



Önceki Adı / Formerly
Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of the Faculty of Agriculture



Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

Yayınlayan (Publisher)

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Sahibi (Owner)

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Dekan (Dean)

Baş Editör (Editor in Chief)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Yayın Sekreteri (Publication Secretary)

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Editörler Kurulu (Editorial Board)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Prof. Dr. David HIGGS

University of Hertfordshire, Hatfield, UK

Prof. Dr. Muhammad ASHRAF

University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Prof. Dr. Bernardo Murillo AMADOR

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mexican

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

Prof. Dr. Saliha KIRICI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana

Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Prof. Dr. Sabri YURTSEVEN
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Önder KAMILOĞLU
Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay

Doç. Dr. Ali YILDIRIM
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Mehmet MAMAY
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Remziye ÖZEL
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KÜP
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Yabancı Dil Editörleri
(Foreign Language Editors)

Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Mizanpaj Editörü
(Typesetting Editor)
Doç. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 27
Sayı (Issue): 2
Yıl (Year): 2023

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Prof. Dr. Hsin CHI

National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China

Assoc. Prof. Dr. Oleksiy Derkach

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic Univ., Faculty of Engineering and Tech., Ukraine

Assoc. Prof. Dr. Roman Rolbiecki

University of Tech. and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Agriculture and Biotech., Poland

Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Ayten NAMLI

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Prof. Dr. Geza HRAZDINA

Cornell Univ., Collage of Agriculture and Life Sciences, Department of Food Science, USA

Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Dr. Jens D. BERGER

The University of Western Australia, Ecophysiologicalist, Australia

Dr. Muhammed Nasir ROFIQ

Agency for The Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta, Indonesia

Mizanpaj Editörü: Doç. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ

Yazışma Adresi

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

Tel: +90 (414) 318 3474 **Fax:** +90 (414) 318 3682

e-posta: ziraatdergi@harran.edu.tr

Yayın Tarihi: 23.06.2023

Yılda dört kez yayınlanır

Yayınlara erişim adresi: <http://dergipark.org.tr/harranziraat>

Yıl/year: 2023

Cilt/volume: 27

Sayı/number: 2

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Abdullah SESSİZ

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Ve Teknolojileri Mühendisliği

Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ali İKİNCİ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Burhan ARSLAN

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Cevdet SAĞLAM

Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Fadul ÖNEMLİ

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mehmet KARAASLAN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mehmet ÖZ

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Murat YILDIRIM

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Prof. Dr. Nimet KARA

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Zehra EKİN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Duran YAVUZ

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Fatih Mehmet YILMAZ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Fatma Dolunay ERDOĞUŞ

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

Doç. Dr. Filiz ÜNAL

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Filiz YILDIZ AKGÜL

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü

Doç. Dr. Hüseyin SARI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr. İnci Demirağ TURAN

Samsun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü

Doç. Dr. Mehmet Ali SARIDAŞ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Neşe OKUT

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Şenol YILDIZ

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr. Vedat BEYYAVAŞ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahid MALASLI

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğretim Üyesi Siyami KARACA

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Assessment of genetic diversity in safflower cultivars and breeding lines with AFLP markers <i>Aspir çeşit ve ıslah hatlarında AFLP belirteçleri ile genetik çeşitliliğin belirlenmesi</i> Muhammet TONGUÇ, Sabri ERBAŞ	145-152
Genetic variability in sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) for yield and yield related traits <i>Verim ve verimle ilgili özellikler için susamda (<i>Sesamum indicum</i> L.) genetik değişkenlik</i> Sintayehu GEDIFEW, Alemu ABATE, Tiegist Dejene ABEBE	153-165
Lavandin (<i>Lavandula x intermedia</i> Emeric ex Loisel.)'de morfojenetik varyabilitenin belirlenmesi <i>Determination of morphogenetic variability in Lavandin (<i>Lavandula x intermedia</i> Emeric ex Loisel.)</i> Abdulhabip ÖZEL	166-174
Community structure of nematodes in olive growing areas in İzmir, Manisa, Balıkesir, and Çanakkale provinces, Türkiye <i>Türkiye'de İzmir, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illerinde zeytin alanlarındaki nematodların komünite yapısı</i> Lerzan ÖZTÜRK	175-188
Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas (<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i>) hastalık şiddeti değişiminin çok bantlı (Hyperspectral) veriler kullanılarak incelenmesi <i>Investigation of yellow rust (<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i>) disease severity variation in different Phenological periods of some bread and durum wheat varieties</i> Metin AYDOĞDU, Kadir AKAN	189-206
Taze ve kurutulmuş bazı trabzon hurması (<i>Diospyros kaki</i> L.) çeşitlerinin biyokimyasal içerikleri <i>Biochemical contents of some fresh and dried persimmon cultivars (<i>Diospyros kaki</i> L.)</i> Cuma Nur KILIÇ, Adnan Nurhan YILDIRIM, Civan ÇELİK	207-216

Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmığın toprağın bazı özelliklerine etkisi <i>he effect of the pto shaft driven single-acting disc harrow on some features of the soil</i> Ergün ÇITIL, Tamer MARAKOĞLU	217-227
Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği işletmelerinin enerji kullanımlarının ve bazı mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma <i>A study on the determination of energy uses and some mechanization characteristics of some cattle breeding businesses</i> İsmail BOYAR, Can ERTEKİN	228-238
Konya kapalı havzası sulama şebekelerinde tarımsal su ayak izinin değerlendirilmesi <i>Evaluation of agricultural water footprint in Konya closed basin irrigation schemes</i> Belgin ÇAKMAK, Elifnaz TORUN	239-252
Ozonlanmış arap zamkının reolojik, termal ve yapısal özelliklerinin incelenmesi <i>Investigation of rheological, thermal and structural properties of ozonated gum arabic</i> Zeynep Tuğba ÖZASLAN, Şenol İBANOĞLU	253-264
Some properties of semi-hard cheese made from cow's and goat's milk <i>İnek ve keçi sütünden yapılan yarı sert peynirin bazı özellikleri</i> Aslı ALBAYRAK KARAOĞLU	265-276
Comparision of XRF and ICP-OES methods to determine total element concentrations of soils formed on different parent materials in the Sanliurfa province of Turkey <i>Türkiye'nin Şanlıurfa ilinde farklı ana materyaller üzerinde oluşan toprakların toplam element konsantrasyonlarının belirlenmesinde XRF ve ICP-OES yöntemlerinin karşılaştırılması</i> Yüstra İNCİ, Ali Volkan BİLGİLİ, Recep GÜNDOĞAN, Yusuf Kağan KADIOĞLU	277-292



Assessment of genetic diversity in safflower cultivars and breeding lines with AFLP markers

Aspir çeşit ve ıslah hatlarında AFLP belirteçleri ile genetik çeşitliliğin belirlenmesi

Muhammet TONGUÇ^{1*}, Sabri ERBAŞ²

¹Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, 32200, Isparta, Türkiye

²Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, 32200, Isparta, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-1292-2910>; ²<https://orcid.org/0000-0003-0691-6127>

To cite this article:

Tonguç, M. & Erbaş, S. (2023). Assessment of genetic diversity in safflower cultivars and breeding lines with AFLP markers. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 145-152.
DOI: 10.29050/harranziraat.1248981

*Address for Correspondence:

Muhammet TONGUÇ
e-mail:
muhammettonguc@isparta.edu.tr

Received Date:

08.02.2023

Accepted Date:

10.05.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ABSTRACT

Safflower is a self-pollinating oilseed crop and has been cultivated since antiquity in the Middle East. Safflower has become a minor oilseed crop, and to increase its cultivation it is necessary to characterize and introduce new germplasm. Thirty-eight safflower cultivars and breeding lines from different countries have been screened with 8 AFLP primer combinations to assess genetic diversity and relationships among these genotypes. AFLP primers produced total of 410 bands, 113 of which was polymorphic, with an average of 51.2 bands per assay. Polymorphism ratio changed between 14.8 to 41.4% among the genotypes. Polymorphism information content (PIC) and resolving power (Rp) of the primer combinations were between 0.21-0.38 and 5.11-27.68, respectively. Genetic similarity coefficients were between 0.245-0.850 with an average of 0.573. Dendrogram based on similarity matrix produced three clusters and three cultivars clustered separately from the rest of the genotypes. The study shows genetic variation within germplasm and could be useful for breeding and genetic diversity studies in the future.

Key Words: *Carthamus tinctorius*, Genetic diversity, Molecular markers, Safflower

ÖZ

Aspir, kendine döllen tek yıllık bir yağ bitkisidir ve antik çağlardan beri Orta Doğu'da yetiştirilmektedir. Aspir önemini yitiren bir kültür bitkisi haline gelmiştir ve aspir tarımını artırmak için yeni çeşitlerin temini ve karakterizasyonu gereklidir. Farklı coğrafi kökene sahip 38 aspir çeşidi ve ıslah hattı arasındaki genetik çeşitliliği ve ilişkilerini belirlemek için 8 AFLP primer kombinasyonu kullanılarak genotipler taranmıştır. AFLP primerleri, reaksiyon başına ortalama 51.2 bant ve toplamda 410 bant üretmiştir. Üretilen bantların 113 tanesinin genotipler arasında polimorfik olduğu gözlenmiş ve polimorfizm oranı %14.8-%41.4 arasında değişmiştir. Primer kombinasyonlarının polimorfizm bilgi içeriği (PIC) 0.21-0.38 ve çözümüleme gücü (Rp) 5.11-27.68 arasında değişmiştir. Aspir çeşit ve ıslah hatları arasındaki genetik benzerlik katsayıları 0.245-0.850 arasında değişkenlik gösterirken; ortalama genetik benzerlik 0.573 olarak bulunmuştur. Benzerlik matrisine dayalı dendrogram, genotipleri üç küme içine yerleştirmiş fakat üç kültür gruplandırılmamıştır. Mevcut çalışma, genotipler içerisindeki genetik çeşitliliğin boyutunu göstermekte ve gelecekte yapılacak ıslah ve genetik analizler için faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Carthamus tinctorius*, Genetik çeşitlilik, Moleküler Belirteç, Aspir

Introduction

The genus *Carthamus* belongs to the *Asteraceae* family and contains 25 species, most of which are native to the Mediterranean basin. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is the only cultivated species of the genus with a diploid chromosome number of $2n=24$, and has been cultivated for 4000 years (Mündel and Bergman, 2009). Safflower is mainly grown as an oilseed crop and seeds contain 25-40% crude oil, but it has other uses, such as dye production from flowers for food industry and as a fodder crop for livestock (Sirinivas et al., 1999; Landau et al., 2004). Safflower oil is also used clinically for the treatment of various illnesses and contains high oleic and linoleic acids contents, essential for human diets (Weiss, 2000; Kim et al., 2007).

Safflower is a self-pollinating plant, and breeding activities were based on genetic variability existed within cultivars and local sources collected from different parts of the world (Mündel and Bergman, 2009). Genetic diversity could be assessed using information on morphology, agronomic variables and molecular biology of the species. Although each method has its own advantages, molecular tools provide more polymorphisms to reveal existing diversity in a species (Tanksley and McCouch, 1997). Different molecular marker systems exist and they have been used to investigate genetic diversity in plant species, but PCR-based methods are preferred, because they produce more polymorphisms and easier to implement and use (Ragot and Hoisington, 1993).

Molecular tools have been used to analyze species delamination, domestication, breeding and seed purity (Chapman and Burke, 2007; Naresh et al., 2009; Pearl et al., 2014) in safflower. Genetic diversity of safflower genotypes have also been studied with different marker systems, such as RAPD (Amini et al., 2008; Giachino and İnan, 2019), ISSR (Ali et al., 2020), SRAP (Peng et al., 2008), AFLP (Sehgal and Raina, 2005; Johnson et al., 2007; Sehgal et al., 2009), SSR (Mokhtari et al., 2018) and peroxidase gene-

based polymorphisms (POGP) markers (Çankaya et al., 2019; Yıldız et al., 2022). Genetic diversity studies with molecular markers may provide valuable insights into relationships between different safflower genotypes for breeding studies.

