bulletin* 15(1), 78-83.
- Metin, J., & Tüzemen, N. (2011, 14-16 Eylül). *Klasik batı müziği Dinletilen Esmer sığırların süt verimi, süt bileşenleri ve sağım özellikleri*. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Eylül, Adana.
- Mijic, P., Knezevic, I., Baban, M., Domacinovic, M., & Rimac, D. (2003). Investigation of correlations and milking parameter distribution on cattle farms in eastern Croatia. *Acta Agronomica Hungarica*, 51(2), 191-198. <https://doi.org/10.1556/AAgr.51.2003.2.7>
- Mijić, P., Knezevic, I., Matkovic, M., Baban, M., & Ivkić, Z. (2007). The milkability and somatic cell counts of milk cows in various systems of keeping and milking. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6), 209-216. <https://doi.org/10.2298/BAH0701209M>
- Orhan, H., Efe, E., & Şahin, M. (2004). *SAS Yazılımı ile İstatistiksel Analizler*. Tuğra Ofset. Isparta.
- Pedrosa, V. B., Boerman, J. P., Gloria, L. S., Chen, S. Y., Montes, M. E., Doucette, J. S., & Brito, L. F. (2023). Genomic-based genetic parameters for milkability traits derived from automatic milking systems in North American Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(4), 2613-2629. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22515>
- Preto, D., Tanavots, A., Kiiman, A. H., Parna, E., Viinalass, H & Kaart, T. (2014). Genetic parameters of average milk flow recorded electronically from milking parlours and automatic milking systems in Estonian Holstein dairy cows. Page 616 in Proc. 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, BC, Canada. WCGALP Digital Archive, <http://www.wcgalp.org/>
- Rupp, R., & Boichard, D. (1999). Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits and milking ease in first lactation cows. *Journal of Dairy Science* 82(10), 2198-2204. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75465-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75465-2)
- Samoré, A. B., Román-Ponce, S. I., Vacirca, F., Frigo, E., Canavesi, F., Bagnato, A., & Maltecca, C. (2011). Bimodality and the genetics of milk flow traits in the Italian Holstein-Friesian breed. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 4081-4089. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3611>
- Sandrucci, A., Tamburini, A., Bava, L., & Zucali, M. (2007). Factors affecting milk flow traits in dairy cows: results of a field study. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1159-1167. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71602-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71602-8)
- Santus, E., & Bagnato, A. (1998). Genetic parameters estimation for milkability traits recorded with flowmeters in Italian Brown Swiss. Proceedings of the Sixth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Australia 25, 19-22.
- SAS (1999). SAS Institute Inc., SAS OnlineDoc®, Version 8, Cary, NC, USA.
- Schneeberger, M., & Hagger, C. (1985). Sire evaluation for milkability traits in Swiss Braunvieh. *Livestock Production Science*, 13(3), 219-227. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(85\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0301-6226(85)90002-8)
- Strapák, P., Antalík, P., & Szencziová, I. (2011). Milkability evaluation of Holstein dairy cows by Lactocorder. *Journal of Agrobiolgy*, 28(2), 139-146. <https://doi.org/10.2478/v10146-011-0015-6>
- Tančin, V., Ipema, B., Hogewerf, P., & Mačuhová, J. (2006). Sources of variation in milk flow characteristics at udder and quarter levels. *Journal of Dairy Science*, 89(3), 978-988. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72163-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72163-4)
- Tshilate, T. S., Bhebhe, E., Dube, B., Rhode, C., Mapholi, N. O., Matika, O., & Banga, C. B. (2021). Genetic parameter estimates for milkability traits and their relationship with somatic cell score in South African Holstein cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02483-4>
- Vicario, D., Degano, L., & Carnier, P. (2006). Genetic evaluation for milkability using subjective and measured observations in Italian dual purpose Simmental cows. *Interbull Bull.* 35(1), 53-57.
- Vosman, J. J., de Jong, G., & Eding, H. (2014). Breeding of Cows Suitable for an Automatic Milking System, *Interbull Bulletin*, 48(1), 32-36.

- Vrhel, M., Ducháček, J., Gašparík, M., Vacek, M., Coudl, R., & Pytlík, J. (2021). Milkability differences based on lactation peak and parity in Holstein cattle. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30(3), 206-213. <https://doi.org/10.22358/jafs/142125/2021>
- Zgurova, A., & Nikolov, V. (2022). Study on the milkability of cows of the Bulgarian Rhodope cattle breed. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28 (Suppl 1), 31-37.
- Zucali, M., Bava, L., Sandrucci A., Tamburini A., Piccinini R., Valentina Dapra V., Tonni M., & Zecconi A. (2009). Milk flow pattern, somatic cell count and teat apex score in primiparous dairy cows at the beginning of lactation. *Italian Journal of Animal Science*, 8(1), 103-111. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.103>
- Zwald, N. R., Weigel, K. A., Chang, Y. M., Welper, R. D., & Clay, J. S. (2005). Genetic evaluation of dairy sires for milking duration using electronically recorded milking times of their daughters. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1192–1198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72785-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72785-5)