The safflower genotypes used in the present study have been characterized for their morphological and agronomic parameters (Tonguç and Erbaş, 2009) and with the POGP markers (Çankaya et al., 2019). The aim of the present study was to evaluate genetic diversity among the same safflower genotypes with AFLP markers to assess relationships between these genotypes.

Material and Methods

Plant material

Seven safflower breeding lines and 31 cultivars originating from 6 countries were used in the study. Plants with PI numbers were obtained from USDA Western Regional Plant Introduction Station (Pullman, WA, USA) and local safflower cultivars were obtained from Ege Agricultural Research Institute (Menemen, İzmir, Türkiye) (Table 1).

DNA isolation

Seeds were sown in plastic pots for germination, and leaves from seedlings were collected and stored at $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ until used. DNA isolation was carried out using CTAB method according to Doyle and Doyle (1990) with minor modifications. Pellets were dissolved in TE buffer and the final concentration of DNA was adjusted to $250\text{ ng }\mu\text{L}^{-1}$ with a spectrophotometer and stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ for later use.

AFLP analysis

AFLP analysis system I kit was used for digestion, pre-selective and selective amplifications following the manufacturer's instructions (Invitrogen Life Technologies, USA). Genomic DNA (250 ng) of safflowers was digested with *EcoRI* and *MseI* restriction enzymes at $37\text{ }^{\circ}\text{C}$

Table 1. Safflower cultivars and breeding lines used to assess genetic diversity within cultivated safflower germplasm

Gene bank no	Genotype name	Origin	Breeding status	Gene bank no	Genotype name	Origin	Breeding status
PI 537110	Quiriego 88	Mexico	Cultivar	PI 560177	Oleic Leed	USA	Cultivar
PI 537111	Sahuaripa 88	Mexico	Cultivar	PI 538779	Centennial	USA	Cultivar
PI 561703	San Jose 89	Mexico	Cultivar	PI 601506	S-517	USA	Cultivar
PI 572475	Saffire	Canada	Cultivar	PI 572472	Rehbein	USA	Cultivar
PI 592391	AC Sunset	Canada	Cultivar	PI 525458	Finch	USA	Cultivar
PI 559909	AC Stirling	Canada	Cultivar	PI 572436	Leed	USA	Cultivar
PI 603206	Lesaf 414	Canada	Breeding line	PI 508098	Hartman	USA	Cultivar
PI 610263	Enana	Spain	Breeding line	PI 537695	Ole	USA	Cultivar
PI 657792	Rinconada	Spain	Cultivar	PI 572434	UC-1	USA	Cultivar
PI 657797	CH-353	Spain	Breeding line	PI 572414	US-10	USA	Cultivar
TR 69497	Dinçer 5-18-1	Türkiye	Cultivar	PI 572471	Sidwill	USA	Cultivar
TR 69498	Yenice 5-38	Türkiye	Cultivar	PI 537694	Royal	USA	Cultivar
TR 69499	Remzibey-05	Türkiye	Cultivar	PI 537692	Gila	USA	Cultivar
PI 538025	Montola 2000	USA	Cultivar	PI 525457	Girard	USA	Cultivar
PI 601166	Oker	USA	Cultivar	PI 514632	Ziyang	China	Cultivar
PI 572465	4022	USA	Breeding line	PI 514631	Yuyao	China	Cultivar
PI 572439	PCA	USA	Breeding line	PI 514624	Shufu	China	Cultivar
PI 572421	Frio	USA	Cultivar	PI 514620	Huaxian	China	Cultivar
PI 572418	Arizona Saf Com III	USA	Breeding line	PI 506426	FO-2	China	Cultivar

for 2 h and the reaction was terminated by raising temperature to 70 °C for 10 min. DNA samples were ligated to *EcoRI* and *MseI* adaptors for 2 h at 20 °C with T4 DNA ligase and the samples were diluted with TE buffer for pre-selective amplifications. Pre-selective amplifications were performed with *EcoRI*+A and *MseI*+C primers with 20 cycles of 94 °C for 30 s, 56 °C for 60 s and 72 °C for 60 s. Pre-amplified fragments were diluted 1:50 with TE buffer for use in selective PCR amplifications. For selective amplifications, 5 µl of diluted PCR product, 0.5 µl of *EcoRI* and 4.5 µl of *MseI* primers (primers with 3 selective nucleotides), dNTP mix, 2 µl of 10X PCR solution, 7.9 µl of sterile distilled water and 0.1 µl of *Taq* polymerase were used per reaction. The touchdown method was used for PCR amplifications. Selective PCR amplifications were carried out as described by Tonguç et al. (2011). Primers D700 and D800 and their nucleotide sequences were given by Johnson et al. (2007).

PCR products were separated in 6% denaturing polyacrylamide (19:1 acrylamide: bisacrylamide) sequencing gel. Electrophoresis was carried out using Owl S4S gel electrophoresis system (Thermo Scientific, USA) for 3 h in 0.5X TBE buffer at 2400 V with temperature of 50 °C. Gel preparation, denaturation and silver staining procedures were carried out as described by Pillen et al. (2000).

Data analysis

Dried gels were scanned and scored for presence (1) and absence (0) of bands. For each primer combination, total number of bands, number of polymorphic bands, polymorphism ratio (%), polymorphism information content (PIC) and resolving power (Rp) was calculated. PIC value was calculated with the following formula, $PIC = 2f_i(1-f_i)$ where f_i represents the presence of loci and $(1-f_i)$ represent the absence of loci of a molecular marker (Roldan-Ruiz et al., 2000). Rp value for each primer combination was calculated according to Prevost and Wilkinson (1999). $R_p = \sum l_b$ where l_b represents band informativeness and calculated as $l_b = 1 - [2x(|0.5-p|)]$ and p represents proportion of genotypes containing the band. Data matrix was analyzed with NTSYS-pc (ver. 2.2) and pair-wise similarities were calculated using Jaccard's similarity coefficients with SIMQUAL subprogram (Rohlf, 1992). Dendrogram was constructed using the SAHN subroutine and the unweighted paired group method using arithmetic averages (UPGMA). Mantel's z test values were calculated using the MX COMP in the NTSYS-pc to determine the degree of compatibility between dendrogram created by the UPGMA method with the similarity matrix.

Results and Discussion

In the present study, total of 38 cultivars and breeding lines were used to investigate genetic diversity among safflower genotypes. Three cultivars/lines from Turkey and Mexico, 4 from Canada, 3 from Spain, 5 from China and 19 from USA represented cultivated safflower germplasm (Table 1). Eight AFLP primer combinations were used to amplify genomic DNA and these primers amplified 410 bands among the cultivars and lines. Number of polymorphic bands produced by the AFLP primers was between 4-31. The highest number of polymorphic bands were produced by D800 (31) and D700 (29) primers, while the fewest number of polymorphic bands were produced by EACA/MCTT (4) primer (Table 2). Polymorphism ratio of the primer combinations were between 14.8-41.4% among the safflower cultivars and lines. The highest polymorphisms ratios were produced by D700 and D800 primers, while the lowest polymorphism ratio was detected in EACA/MCTT. AFLP primers, along with other molecular marker systems, have been used to assess genetic diversity within the safflower germplasm (Sehgal and Raina, 2005; Johnson et al., 2007; Sehgal et al., 2009). These studies showed that AFLP markers produced more total and polymorphic bands and higher polymorphisms ratios compared to RAPD and ISSR markers used in these studies. Among the 14 safflower cultivars, 4 AFLP primers yielded between 16-23 polymorphic bands and polymorphism ratio of 41.0-72.4%. The average number of polymorphic bands produced by each

marker type was found to be 2.4 for RAPD, 1.3 for ISSR and 20.5 for AFLP (Sehgal and Raina, 2005). When 85 safflower accessions were assayed with 10 AFLP primers, total number of bands were between 20-52, number of polymorphic bands were between 10-39 with polymorphism ratio of 50.0-88.8 with an average of 70.4% (Sehgal et al., 2009). These results showed that average polymorphism ratio for AFLP markers was higher among the accessions, and breeding activities reduced number of polymorphic loci to 27.5% observed in the present study and 20.5% reported by Sehgal and Raina (2005). Reduction of polymorphism among the breeding material was also noticed by Johnson et al. (2007). The results also showed that primer combinations and number of cultivars affect number of bands produced and polymorphism ratios.

PIC values of the markers depend on the number of alleles and also allele distribution among the assayed genotypes and change between 0.0-0.5 for dominant markers (Roldan-Ruiz et al., 2000). PIC value of AFLP markers in the study was between 0.21-0.38 with an average PIC value of 0.29. Even though primer EACA/MCTT produced the fewest number of bands and polymorphic bands, it had the highest PIC value, showing distribution of polymorphic bands greatly affects observed PIC values. Çankaya et al. (2019) reported average PIC value of 0.26 for the same genotypes using POGP markers, which was close to reported value for AFLP markers for the same genotypes used in this study. Average PIC value of 10 AFLP markers was found to be 0.30 for safflower accessions (Sehgal et al., 2009).

Table 2. AFLP primers used in the study and the results of amplifications and evaluated parameters

Primer combination	Total number of bands	Number of polymorphic bands	Polymorphism ratio (%)	PIC	Rp
EACA/MCTT	27	4	14.8	0.38	5.11
EACT/MCTT	53	8	15.1	0.30	12.95
EAGG/MCAC	35	7	20.0	0.31	6.79
EAGC/MCAT	51	13	25.5	0.21	15.84
EAGC/MCAA	61	11	18.0	0.37	12.53
EAGC/MCAG	41	10	24.4	0.27	7.84
D700	70	29	41.4	0.25	25.05
D800	76	31	40.8	0.30	27.68
Total	410	113	-	-	-
Mean	51.2	14.1	27.5	0.29	14.22

Different marker systems have also been used to explore genetic diversity within safflower germplasm. PIC values for dominant markers, such as RAPD and ISSR markers were found to be 0.38 and 0.14 (Seghal et al., 2009; Giachino and İnan, 2019), 0.19 and 0.44 (Seghal et al., 2009; Ali et al., 2020), respectively. These results show that PIC value change depending on marker systems and germplasm used. Rp values of the AFLP primers was between 5.11-27.68 with an average of 14.22 and the primers EACA/MCTT had the lowest and D800 had the highest Rp values, respectively. Rp values of AFLP markers were 40.62 and 59.16 among the safflower cultivars and accessions, respectively (Seghal and Raina, 2005; Seghal et al., 2009) and our values for the AFLP markers were lower than the reported values for AFLP markers.

The similarity matrix for all cultivars and lines was calculated using the Jaccard's coefficient with NTSYS-pc program. The calculated similarity coefficients found to be between 0.245-0.850. The lowest values obtained were 0.245 between UC-1 and Dinçer 5-18-1 and 0.26 between UC-1 and Girard. The highest similarity coefficient was 0.850 between Gila and US-10. The average of the coefficient values of all varieties and lines was found to be 0.573. In order to reveal the relationships between the genotypes, a dendrogram was constructed with NTSYS-pc program using UPGMA method (Figure 1). Dendrogram showed that UC-1 was not included in any cluster, and Girard and Arizona Safflower Composite III clustered independently from the main group. Oleic Leed and CH-353 formed a cluster together independent from the rest of the genotypes. The rest of the safflower genotypes formed two separate clusters. The smaller cluster contained Montola 2000, FO-2, Remzibey-05, Enana, Dinçer 5-18-1 and Yenice 5-38. Genetic similarity between Remzibey-05 and Dinçer 5-18-1 was 0.62, between Remzibey-05 and Yenice 5-38 was 0.55 and between Yenice 5-38 and Dinçer 5-18-1 was 0.64. Yenice 5-38 was the first composite safflower variety released in Türkiye and therefore it might be used as progenitor for

the selection of other local safflower varieties (Köse, 2017). Due to their high genetic similarity and possible similar genetic background they were clustered very close to each other. The other cluster contained 27 cultivars and breeding lines. AFLP primer combinations employed in the study did not produce enough polymorphism to distinguish Gila and US-10 from each other, and these two cultivars were grouped together. Mantel's z test values were calculated to determine the degree of compatibility between the dendrogram produced by the UPGMA method with the corresponding similarity matrix. The obtained cophenetic correlation coefficient value ($r = 0.83$) was found to be significant, indicating there is a good fit between the dendrogram and the similarity matrix.

The dendrogram produced by AFLP markers in this study was different from the dendrogram produced by POGP markers for the same safflower genotypes (Çankaya et al., 2019). Cultivars originating from Türkiye clustered close to each other and were in the same group with AFLP markers, however they were clustered very differently when POGP makers used, indicating these marker systems use different sequences to amplify. Therefore, they may cause incongruence between the dendograms. Seghal and Raina (2005) and Seghal et al. (2009) obtained different dendograms for the same genotypes using RAPD, ISSR and AFLP markers for safflower. Such phenomenon was also reported for other crop species, such as maize (Pejic et al., 1998) and cashew (Archak et al., 2003) where different marker types have been employed with the same genotypes. It was suggested that self-pollination, selection and inbreeding could cause incongruity as well as the type of markers used to amplify genomic regions (Powell et al., 1996; Seghal and Raina, 2005; Johnson et al., 2007). Mean genetic similarity was found to be high in the present study. Safflower is predominantly a self-pollinating species and the plant material used in the study consisted of cultivars and breeding lines, which are highly inbred. It was observed that genetic variation was lower in cultivars and

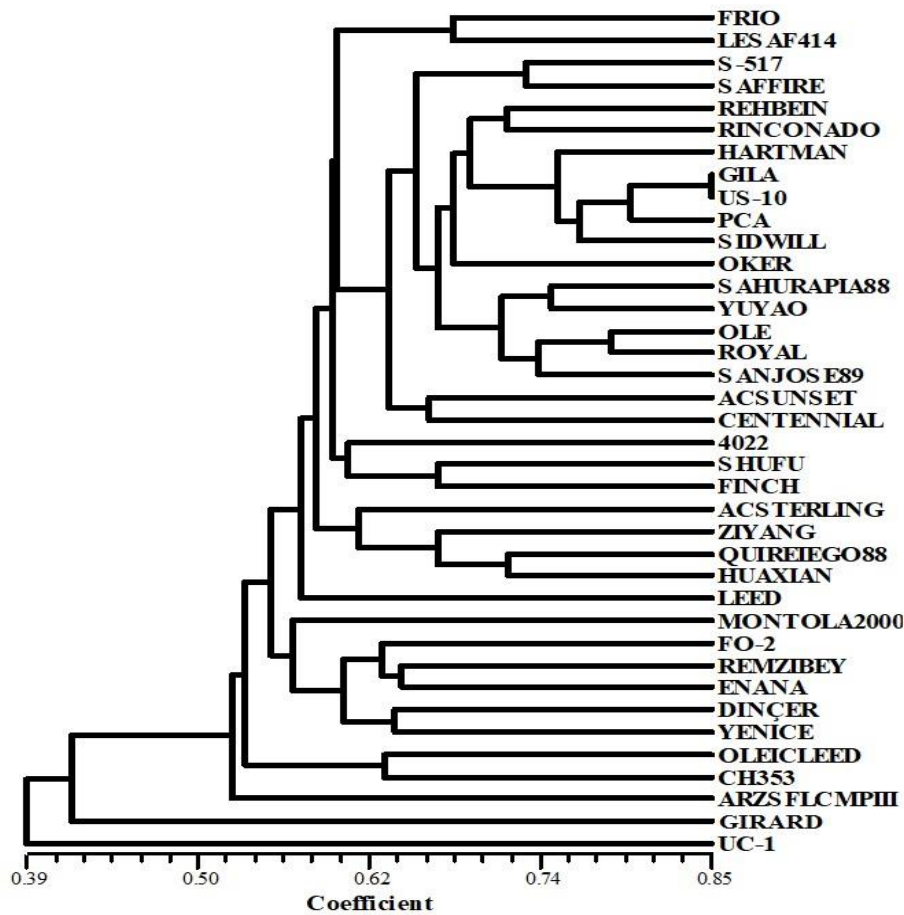


Figure 1. UPGMA dendrogram of 38 safflower cultivars and breeding lines produced by 8 AFLP primer combinations

breeding lines than that of accessions for safflower (Sehgal and Raina, 2005; Johnson et al., 2007). Another study revealed that a subset of a RIL population derived from a cross between Dinçer 5-18-1 and Remzibey-05 showed a polymorphism ratio of 4.5% detected by AFLP markers (Tonguç et al., 2011), indicating that these safflower cultivars are highly similar as revealed by cluster analysis.

Conclusion

The present study evaluated genetic relationships among 38 safflower cultivars and breeding lines with AFLP markers. AFLP primer combinations differed vastly for their ability for amplification of polymorphic bands. Number of bands produced by AFLP markers, polymorphism ratio and PIC value was similar to reported average values for AFLP markers. Dendrogram based on similarity matrix and genetic similarity coefficients showed that safflower cultivars and lines were genetically close to each other

suggesting the need to introduce genetic variation into safflower germplasm to create variability for breeding studies.

Acknowledgements

The present study was financially supported by Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) under project number 107O504.

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: M.T. investigation, writing-review and editing; S.E. investigation

References

- Ali, F., Nadeem, M. A., Habyarimana, E., Yılmaz, A., Nawaz, M. A., Khalil, I. H., Ercişli, S., Chung, G., & Baloch F. S. (2020). Molecular characterization of genetic diversity and similarity centers of safflower accessions with ISSR markers. *Brazilian Journal of Botany*, 43, 109-121. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-019-00574-7>

- Amini, F., Saeidi, G., & Arzani, A. (2008). Study of genetic diversity in safflower genotypes using agromorphological traits and RAPD markers. *Euphytica*, 163, 21-30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9556-6>
- Archak, S., Galkwad, A. B., Gautam, D., Rao, V. B., Swamy, K. R. M., & Karihaloo, J. R. (2003). Comparative assessment of DNA fingerprinting techniques (RAPD, ISSR and AFLP) for genetic analysis of cashew (*Anacardium occidentale* L.) accessions of India. *Genome*, 46, 362-369. DOI: <https://doi.org/10.1139/g03-016>
- Chapman, M. A., & Burke, J. M. (2007). DNA sequence diversity and the origin of cultivated safflower (*Carthamus tinctorius* L.; Asteraceae). *BMC Plant Biology*, 7, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-7-60>
- Çankaya, A., Tonguç, M., & Önder, S. (2019). Peroxidase gene based genetic relationships among safflower genotypes. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 14, 367-373. DOI: <https://doi.org/10.29233/sdufeffd.612472>
- Doyle, J., & Doyle, J. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12, 13-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-83962-718>
- Giachino, R. R. A., & İnan, D. (2019). Assessment of genetic diversity in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) using RAPD markers. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 29, 300-308. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.560936>
- Johnson, R. C., Kisha, T. J., & Evans, M. A. (2007). Characterizing safflower germplasm with AFLP molecular markers. *Crop Science*, 47, 1728-1736. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.12.0757>
- Kim, E. O., Oh, J. H., Lee, S. K., Lee, J. Y., & Choi S. W. (2007). Antioxidant properties and quantification of phenolic compounds from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seeds. *Food Science and Biotechnology*, 16, 71-77.
- Köse, A. (2017). Eskişehir koşulları altında bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin tarımsal performanslarının belirlenmesi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Science*, 31, 1-7. DOI: <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2018.55>
- Landau, S., Friedman, S., Brenner, S., Brukental, I., Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Hen, Y., Dvash, L., & Leshem, Y. (2004). The value of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) hay and silage grown under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. *Livestock Production Science*, 88, 263-271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2003.11.011>
- Mokhtari, N., Sayed-Tabatabaei, B. E., Bahar, M., & Arabnezhad, H. (2018). Assessment of genetic diversity and population genetic structure of *Carthamus* species and Iranian cultivar collection using developed SSR markers. *Journal of Genetics*, 97, e67-e78. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12041-018-0956-2>
- Mündel, H. H., & Bergman, J. W. (2009). Safflower. In J. Vollman & I. Rajcan (Eds.), *Oil Crops, Handbook of Plant Breeding* (pp 423-448). Springer, New York.
- Naresh, V., Yamini, K. N., Rajendrakumar, P., & Kumar, V. (2009). EST-SSR marker-based assay for the genetic purity assessment of safflower hybrids. *Euphytica*, 170, 347-353. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-009-9995-3>
- Peng, S., Feng, N., Guo, M., Chen, Y., & Guo, Q. (2008). Genetic variation of *Carthamus tinctorius* L. and related species revealed by SRAP analysis. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36, 531-538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2008.03.010>
- Pejic, L., Ajmone-Marsan, P., Morgante, M., Kozumplik, V., Castiglioni, P., Taramino, G., & Motto, M. (1998). Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLP, RAPD, SSR and AFLPs. *Theoretical and Applied Genetics*, 97, 1248-1255. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001220051017>
- Pearl, S. A., Bovers, J. E., Chin-Wo, S., Michelmore, R. W., & Burke, J. M. (2014). Genetic analysis of safflower domestication. *BMC Plant Biology*, 4, 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-14-43>
- Pillen, K., Binder, A., Kreuzkam, B., Ramsay, L., Waugh, R., Forster, J., & Leon, J. (2000). Mapping new EMBL-derived barley microsatellites and their use in differentiating German barley cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 652-660. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001220051527>
- Powell, W., Morgante, M., Andre, C., Hanafey, M., Vogel, J., Tingey, S., & Rafalski, A. (1996). The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Molecular Breeding*, 2, 225-238. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00564200>
- Prevost, A., & Wilkinson, M. J. (1999). A new system for comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 98, 107-112. DOI: <https://doi.org/10.1007/s001220051046>
- Ragot, M., & Hoisington, D. A. (1993). Molecular markers for plant breeding: Comparison of RFLP and RAPD genotyping costs. *Theoretical and Applied Genetics*, 86, 975-984. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00211050>
- Rohlf, F. J. (1992). NTSYS-pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Applied Biostatistics.
- Roldan-Ruiz, I., Daendauw, J., Van Bockstaele, E., Depicker, A., & De Loose, M. (2000). AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium* spp.). *Molecular Breeding*, 6, 125-134. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009680614564>
- Sehgal, D., & Raina, S. N. (2005). Genotyping safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars by DNA fingerprints. *Euphytica*, 146, 67-76. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-005-8496-2>
- Sehgal, D., Rajpal, V. R., Raina, S. N., Sasanuma, T., & Sasakuma, T. (2009). Assaying polymorphism at DNA level for genetic diversity diagnostics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) world germplasm resources. *Genetica*, 135, 457-470. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10709-008-9292-4>
- Sirinivas, C. V. S., Praveena, B., & Nagaraj, G. (1999). Safflower petals: A source of gamma linolenic acid. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54, 89-92. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008107521247>
- Tanksley, S. D., & McCouch, S. R. (1997). Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science*, 277, 1063-1066. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.277.5329.1063>

- Tonguç, M., & Erbaş, S. (2009). *Yerli ve yabancı orijinli aspir (Carthamus tinctorius L.) eşit ve hatlarının verim ve verim öğelerinin belirlenmesi*. Paper presented at the Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 2, 19-22.
- Tonguç, M., Erbaş, S., & Baydar, H. (2011). Aspirde geliştirilen rekombinant saf hat populasyonunun genetik harita populasyonu olarak kullanma imkanlarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 1-7.
- Yıldız, M., Altaf, M. T., Baloch, F. S., Koçak, M., Sadık, G., Kuzgun, C., Nadeem, M. A., Ali, F., Bedir, M., & Tunçtürk, M. (2022). Assesment of genetic diversity among 131 safflower (*Carthamus tinctorius* L.) accessions using peroxidase gene polymorphisms. *Molecular Biology Reports*, 49, 6531-6539. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-022-07485-z>
- Weiss, E. A. (2000). Safflower. In E. A. Weiss (Eds.), *Oilseed Crops* (pp 93-129). Wiley-Blackwell, Australia.



Genetic variability in sesame (*Sesamum indicum* L.) for yield and yield related traits

Verim ve verimle ilgili özellikler için susamda (*Sesamum indicum* L.) genetik değişkenlik

Sintayehu GEDIFEW^{1*}, Alemu ABATE², Tiegist Dejene ABEBE³

¹ Ethiopian Institute of Agricultural Research, Assosa Agricultural Research Center, P. O. Box 265, Assosa, Ethiopia

^{2,3} Department of Plant Sciences, College of Agriculture and Environmental Sciences, Bahir Dar University, P. O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia

¹ <https://orcid.org/0000-0002-8208-2702>; ² <https://orcid.org/0000-0002-3640-6542>; ³ <https://orcid.org/0000-0002-2911-1666>

To cite this article:

Gedifew, S., Abate, A. & Abebe, T. (2023). Genetic variability in sesame (*Sesamum indicum* L.) for yield and yield related traits. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 153-165.
DOI: 10.29050/harranziraat.1251060

*Address for Correspondence:
Sintayehu GEDIFEW
e-mail:
singed1896@gmail.com

Received Date:
14.02.2023
Accepted Date:
17.04.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ABSTRACT

Availability of genetic variability among a certain crop population and knowledge of the genetic parameters of yield and yield-related traits are the key preconditions to enhance seed yield. Therefore, sixty-four sesame genotypes consisting of fifty-nine accessions and five varieties were assessed in order to evaluate sesame genotypes for yield and yield-related traits and estimate the genetic parameters. An 8 x 8 simple lattice design was used to evaluate the experimental materials. Data were collected for the twenty traits. Analysis of variance revealed that sesame genotypes were significantly different ($P < 0.05$) except for internode length and seed shattering-related traits. ASARC-ACC-SG-013 was the highest-yielding accession, while accession GK-012 (2) gave the highest oil content (60.09%), and the mean thousands seeds weight ranged from 2.00 g to 2.75 g, indicating the existence of elite sesame genotypes that can be considered to maximize yield, seed size, and oil content. The number of primary branches plant⁻¹, the number of capsules on the main stem plant⁻¹, and total capsules plant⁻¹ all showed high coefficients of variation, demonstrating that the genotypes under study had sufficient variability for these traits. High heritability and genetic advance were obtained for traits such as plant height to the first branch (60.70%; 21.90%), capsule length (81.10%; 24.00%), primary branches plant⁻¹ (63.10%; 36.30%), number of capsules on the main stem plant⁻¹ (74.40%; 45.80%), and total capsules plant⁻¹ (64.90%; 51.40%). Thus, the finding suggests a trustworthy estimate of the genetic advancement that may be anticipated through phenotypic selection for these traits.

Key Words: Genetic advance; Heritability; Oil content; Quantitative traits; Seed shattering

ÖZ

Belirli bir mahsul popülasyonu arasındaki genetik değişkenliğin mevcudiyeti ve verim ve verimle ilgili özelliklerin genetik parametrelerinin bilgisi, tohum verimini arttırmanın temel ön koşullarıdır. Bu nedenle, susam genotiplerini verim ve verime bağlı özellikler açısından değerlendirmek ve genetik parametreleri tahmin etmek için elli dokuz çeşit ve beş çeşitten oluşan altmış dört susam genotipi değerlendirilmiştir. Deney materyallerini değerlendirmek için 8 x 8 basit kafes tasarımı kullanıldı. Yirmi özellik için veri toplandı. Varyans analizi, susam genotiplerinin boğum arası uzunluk ve tohum parçalama ile ilgili özellikler dışında önemli ölçüde farklı olduğunu ($P < 0.05$) ortaya çıkardı. ASARC-ACC-SG-013 en yüksek verimli çeşitken, GK-012 (2) çeşidi en yüksek yağ içeriğini (%60.09) vermiştir ve ortalama bin tohum ağırlığı 2.00 g ile 2.75 g arasında değişmektedir, bu da Verimi, tohum boyutunu ve yağ içeriğini maksimize ettiği düşünülebilecek elit susam genotipleri. Bitki⁻¹ birincil dallarının sayısı, ana gövde bitki⁻¹ üzerindeki kapsüllerin sayısı ve bitki⁻¹ toplam kapsüllerinin tümü, yüksek varyasyon katsayıları gösterdi; bu, incelenen genotiplerin bu özellikler için yeterli değişkenliğe sahip olduğunu gösterdi. İlk dala kadar bitki boyu (%60.70; %21.90), kapsül uzunluğu (%81.10; %24.00), birincil dallar bitki⁻¹ (%63.10; %36.30), kapsül sayısı gibi özelliklerde

özelliklerde yüksek kalıtım derecesi ve genetik ilerleme elde edilmiştir. ana gövde bitki⁻¹ (%74.40; %45.80) ve toplam kapsül bitki⁻¹ (%64.90; %51.40) üzerinde. Bu nedenle bulgu, bu özellikler için fenotipik seçim yoluyla tahmin edilebilecek genetik ilerlemenin güvenilir bir tahminini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Genetik ilerleme; Kalıtım; Nicel özellikler; Yağ içeriği; Tohum parçalama

Introduction

Sesame is the oldest oilseed crop which has been grown from 3050 to 3500 B.C. (Bedigian and Harlan, 1986). *Sesamum indicum* is the most extensively grown one among the numerous species of the genus *Sesamum* (Ashri, 1998). Sesame is a self-pollinating crop with varying degrees of cross-pollination depending on the environment. Sesame thrives in tropical and subtropical ecological zones across the world. Although sesame is susceptible to rainy conditions, it requires a minimum of 300 to 400 mm of rainfall (Carlsson *et al.*, 2008). Sesame has a great tolerance for drought and can produce seed yield well under fairly high temperatures (Ashri, 1998). In Ethiopia, suitable agro-ecologies of sesame are existing in Amhara, Tigray, Oromia, Benishangul Gumuz, and Somali regions (Terefe *et al.*, 2012).

Currently, sesame has been extensively produced in Africa and Asia for its nutritious seeds (Dossa *et al.*, 2017). Sesame is a valuable source of income for farmers and a major export commodity for Ethiopia (Abate *et al.*, 2015). In spite of enormous nutritional and economic values, the productivity of sesame cultivars grown in Ethiopia is low due to the genetic and environmental factors. Low-yielding and poor adaptability of cultivars to harsh weather conditions, bacterial blight disease, and seed shattering are the major bottlenecks of sesame productivity in Ethiopia. There is an occasion of complete crop failure in North Western Ethiopia where the incidence and severity of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *sesami*) disease exceeds 100% due to high humidity and extended rainfall (Terefe *et al.*, 2012). Seed shattering in sesame is amongst the major worldwide constraint of sesame production (Islam *et al.*, 2016). Determinate and indeterminate

growth are the two types of growth habit in sesame (IPGRI and NBPGR, 2004), where the indeterminate growth habit favors subsequent capsule formation so long as the environment is suitable for growth (Najeeb *et al.*, 2012; Gebremichael, 2017). Continuous capsule production leads to cracking of capsules at the base of the stem before the capsules at the tip attain physiological maturity, which results seed shattering. Thus, the primary objectives of Ethiopian sesame breeding are to develop high-yielding cultivars having bacterial blight resistance, better seed size and oil content, and tolerant to seed shattering (Gebremichael, 2017).

The availability of genetic variation and knowledge of the genetic parameters for quantitative traits are the prerequisites for crop improvement. In order to enhance sesame productivity, assessing the extent of genetic variability among sesame germplasm collected from various agro-ecologies and understanding the genetic parameters of quantitative traits are the core activities of sesame breeding. An available genetic resource can be used through a selection of elite genotypes for direct variety development or to combine desirable traits (Najeeb *et al.*, 2012). Earlier studies showed genetic variation within the Ethiopian sesame germplasm (Abate *et al.*, 2015; Teklu *et al.*, 2017), which has been exploited for decades in improving sesame productivity through selection and hybridization. In addition, information on the genetic parameters such as heritability and genetic advance is a foundation of choosing an appropriate crop improvement strategy. In sesame, high heritability recorded in flowering period, physiological maturity, plant height, seed yield, number of branches, and number capsules per plant (Saxena and Bisen, 2017; Divya *et al.*, 2018). Further, high heritability and genetic advance were observed in the 1000 seed weight,

oil content, and number of seeds per capsule (Saxena and Bisen, 2017). Heritability shows the magnitude of relationship between the genotype and observed phenotype while the genetic gain reflects the anticipated response as a result of selection (Shukla *et al.*, 2004). The best conditions for selection are those with high genetic advance and high heritability (Larik *et al.*, 2000). Thus, an experiment was carried out in order to evaluate sesame genotypes for yield and yield-related traits; identify promising sesame genotypes for better yield, seed size, and oil content; and estimate the genetic parameters for quantitative traits.

Materials and Methods

Experimental area, materials used and design

The study was conducted in 2019 at research station of Pawe Agricultural Research Center, which is situated in the Metekel zone of Ethiopia's Benishangul Gumuz region. The Pawe Agricultural Research Center is located about 562 kilometers

to the northwest of Addis Ababa, at latitude of 11°18' North and longitude of 36°24' East. The location is 1120 meters above sea level with a mean annual rainfall of 1586 mm. The mean annual minimum and maximum temperature are 16.50°C and 32.60°C, respectively. A total of 64 genotypes, which consisted of 59 accessions and five varieties (abasena, gondar-1, setit-1, setit-2, and humera-1), were used for an experiment (Table 1). The fifty-nine accessions were obtained from the Ethiopian Biodiversity Institute (EBI), Werer agricultural research center (WARC), and Assosa agricultural research center (AsARC), whereas the three varieties (setit-1, setit-2, and humera-1) were obtained from the Humera agricultural research center (HuARC), one variety (abasena) from WARC, and one variety (Gondar-1) from the Gondar agricultural research center (GARC). The experimental design used was an 8 x 8 simple lattice design. Each experimental material was planted on a plot with two rows that were each 4 meters long. The intra-row and inter-row spacing was 10 cm and 40 cm, respectively.

Table 1. Sesame genotypes used in the study and their locality

S.No.	Genotype	Locality	
		Region	Administrative zone
1	EBI17697	Oromia	Eastern Wellega
2	EBI17702	Oromia	Eastern Wellega
3	EBI17703	Oromia	Eastern Wellega
4	EBI17704	Oromia	Western Wellega
5	EBI17708	Oromia	Western Wellega
6	EBI23548	Benishangul-Gumuz	Metekel
7	EBI23565	Benishangul-Gumuz	Metekel
8	EBI28301	Amhara	North Gondar
9	EBI28302	Amhara	North Gondar
10	EBI28303	Amhara	North Gondar
11	EBI28304	Amhara	North Gondar
12	EBI28306	Amhara	North Gondar
13	EBI28308	Amhara	North Gondar
14	EBI28309	Amhara	North Gondar
15	EBI28316	Amhara	North Gondar
16	EBI28318	Amhara	North Gondar
17	EBI28320	Amhara	North Gondar
18	EBI202514	Benishangul-Gumuz	Assosa
19	EBI207957	Gambella	Zone 1
20	Abasena		
21	ASARC-ACC-S-001	Benishangul-Gumuz	Kamashi
22	ASARC-ACC-S-003	Benishangul-Gumuz	Kamashi
23	ASARC-ACC-S-004	Benishangul-Gumuz	Kamashi
24	ASARC-ACC-S-006	Benishangul-Gumuz	Kamashi
25	ASARC-ACC-S-010	Benishangul-Gumuz	Kamashi
26	ASARC-ACC-S-022	Benishangul-Gumuz	Kamashi

S.No.	Genotype	Locality	
		Region	Administrative zone
27	ASARC-ACC-SA-002	Benishangul-Gumuz	Kamashi
28	ASARC-ACC-SA-007	Benishangul-Gumuz	Kamashi
29	ASARC-ACC-SA-008	Benishangul-Gumuz	Kamashi
30	ASARC-ACC-SA-009	Benishangul-Gumuz	Kamashi
31	ASARC-ACC-SA-011	Benishangul-Gumuz	Kamashi
32	ASARC-ACC-SA-016	Benishangul-Gumuz	Kamashi
33	ASARC-ACC-SA-017	Benishangul-Gumuz	Kamashi
34	ASARC-ACC-SA-019	Benishangul-Gumuz	Kamashi
35	ASARC-ACC-SA-020	Benishangul-Gumuz	Kamashi
36	ASARC-ACC-SA-022	Benishangul-Gumuz	Kamashi
37	ASARC-ACC-SG-005	Benishangul-Gumuz	Kamashi
38	ASARC-ACC-SG-013	Benishangul-Gumuz	Kamashi
39	ASARC-ACC-SG-018	Benishangul-Gumuz	Kamashi
40	GK-012 (1)	Benishangul-Gumuz	Not available
41	GK-012 (2)	Benishangul-Gumuz	Not available
42	GM-012 (1)	Benishangul-Gumuz	Not available
43	GM-012 (2)	Benishangul-Gumuz	Not available
44	Gondar-1		
45	HM-012 (1)	Amhara	Wollo
46	HM-012 (2)	Amhara	Wollo
47	Humera-1		
48	KG-012 (1)	Oromia	Ilubabor
49	KG-012 (2)	Oromia	Ilubabor
50	MG-012 (1)	Benishangul-Gumuz	Not available
51	MG-012 (2)	Benishangul-Gumuz	Not available
52	MT-023 (1)	Benishangul-Gumuz	Not available
53	MT-075 (1)	Amhara	Wollo
54	Setit-1		
55	Setit-2		
56	TM-023 (2)	Benishangul-Gumuz	Not available
57	TZ-013 (1)	Amhara	Gojam
58	TZ-013 (2)	Amhara	Wollo
59	TZ-054 (1)	Amhara	Wollo
60	TZ-054 (2)	Amhara	Wollo
61	ZT-013 (1)	Amhara	Gojam
62	ZT-013 (2)	Amhara	Shewa
63	ZT-054 (1)	Amhara	Wollo
64	ZT-054 (2)	Amhara	Shewa

Data collected

Data were collected for each replication on a plot, plant, and capsule basis. On a plot-by-plot basis, data on days to 50% flowering (DF), days to first capsule-opening (DFCO), and days to 90% maturity (DM) were gathered. The number of days passed between DFCO and DM was used for data analysis to examine the extent of uniformity in capsule ripening.

On five random plants, plant-based data were assessed on the severity of the bacterial blight disease (BBDS), plant height (PH), plant height to first branching (PHFB), the internode length (IL), the length of the capsule-bearing zone (LCBZ), the number of capsule-bearing primary branches

plant⁻¹ (PBPP), capsules on the main stem plant⁻¹ (NCMS), capsules plant⁻¹ (CPP), and opened capsules plant⁻¹ (OCP). The percent of opened-capsules plant⁻¹ (OCP) was computed according to the following formula:

$$OCP = \frac{\text{Number of opened capsules per plant}}{\text{Total number of capsules per plant}} \times 100$$

The disease susceptibility recorded in 1 to 9 scale was converted to the percentage severity index (PSI) as applied by Wheeler (1969).

$$PSI (\%) = \frac{\text{Sum of all disease scores}}{\text{number of ratings} \times \text{maximum disease grade}} \times 100$$

Five unopened capsules were assessed for the number of seeds per capsule (SPC), capsule length (CL) in mm, and capsule width (CW) in mm. Seed shattering related data were recorded on opened capsules of plants which were not included in the sample used for recording yield and yield related traits.

Five opened capsules were investigated for seed shattering related traits such as the length of opened capsules (LOC) in mm, the length of cracking on opened capsules (LCOC) in mm, the number of seeds dropped-down per opened-capsule (SDPOC), seeds dropped-down per opened-capsule while the capsule inverted downward (SDPOCI), and seeds retained per opened-capsule (SPOC). The average length of cracking on opened-capsules (LCOC) was converted into a percentage as follows:

$$LCOC = \frac{\text{Average length of cracking on opened capsules}}{\text{Average length of opened capsules}} \times 100$$

Seed shattering in percentage was calculated and used for data analysis as follows:

$$\text{Seed shattering} = \frac{SDPOC + SDPOCI}{SDPOC + SDPOCI + SPOC} \times 100$$

Seed yield per plant (SYPP) in grams was the average seed yield of five random plants. Data in relation to the weight of 1000 seeds (TSW) in grams and the percent of oil content (OC) were examined from seeds taken from the harvest of five random plants after measuring seed yield.

Data analysis

Analysis of variance (ANOVA) was conducted using R software (R Core Team, 2021). ANOVA was implemented using the *PBIB.test* function in the *agricolae* package (de Mendiburu, 2021). A model applied in the ANOVA was:

$$y_{ijk} = \mu + rep_i + block_j(rep_i) + gen_k + e_{ijk}$$

where y_{ijk} denotes an observed effect, μ denotes the mean, rep_i denotes the i^{th} replicate, and $block_j(rep_i)$ denotes the j^{th} incomplete block

within the i^{th} replicate, gen_k is the k th genotypic effect, and e_{ijk} is the experimental error. Fisher's Least significance difference test (LSD) at 5% probability was conducted by using *LSD.test* function in the *agricolae* package. According to Syukur *et al.* (2010), the mean squares were used to estimate the variances and coefficients of variation. Based on Deshmukh *et al.* (1986) classification, coefficients of variation below 10% considered as low, 10-20% as moderate, and above 20% as high. For the traits under consideration, heritability in a broad sense (H^2) was calculated as suggested by Allard (1960), and heritability estimates below 20% were considered as low, 10-20% as moderate, and above 50% as high (Syukur *et al.*, 2010). Computation of genetic advance and classification of genetic advance as a percentage of the mean (GAM) were done by adopting Johnson *et al.* (1955).

Results and Discussion

Analysis of variance

The existence of variability in a certain population is fundamental for proposing crop improvement strategy. In the present study, analysis of variance showed highly significant differences ($p < 0.01$) among the sesame genotypes for 50% flowering, 90% physiological-maturity, plant height, height to the first branch, the length of the capsule-bearing zone, the length of capsule, the number of capsule-bearing primary branches $plant^{-1}$, capsules on the main stem $plant^{-1}$, total capsules $plant^{-1}$, seeds $capsule^{-1}$, and oil content (%) (Table 2). In addition, the ANOVA indicated a significant difference ($p < 0.05$) among the 64 sesame genotypes for the bacterial blight disease severity index (%), the number of days in between first capsule-opening and physiological-maturity, the length of capsule, capsule width, 1000 seeds weight, and yield $plant^{-1}$. Similarly, previous studies conducted in sesame indicate the existence of variability for capsules $plant^{-1}$, seeds $capsule^{-1}$, 1000 seeds weight, and yield (Bandila *et al.*, 2011; Teklu *et al.*, 2017). In

addition, Teklu et al. (2017) also reported genetic variability within the population in terms of flowering and maturity period, plant height, and primary branches plant⁻¹. Further, genetic variability that has been observed in sesame genotypes for oil content was in agreement with the result of Pathak et al. (2014). Genetic variability among sesame genotypes for seed yield, seed yield-related traits, oil content, and weight of 1000 seeds revealed the existence of genetic potential to enhance seed yield, seed size and oil content through selection of promising genotypes. On other hand, in the present study, the ANOVA indicated a non-significant difference ($p < 0.05$) among the genotypes for the internode length, the length of scratch on an opened-capsule (%), the number of opened-capsules plant⁻¹ (%), and seed shattering (%). The

maximum mean seed shattering recorded was 77.78% with mean seed shattering of 51.22%. Thus, the result of the experiment pointed out low scope of improvement for seed shattering resistance through the evaluation of Ethiopian sesame germplasm. All cultivars grown in Ethiopia are shattering types (Terefe et al., 2012). However, the study indicated a significant difference among the genotypes for days in between the first capsule-opening to maturity, noticing the presence of genotypes that might be described by uniform capsule ripening. As a result of synchronous capsule ripening, sesame may avoid seed shattering from bottom capsules while farmers wait for capsules on branches and tips of the plant to become mature. Further, synchronous capsule ripening might enhance the uniformity of seeds in terms of size and color.

Table 2. Analysis of variance for the 20 quantitative traits of sesame

	Mean Squares			
	Replication (Degree of freedom=1)	Block (Replication) (Degree of freedom=14)	Genotype (Degree of freedom=63)	Error (Degree of freedom=49)
Days of 50% flowering	9.57	2.7	11.84**	2.06
Bacterial-blight susceptibility index (%)	7.56	239.13	201.64*	121.44
Days of 90% physiological-maturity	34.03	11.63	61.99**	6.8
Days from first capsule-opening up to 90% maturity	25.38	3.45	6.35*	3.55
Plant-height (cm)	309.76	344.08	257.30**	131.63
Plant-height to the first branch (cm)	339.5	46.02	74.09**	29.07
The length of capsule-bearing zone (cm)	523.95	89.15	123.85**	57.38
Internode length in mm	204.02	86.9	78.38ns	61.56
Capsule length in mm	10.45	8.96	25.30**	4.76
Length of scratch on opened-capsule (%)	66.77	232.33	151.15ns	192.33
Capsule width in mm	3.7	0.58	0.82*	0.52
Number of capsule-bearing primary branches plant ⁻¹	2.65	1.36	1.39**	0.51
Number of capsules on the main stem plant ⁻¹	46.95	37.15	75.50**	19.28
Number of total capsules plant ⁻¹	885.05	381.46	553.35**	194.16
Number of opened capsules plant ⁻¹ (%)	28.35	79.72	252.54ns	181.76
Number of seeds capsule ⁻¹	6.6	43.55	122.87**	24.34
Seed shattering (%)	259.86	421.51	235.55ns	240
1000 seeds weight (g)	0.78	0.04	0.09*	0.05
Seed yield plant ⁻¹ (g)	13.02	5.02	4.85*	2.74
Oil content (%)	0.74	0.76	16.22**	0.52

** = highly significant at $p < 0.01$, * = significant at $p < 0.05$, ns = non-significant at $p < 0.05$

Performance of sesame genotypes for yield and yield-related traits

Mean performance of sesame genotypes for 10 quantitative traits presented in Table 3.

Among the 64 genotypes, the three varieties (setit-1, setit-2, and humera-1) were early maturing genotypes with 93 days (setit-1 and setit-2) and 95 days (humera-1) of maturity

period, whereas EBI28306 was a late maturing sesame genotype. The lowest and the highest percentage of disease severity index (%) were recorded on EBI28316 and ZT-054 (1), respectively. ASARC-ACC-SG-013 produced the highest number of capsules plant⁻¹, while KG-012 (2) was the lowest capsule producing genotype. Genotype EBI202514, ASARC-ACC-SA-016, and ASARC-ACC-SG-005 produced the highest number of seeds capsule⁻¹. The highest seed yield (9.65 g plant⁻¹) was recorded from ASARC-ACC-SG-013 followed by EBI17697 (9.51 g plant⁻¹) and ASARC-ACC-SA-011 (8.86 g plant⁻¹). ASARC-ACC-SG-013 and EBI17697 had 35.75% and 34.80% yield advantage, respectively, over the mean seed yield of all genotypes. In regard to seed quality-related traits, the lowest oil content recorded was 44.15% while the highest (60.09%) was recorded from GK-012 (2). Genotypes such as EBI28302, EBI28306, and EBI23565 were large-seeded with 1000 seeds weight of 2.75 g. Gebremichael (2017) reported a wide range of variation among Ethiopian sesame germplasm for oil content ranging from 34.10% to 55.50% and the weight of 1000 seeds ranging from 1.30 g to 4.10 g. Generally, the present study revealed the presence of elite sesame genotypes which can be proposed for better seed yield, seed size, and oil content.

Estimates of genetic parameters

The estimates of genetic parameters for the twenty quantitative traits are presented in Table 4. Both genotypic and phenotypic coefficients of variation (GCV and PCV) were higher for days from the first capsule-opening to physiological-maturity, number of primary branches plant⁻¹, capsules on the main stem plant⁻¹, total capsule plant⁻¹, and opened-capsules plant⁻¹. Similarly, primary branches plant⁻¹ and capsules plant⁻¹ had high GCV and PCV values (Abate *et al.*, 2015). High GCV estimates were shown for days to flowering (Gidey *et al.*, 2012) and capsules plant⁻¹ (Teklu *et al.*, 2017; Abhijatha *et al.*, 2017). The highest PCV and GCV for days to the first capsule-opening to physiological-maturity, primary branches plant⁻¹, the number of capsules on the

main stem plant⁻¹, and total capsules plant⁻¹ showed the existence of variability among the genotypes with a significant contribution of genotypic variance to an observed variation. High PCV values coupled with high GCV values ensure the existence of sufficient variation within the study genotypes in regard to these traits. On other hand, the resistance of sesame genotypes against bacterial blight, plant height to the first branch, the length of capsule-bearing zone, capsule length, and seeds capsule⁻¹ all had moderate (10 – 20%) GCV and PCV estimates. Moreover, moderate GCV and high PCV were seen in seed yield plant⁻¹. In contrast, Bandila *et al.* (2011) reported high GCV for seed yield plant⁻¹. Moderate GCV and high PCV on yield plant⁻¹ indicated that the phenotypic variation was attributed to genetic and environmental effects. Further, both GCV and PCV values were moderate for diseases susceptibility index (%), plant height to first branch, the length of capsule-bearing zone, capsule length, and seeds capsule⁻¹. However, low (0 - 10%) GCV and PCV estimates were exhibited on days to flowering, days to 90% physiological-maturity, oil content, 1000 seeds weight, and the width of the capsule. Low PCV and GCV estimates obtained for flowering period, physiological-maturity, capsule width, 1000 seeds weight, and oil content revealed that sesame genotypes had little variation and a low response to selection regarding these traits.

High PCV but low GCV estimates which have been recorded on the length of scratch on the opened capsule and seed shattering indicated an observed phenotypic variation was mainly attributed to environmental effect. GCV and PCV values were very close to each other for period of flowering and physiological-maturity, capsule length, seed capsule⁻¹, and oil content. Little difference between PCV and GCV estimates indicated that an observed phenotype in regard to these traits was majorly attributed to genetic effects. On other hand, high PCV and GCV difference was exhibited for days from the first capsule opening up to maturity, internode length, and the number of opened capsules per plant (%).

The highest differences between GCV and PCV values indicate the greater contribution of environmental effect on observed phenotype (Bandila *et al.*, 2011). On other hand, high PCV but zero GCV estimates were recorded for the length of scratch on the opened capsule (%) and seed shattering (%). In the current study, high heritability values validated the larger importance of the genetic factor on the phenotype of various characters. High heritability ($H^2 > 50\%$) was realized on flowering period, physiological-maturity, plant height to first branch, length of capsule-bearing zone, capsule length, primary branches plant⁻¹, capsules on the main stem plant⁻¹, total capsules plant⁻¹, seeds capsule⁻¹, and oil content. Similar findings were noticed for branches plant⁻¹ and capsules plant⁻¹ (Abhijatha *et al.*, 2017).

Further, the result was in agreement with Abate *et al.* (2015) for seeds capsule⁻¹ and oil content. Heritability values were found moderate (20% - 50%) for bacterial blight disease severity

index, days from first capsule-opening to physiological-maturity, plant height, internode length, capsule width, the number of opened-capsules plant⁻¹, 1000 seeds weight, and seed yield plant⁻¹. Moderate heritability observed on yield plant⁻¹ was in agreement with Abate *et al.* (2015) but inconsistent with the result of Khairnar and Monpara (2013) who found out high heritability estimate. However, heritability estimates were completely zero for traits such as length of scratch on the opened-capsule and seed shattering. The highest genetic advance as a percentage of the mean (GAM) was recorded on number of days in between first capsule-opening to physiological-maturity, plant height to first branching, capsule length, primary branches plant⁻¹, capsules on the main stem plant⁻¹, total capsules plant⁻¹, opened-capsules plant⁻¹, and yield plant⁻¹. Moreover, moderate GAM values were obtained for the length of capsule-bearing zone, seeds capsule⁻¹, and oil content.

Table 3. Mean performance of sesame genotypes for yield and yield-related traits

Genotype	DF	BBDS	DM	PBPP	NCMS	CPP	SPC	TSW	OC	SYPP
EBI17697	55.34j-q	41.83mn	113.16d-k	3.50b-l	25.63b-j	63.46a-g	70.29g-u	2.25bc	57.71bc	9.51ab
EBI17702	56.45e-o	44.87j-n	112.77d-k	3.95a-i	24.10b-n	59.51a-j	70.17g-u	2.25bc	54.51g-m	7.53a-l
EBI17703	56.17h-q	44.86k-n	114.18b-j	3.45b-m	24.13b-m	61.20a-i	66.21l-x	2.50ab	52.96n-s	7.66a-j
EBI17704	54.14n-r	43.61lmn	111.39f-l	3.57b-k	25.31b-k	54.39a-l	73.24d-q	2.25bc	53.73k-q	8.08a-h
EBI17708	56.60d-n	41.80mn	113.63c-k	4.60ab	21.99d-r	63.40a-h	75.00d-o	2.00c	54.87g-k	7.48a-l
EBI23548	54.02n-r	44.71k-n	110.74h-m	3.78b-j	23.48c-p	69.48abc	75.51d-n	2.00c	52.67p-u	7.76a-i
EBI23565	56.79d-n	50.29g-n	113.21d-k	3.47b-l	24.34b-l	49.58b-n	69.89h-u	2.75a	57.97b	6.78a-p
EBI28301	57.36c-l	60.70a-n	100.00qr	3.03c-p	20.41e-u	43.48c-q	68.25j-v	2.00c	47.19ef	6.71a-p
EBI28302	53.67o-r	60.14a-n	104.50opq	2.50j-r	15.01o-z	31.93k-t	77.76b-j	2.75a	50.85wxyzAB	5.41d-q
EBI28303	57.79c-k	70.15a-h	108.55k-o	2.17k-t	11.56u-z	28.65k-t	75.94c-l	2.25bc	50.00yzABC	4.89g-q
EBI28304	57.81c-k	57.09b-n	112.47e-k	2.03m-t	16.79k-y	29.04k-t	79.84b-g	2.00c	52.34q-v	4.09m-q
EBI28306	57.40c-l	48.47h-n	123.17a	2.97c-p	31.50abc	61.03a-i	82.23b-f	2.75a	55.33d-j	8.47a-d
EBI28308	57.48c-l	52.09g-n	111.13g-l	2.84d-q	21.95d-r	42.35c-r	79.83b-h	2.00c	50.23xyzABC	5.58c-q
EBI28309	53.40p-r	59.86b-n	102.66pq	2.52j-r	14.96p-z	32.41j-t	68.52i-v	2.00c	49.46BCD	5.32d-q
EBI28316	55.09k-q	40.41n	101.23pq	2.88c-p	19.92e-v	51.85b-n	63.25r-y	2.25bc	53.15m-r	7.24a-m
EBI28318	57.41c-l	46.38i-n	111.93e-l	2.49j-r	27.24a-h	49.79b-n	83.17bcd	2.50ab	49.61A-D	8.18a-g
EBI28320	53.21q-r	51.11g-n	114.84b-h	2.65g-q	27.17a-h	48.99b-o	71.13g-t	2.50ab	50.36xyzABC	7.37a-m
EBI202514	56.26h-q	42.63lmn	112.42e-k	2.89c-p	21.33e-r	38.60f-t	95.20a	2.25bc	53.91j-p	6.95a-o
EBI207957	53.95n-r	55.28d-n	111.34g-l	2.96c-p	17.23j-x	37.94f-t	65.86m-x	2.50ab	51.98r-w	5.75c-q
Abasena	55.67j-q	76.52a-d	109.13i-o	1.42q-t	18.41h-x	24.56n-t	61.96t-y	2.50ab	51.37u-z	4.21l-q
ASARC-ACC-S-001	59.29a-e	57.78b-n	112.19e-k	4.01a-g	23.20c-q	54.74a-l	73.34d-q	2.25bc	54.98e-k	7.39a-m
ASARC-ACC-S-003	58.09b-j	52.77g-n	118.87a-c	3.30b-n	23.43c-p	48.80b-p	62.96r-y	2.00c	50.93vwxyzA	8.24a-f
ASARC-ACC-S-004	59.14a-g	63.60a-m	116.79b-f	2.50j-r	17.98j-x	33.84i-t	62.72r-y	2.00c	55.16e-k	6.15c-q
ASARC-ACC-S-006	57.90c-k	60.00a-n	115.32b-h	2.42j-s	23.59c-o	42.73c-q	54.87y	2.25bc	56.33c-f	4.70i-q
ASARC-ACC-S-010	59.45a-d	64.19a-l	110.95h-l	2.20k-t	18.47h-x	25.24m-t	70.28g-u	2.00c	53.40l-r	4.28k-q
ASARC-ACC-S-022	55.78i-q	55.14d-n	111.26g-l	2.67g-q	30.39a-d	56.04a-k	61.26u-y	2.25bc	55.83d-g	6.15c-q
ASARC-ACC-SA-002	56.28g-q	55.83c-n	112.79d-k	3.71b-j	27.08a-h	56.65a-k	63.96q-y	2.25bc	54.27h-o	7.14a-m
ASARC-ACC-SA-007	58.03c-j	44.98j-n	112.66e-k	4.12a-e	21.98d-r	52.47a-m	75.31d-o	2.50ab	52.96n-s	6.90a-o
ASARC-ACC-SA-008	58.98a-h	49.98g-n	118.08a-d	3.99a-h	28.15a-f	69.06a-d	78.05b-i	2.25bc	53.79k-q	8.66a-d
ASARC-ACC-SA-009	54.67l-q	46.12j-n	116.97b-e	4.11a-f	21.02e-s	53.21a-m	65.67n-x	2.25bc	54.40h-n	6.14c-q
ASARC-ACC-SA-011	56.24h-q	53.47e-n	113.50c-k	2.97c-p	31.00abc	66.61a-e	82.46b-e	2.25bc	54.94f-k	8.86abc
ASARC-ACC-SA-016	57.40c-l	49.74g-n	112.40e-k	2.61h-q	28.73a-e	41.30d-r	87.34ab	2.50ab	52.41q-u	6.65a-p
ASARC-ACC-SA-017	57.12d-m	52.36g-n	114.53b-i	3.03c-p	26.74a-i	61.28a-i	61.97s-y	2.00c	56.42cde	7.04a-n
ASARC-ACC-SA-019	56.20h-p	54.31d-n	112.34e-k	3.58b-k	27.07a-h	66.59a-e	76.23c-k	2.25bc	52.83o-t	8.56a-d
ASARC-ACC-SA-020	55.05k-q	51.68g-n	111.05h-l	2.96c-p	35.27a	61.59a-i	59.66v-y	2.25bc	44.79G	6.26b-q
ASARC-ACC-SA-022	57.74c-k	55.56c-n	114.10b-j	3.07c-o	19.04g-w	37.65f-t	69.15i-v	2.25bc	52.45q-u	6.04c-q
ASARC-ACC-SG-005	58.67a-i	50.55g-n	117.08b-e	3.99a-i	24.35b-l	44.00c-q	85.75abc	2.25bc	56.62bcd	6.58a-p
ASARC-ACC-SG-013	57.09d-m	50.84g-n	111.70e-l	5.24a	30.43a-d	79.73a	77.15c-j	2.50ab	54.87g-k	9.65a

Genotype	DF	BBDS	DM	PBPP	NCMS	CPP	SPC	TSW	OC	SYPP
ASARC-ACC-SG-018	56.34f-o	50.01g-n	112.73d-k	4.60ab	32.86ab	73.68ab	57.68wxy	2.50ab	55.35d-j	8.28a-e
GK-012(1)	57.17d-m	45.42j-n	113.05d-k	2.77e-q	19.56f-w	35.98g-t	66.96k-w	2.50ab	55.67d-h	6.29b-q
GK-012(2)	54.45m-q	53.34f-n	114.61b-h	4.30abc	20.48e-t	63.21a-h	69.72i-u	2.25bc	60.09a	6.65a-p
GM-012(1)	56.38f-o	64.60a-l	110.02h-n	1.99n-t	18.08i-x	35.59h-t	64.95p-x	2.50ab	53.11m-s	5.87c-q
GM-012(2)	56.14h-p	55.40d-n	108.81j-o	1.59p-t	12.67s-z	20.26q-t	70.21g-u	2.00c	50.43xyzABC	3.78n-q
Gondar-1	58.02i-j	44.85k-n	110.90h-l	4.28a-d	27.36a-g	69.01a-d	74.27d-p	2.50ab	50.16yzABC	8.50a-d
HM-012(1)	56.07i-q	71.23a-g	108.42k-o	2.72f-q	15.28m-z	32.31j-t	63.85q-y	2.50ab	51.67s-x	5.64c-q
HM-012(2)	60.12abc	70.69a-h	114.89b-h	2.97c-p	12.35s-z	26.57m-t	69.81i-u	2.25bc	53.02n-s	4.35j-q
Humera-1	59.24a-f	62.50a-n	94.66rs	2.07l-t	19.58f-w	32.24j-t	60.75u-y	2.50ab	52.66p-u	5.19e-q
KG-012(1)	58.05b-j	77.92ab	105.40m-q	0.81t	14.35q-z	13.39st	60.62u-y	2.25bc	48.51DE	3.73n-q
KG-012(2)	60.12abc	75.27a-f	116.55b-g	1.67o-t	7.53z	11.10t	79.77b-h	2.00c	53.14m-r	3.18q
MG-012(1)	53.62o-r	67.77a-i	111.37g-l	3.13c-n	17.56j-x	40.95d-s	76.02c-l	2.50ab	54.01i-p	6.06c-q
MG-012(2)	59.29a-e	49.59g-n	106.61l-p	3.80a-j	24.37b-l	65.52a-f	75.75d-m	2.50ab	54.80g-l	7.62a-k
MT-023(1)	58.14b-j	59.87b-n	104.81n-q	4.06a-j	18.88g-w	51.57b-n	68.75i-v	2.00c	52.38q-u	6.61a-p
MT-075(1)	55.76j-q	77.65abc	104.39opq	2.78e-q	13.53r-z	27.83l-t	56.47xy	2.50ab	48.99CD	5.00f-q
Setit-1	46.71t	54.02e-n	93.36s	2.29k-s	18.66g-w	30.21k-t	66.12l-x	2.50ab	53.14m-r	5.66c-q
Setit-2	49.83s	61.25a-n	93.47s	1.19rst	16.92j-y	21.16p-t	57.11wxy	2.25bc	50.51xyzAB	4.76h-q
TM-023(2)	59.36a-d	53.61e-n	115.34b-h	2.58i-r	19.79f-w	35.09i-t	66.21l-x	2.25bc	52.70p-u	5.03e-q
TZ-013(1)	51.48rs	69.45a-h	102.48pq	2.99c-p	11.33v-z	24.05n-t	59.38v-y	2.50ab	51.41t-y	4.31k-q
TZ-013(2)	56.57d-n	60.83a-n	119.34ab	2.91c-p	13.45r-z	26.79m-t	71.86g-s	2.25bc	51.45t-y	4.80h-q
TZ-054(1)	58.95a-h	65.97a-k	113.19d-k	2.81e-q	14.72p-z	27.04m-t	68.81i-v	2.25bc	49.95zABC	4.32j-q
TZ-054(2)	60.91ab	75.68a-e	104.08opq	3.04c-o	8.06yz	15.39rst	62.22s-y	2.25bc	46.62F	3.59pq
ZT-013(1)	56.60d-n	63.60a-m	113.21d-k	3.50b-l	15.49l-z	38.62e-t	72.62e-r	2.00c	44.15G	4.68i-q
ZT-013(2)	57.55c-l	66.81a-j	109.05j-o	2.44j-r	11.28w-z	21.24o-t	63.44q-y	2.50ab	55.38d-i	4.74i-q
ZT-054(1)	54.09n-r	81.52a	112.21e-k	2.43j-r	11.81t-z	20.26q-t	72.30f-r	2.50ab	57.69bc	4.25l-q
ZT-054(2)	61.40a	66.11a-k	113.01d-k	0.97st	9.59xyz	14.48rst	65.47o-x	2.50ab	52.98n-s	3.65opq
Mean	56.58	56.98	110.79	2.98	20.56	43.23	70.04	2.30	52.77	6.20
Pr(>F)	5.538e ⁻¹⁰	0.01	1.47e ⁻¹³	3.225e ⁻⁰⁵	1.78e ⁻⁰⁷	2.25e ⁻⁰⁵	2.741e ⁻⁰⁹	0.02	2.2e ⁻¹⁶	0.0074
Sig.	***	*	***	***	***	***	***	*	***	**

DF=days to flowering; BBDS=disease susceptibility index (%); DM=days to physiological-maturity; PBPP=capsule-bearing primary branches plant⁻¹; NCMS=capsules on the main stem plant⁻¹; CPP=total capsules plant⁻¹; SPC=seeds capsule⁻¹; TSW=1000 seeds weight in g; OC=oil content (%); SYPP=seed yield (g plant⁻¹).

Means indicated with different letters are significantly different (p<0.05), and – sign between letters indicate the range of a group (compact letter display).

Further, lower GAM (0 - 10%) estimates were observed on flowering and maturity period, the internode length, capsule length, 1000 seeds weight, length of scratch on the opened-capsule, and seed shattering. High heritability along with high GAM for branches plant⁻¹, capsules on the main stem plant⁻¹, total capsules plant⁻¹, and the length of the capsule revealed a greater contribution of genotypic variance and availability of enriched variability which suggests that phenotypic selection would bring a progressive genetic gain. Whenever yield-related characters governed by additive genes as evidenced by high heritability coupled with high GAM, yield can be enhanced through indirect selection for yield-related characters (Rajput *et al.*, 2017). Estimation of heritability provides details on the level of genetic influence over the manifestation of a certain trait as well as the accuracy of phenotypic prediction of breeding value. Breeding programs usually consider heritability as a measure of how well desirable genes are passed

on from parents to offspring (Falconer, 1996). Moderate heritability with high GAM obtained for yield plant⁻¹, which suggests selection of elite genotypes for higher yield should undergone in later generations until the fixation of desirable alleles of yield contributing traits. High heritability and low GAM for flowering and maturity period showed the manifestation of high genetic influence despite inadequate variability among sesame genotypes in regard to these traits. Furthermore, high heritability along with moderate GAM for seeds capsule⁻¹ and oil content indicated a high contribution of genetic effects on an observed variability. On other hand, zero heritability and zero GAM for the length of scratch on the opened-capsule and seed shattering revealed that the phenotype of these characters was completely attributed to the environmental effects, and limited scope of improvement to mitigate yield loss due to seed shattering.

Table 4. Genetic parameters for the twenty yield and yield-related characters

	mean±sd	Genotypic variance(σ ² _g)	Phenotypic variance(σ ² _p)	Environmental variance(σ ² _e)	GCV(%)	PCV(%)	Heritability(H ²)	Genetic advance	GAM(%)
V1	56.6±2.8	4.9	5.9	2.1	3.9	4.3	82.6	4.1	7.3
V2	57.0±13.3	40.1	100.8	121.4	11.1	17.6	39.8	8.2	14.4
V3	110.8±6.1	27.6	31.0	6.8	4.7	5.0	89.0	10.2	9.2
V4	3.4±2.3	1.4	3.2	3.6	34.5	52.0	44.1	1.6	47.2
V5	98.7±14.8	62.8	128.7	131.6	8.0	11.5	48.8	11.4	11.6
V6	34.7±7.7	22.5	37.1	29.1	13.7	17.6	60.8	7.6	22.0
V7	44.7±10.0	33.2	61.9	57.4	12.9	17.6	53.7	8.7	19.5
V8	41.2±8.7	8.4	39.2	61.6	7.1	15.2	21.5	2.8	6.7
V9	24.7±3.9	10.3	12.7	4.8	13.0	14.4	81.2	6.0	24.1
V10	30.3±13.1	0.0	96.2	192.3	0.0	32.3	0.0	0.0	0.0
V11	7.6±0.8	0.2	0.4	0.5	5.1	8.4	36.9	0.5	6.4
V12	3.0±1.0	0.4	0.7	0.5	22.2	28.0	63.1	1.1	36.4
V13	20.6±7.2	28.1	37.8	19.3	25.8	29.9	74.5	9.4	45.8
V14	43.2±20.1	179.6	276.7	194.2	31.0	38.5	64.9	22.2	51.5
V15	18.6±14.3	35.4	126.3	181.8	32.0	60.4	28.0	6.5	34.9
V16	70.0±8.8	49.3	61.4	24.3	10.0	11.2	80.2	13.0	18.5
V17	51.2±15.8	0.0	120.0	240.0	0.0	21.4	0.0	0.0	0.0
V18	2.3±0.3	0.0	0.1	0.1	6.4	9.4	46.7	0.2	9.0
V19	6.2±2.0	1.1	2.4	2.7	16.6	25.1	43.5	1.4	22.5
V20	52.8±3.0	7.9	8.1	0.5	5.3	5.4	96.8	5.7	10.8

V1=days-to-flowering; V2=disease-severity index (%); V3=physiological-maturity; V4=days from first capsule-opening to physiological-maturity; V5=plant-height (cm); V6=plant-height to first-branching (cm); V7=length of capsule-bearing-zone (cm); V8= the internode-length (mm); V9=capsule-length (mm); V10= the length of cracking on opened capsule (%); V11=capsule width (mm); V12=capsule-bearing primary branches plant⁻¹; V13= capsules on the main stem plant⁻¹; V14=total capsules plant⁻¹; V15=opened capsules plant⁻¹ (%); V16=seeds capsule⁻¹; V17=seed shattering (%); V18=1000 seeds weight (g); V19=seed yield (g plant⁻¹); and V20=oil content (%)

Conclusion

The experiment indicated the presence of polymorphism for yield and yield-related characters, oil content, and seed size which

indicated availability of genetic potential that can be used to enhance yield, oil content, and seed size. On other the hand, ANOVA revealed non-significant difference within the studied genotypes regarding seed-shattering-related

traits, implying that mitigation of yield loss which caused by seed-shattering requires an introduction and evaluation of indehiscent sesame lines and transfer of desirable genes into local cultivars. Further, high heritability with the highest genetic advance on yield-related traits revealed that breeders can expect a reliable response from selection underlying these traits.

Acknowledgements

The corresponding author would like to acknowledge the Ethiopian Institute of Agricultural Research (EIAR) for funding this research.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Authors' Contribution: Sintayehu Gedifew was responsible for selection of the research topic, conducting an experiment, data collection and analysis, writing and submitting the manuscript. Alemu Abate and Tiegist Dejene reviewed the manuscript.

References

- Abate, M., Mekbib, F., Ayana, A. and Nigussie, M. (2015). Genetic variability and association of traits in mid-altitude sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm of Ethiopia. *American Journal of Experimental Agriculture*; 9(3):1-14.
- Abhijatha, A., Arya, K., Madhukar, K. and Gogineni, S. (2017). Evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes to the shaded uplands of southern region. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*; 6(7): 332-339.
- Allard, R.W. (1960). Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Ashri, A. (1998). Sesame breeding. In: Janick, J. (Ed.), Plant breeding review. John Wiley and Sons, Inc.
- Bandila, S., Ghanta, A., Natarajan, S., and Subramoniam, S. (2011). Determination of genetic variation in Indian sesame (*Sesamum indicum*) genotypes for agromorphological traits. *Journal of Research in Agricultural Science*; 7(2): 88-99.
- Bedigian, D. and Harlan, J.R. (1986). Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. *Economic botany*; 40(2):137-54.
- Carlsson, A.S, Chanana, N.P., Gudu, S., Suh, M.C. and Were, B.A.I. (2008). Sesame. In: Kole and Hall (Eds.). Compendium of transgenic crop plants. Transgenic Oilseed Crops, Texas, USA, Wiley Blackwell.
- de Mendiburu, F. (2012). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-5, 2021. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
- Deshmukh, S.N., Basu, M.S. and Reddy, P.S. (1986). Genetic variability, character association and path coefficients of quantitative traits in Virginia bunch varieties of groundnut. *Indian Journal of Agricultural Sciences*.
- Divya, K., Rani, T.S., Babu, T.K. and Padmaja, D. (2018). Assessment of genetic variability, heritability and genetic gain in advanced mutant breeding lines of sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*; 7(6):1565-1574.
- Dossa, K., Diouf, D., Wang, L., Wei, X., Zhang, Y., Niang, M., Fonceka, D., Yu, J., Mmadi, M.A., Yehouessi, L.W. and Liao, B. (2017). The emerging oilseed crop *Sesamum indicum* enters the "Omics" era. *Frontiers in plant science*; 8: 1154.
- Falconer, D.S. (1996). Introduction to quantitative genetics. Pearson Education India.
- Gebremichael, D.E. (2017). Sesame (*Sesamum indicum* L.) breeding in Ethiopia. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*; 4:1-11.
- Gidey, Y.T., Kebede, S.A. and Gashawbeza, G.T. (2012). Extent and pattern of genetic diversity for morpho-agronomic traits in Ethiopian sesame landraces (*Sesamum indicum* L.). *Asian Journal of Agricultural Research*; 6(3): 118-128.
- IPGRI and NBPGR (2004). Descriptors for Sesame (*Sesamum spp.*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy and National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi, India.
- Islam, F., Gill, R.A., Ali, B., Farooq, M.A., Xu, L., Najeeb, U. and Zhou, W. (2016). Sesame. In Breeding oilseed crops for sustainable production. Academic Press.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. *Agronomy journal*; 47(7): 314-318.
- Khairnar, S.S. and Monpara, B.A. (2013). Identification of potential traits and selection criteria for yield improvement in sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes under rainfed conditions. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*; 2(2): 1-8.
- Larik, A.S., Malik, S.I., Kakar, A.A. and Naz, M.A. (2000). Assessment of heritability and genetic advance for yield and yield components in *Gossypium hirsutum* L. *Scientific Khyber*; 13:39-44.
- Najeeb, U., Mirza, M.Y., Jilani, G., Mubashir, A.K. and Zhou, W.J. (2012). Sesame. In Technological Innovations in Major World Oil Crops. Springer, New York. 1:131-145.
- Pathak, N., Rai, A.K., Kumari, R., Thapa, A. and Bhat, K.V. (2014). Sesame crop: An underexploited oilseed holds tremendous potential for enhanced food value. *Agricultural Science*.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org>.
- Rajput, S.D., Kute, N.S. and Harer, P.N. (2017). Heterosis and its relations with combining ability in Sesame

- (*Sesamum indicum* L.) for quantitative traits. *International Journal of Current Research*; 9(9): 56971-56973.
- Saxena, K. and Bisen, R. (2017). Genetic variability, heritability and genetic advance for the phenotypic traits in sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Pure Applied Bioscience*; 5(2):1126-1131.
- Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A. and Singh S.P. (2004). Estimates of genetic parameters to determine variability for foliage yield and its different quantitative and qualitative traits in vegetable amaranth (*A. tricolor*) [India]. *Journal of Genetics and Breeding* (Italy).
- Syukur, M., Sujiprihati, S., Yuniarti, R. and Nida, K. (2010). The estimation of variance component, heritability, and correlation to determine selection criteria in the F5 population of pepper (*Capsicum annum* L.) population. *Jurnal Hortikultura Indonesia*; 1: 74-80.
- Teklu, D.H., Kebede. S.A. and Gebremichael, D.E. (2017). Assessment of genetic variability, genetic advance, correlation and path analysis for morphological traits in sesame genotypes. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*; 4(2): 34-44.
- Terefe, G., Wakjira, A., Berhe, M. and Tadesse, H. (2012). Sesame production manual. Ethiopia: Ethiopian Institute of Agricultural Research and Embassy of the Kingdom of the Netherlands.
- Wheeler, B.E.J. (1969). *An Introduction to Plant Diseases*. Wiley and Sons.



Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.)’de morfojenetik varyabilitenin belirlenmesi

Determination of morphogenetic variability in Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.)

Abdulhabip ÖZEL^{1*}

¹Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 63040, Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0002-3605-2596>

To cite this article:

Özel, A. (2023). Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.)’de morfojenetik varyabilitenin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 166-174.
DOI:10.29050/harranziraat.1212906

*Address for Correspondence:

Abdulhabip ÖZEL
e-mail:
hozel@harran.edu.tr

Received Date:

01.12.2022

Accepted Date:

05.06.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Lavanta uçucu yağı üretiminde kaliteyi etkileyen en önemli unsur, herbanın uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenlerinin dağılımıdır. Lavanta uçucu yağı, kullanılan herbanın içerdiği sap, çiçek eksenini, yaprak ve çiçek uçucu yağlarının bir karışımı olarak elde edilmektedir. Bu toprak üstü organların uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri dağılımının farklılık göstermesi muhtemeldir. Çalışma, lavandin de organlara göre uçucu yağ oranlarını ve uçucu yağ bileşenleri dağılımını belirlemek amacıyla, 2018 yılında, Tesedüf Blokları Deneme Deseninde, üç tekrarlamalı olarak, Şanlıurfa koşullarında, yürütülmüştür. Denemede, ana sap, çiçek eksenini, yaprak ve çiçek olarak organlarına ayrılan örneklerin, uçucu yağ oranları ve uçucu yağ bileşenleri dağılımı incelenmiştir. Uçucu yağ oranlarının ve uçucu yağ bileşenleri dağılımının organlara göre önemli düzeyde değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, ana sapta ve yaprakta 1,8-cineole, çiçek ekseninde camphor ve çiçekte linalool ana bileşen olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lavandula hybrida*, Morfojenetik varyabilite, Uçucu yağ oranı, Uçucu yağ bileşenleri

ABSTRACT

ABSTRACT

The most important factor affecting the quality in the production of lavender essential oil is the essential oil content of the herb and the distribution of essential oil components. Lavender essential oil is obtained as a mixture of stem, flower axis, leaf and flower essential oils found in the plant used. The essential oil content and essential oil components distribution of these above-ground organs are likely to differ. The study was carried out to determine the essential oil ratios and the distribution of essential oil components by organs in lavandin, in the Random Blocks Trial Design with three replications, in 2018, under Şanlıurfa conditions. In the experiment, essential oil ratios and distribution of essential oil components of the samples separated into the main stem, flower axis, leaf and flower organs were investigated. It was been determined that the essential oil ratios and the distribution of essential oil components significantly varied according to the organs. In addition, the 1,8-cineole in the main stem and leaf, the camphor in the flower axis and the linalool in the flower were determined as the main components.

Key Words: *Lavandula hybrida*, Morphogenetic variability, Volatile oil ratio, Volatile oil components

Giriş

Lamiaceae familyasından değerli bir uçucu yağ bitkisi olan lavanta (*Lavandula* sp.), Akdeniz orjinli olup, 39 kadar türü bulunmaktadır. Dünyada ticaretinde önemli yer tutan iki türü (*Lavandula angustifolia* Mill. ve *L. intermedia* Emeric ex Loisel.) bulunmaktadır. İngiliz lavantası olarak bilinen lavander (*L. angustifolia* Mill.) çeşitlerinde uçucu yağ kalitesi, melez lavanta olarak bilinen lavandin (*L. intermedia* Emeric ex Loisel) çeşitlerinde ise uçucu yağ oranı daha yüksektir (Beetham ve Entwistle, 1982; Boeckelmann, 2008). Bu önemli türlerin dışında ki türler peyzaj amaçlı, süs bitkisi, potpori ve kesme çiçek gibi alanlarda değerlendirilirler (Tucker, 1985).

Son yıllara Ülkemizde lavanta tarımı giderek yaygınlaşmaktadır. Türkiyede daha çok lavandin, melez lavanta tarımı yaygındır. *L. angustifolia* ve *L. Latifolia*'nın triploid (3n) melezi olan *L. intermedia* (*L. hybrida*), kısır oldukları için tohumdan üretilmez ve bu nedenle vejetatif olarak çoğaltılırlar (Baydar ve Kineci, 2009). TÜİK (2022) verilerine göre, Türkiye'de 2021 yılında 6108 ton lavanta üretimi yapılmıştır. Lavanta tarımı ülkemizde özellikle Isparta, Ankara, Çanakkale, Düzce, Gümüşhane, Sivas, Uşak ve Şanlıurfa illerinde yapılmaktadır.

L. intermedia uçucu yağının kokusu güçlüdür ve bu nedenle, tıbbi amaçla ve kozmetik ürünlerde yaygın olarak kullanılır. Yaprakları yeşil renkte, sivri kompakt yapıda, çiçekleri güzel kokulu ve çiçek rengi koyu mordur. Lavandin çeşitlerinin kuru sapsız çiçeklerinin %7.1-9.9 arasında uçucu yağ içerdiği (Renaud ve ark. 2001), Isparta'da yetiştirilen Super A lavandin çeşidinin uçucu yağ oranının taze saplı çiçeklerde %1.0-1.5 arasında, kuru sapsız çiçeklerde ise %5-6 arasında değiştiği bildirilmiştir (Baydar ve Kineci, 2009). Lavanta uçucu yağında 100'den fazla bileşen belirlenmiştir ve bunların en önemlileri linalyl acetate, linalool, 1,8-cineole ve camphordur (Beetham ve Entwistle, 1982; Karapandzova ve ark., 2012; Kara ve Baydar, 2013). Lavanta bitkisinde uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri dağılımı genotipten (Munoz-Bertomeu ve ark., 2007; Kara ve Baydar,

2013; Karık ve ark., 2017; Özel, 2019), yetiştigi ekolojik koşullardan (Hassiotis ve ark., 2010; Herraiz-Penalver ve ark., 2013; Bella ve ark., 2015) ve uygulanan yetiştirme tekniğinden (Arabacı ve Ceylan, 1990; Arabacı ve Bayram, 2005) büyük ölçüde etkilenmektedir. Jianu ve ark. (2013), Romanya'da yetiştirilen *L. intermedia*'nin uçucu yağında ana bileşen olarak camphor (% 32.7) ve 1,8-cineole (% 26.9) bulunduğunu ve Kara ve Baydar (2013) ise linalool (%34.8-43.3), linalyl acetate (%3.8-42.5), camphor (%5.3-12.5) ve 1,8-cineol (%4.6-26.1) olduğunu bildirmişlerdir.

Lavanta bitkilerinde her sap başak şeklinde bir çiçekle son bulmakta ve çiçekler tam çiçeklenme döneminde, birkaç yaprak içerecek şekilde çiçek başakları saplı olarak hasat edilmektedir. Hasat edilen bu saplı çiçeklerden uçucu yağ üretilmektedir. Dolayısıyla lavanta uçucu yağı yaprak, sap, çiçek eksen ve çiçek uçucu yağlarının bir karışımı olarak elde edilmektedir. Bu toprak üstü organlarının uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri dağılımının farklılık göstermesi muhtemeldir (Angioni ve ark., 2006; Munoz-Bertomeu ve ark., 2007). Lavanta bitkisinde uçucu yağ yapraklar ve çiçeklerin yüzeyinde bulunan salgı tüylerinde üretilir ve bu nedenle kimyasal bileşimleri, değişim gösterebileceği bildirmişlerdir (Goncalves ve Romano, 2013). Boeckelmann (2008), *L. angustifolia* ve *L. x intermedia* çeşitlerinde, monoterpen oluşumunu kontrol eden mekanizmalardan bazılarını tanımlamak için yürüttükleri çalışmada, uçucu yağ veriminin yanı sıra camphor, borneol, linalool ve limonene miktarının türe özgü olduğunu, *L. angustifolia* çeşitlerinin yüksek miktarda linalool içerdiğini ancak, uçucu yağ içeriğinin düşük olduğunu, *L. x intermedia* çeşitlerinin ise camphor ve uçucu yağ bakımından zengin olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, monoterpen miktarının çiçek gelişimi sırasında değiştiğini ve biyosentetik yolların veya ekolojik faktör etkilerinin farklı bitkisel ve çiçek dokuları arasında farklılık gösterdiğini, linalool miktarının linalool sentaz geninin transkripsiyonu ile ilişkili olduğunu ve linalool üretiminin kısmen transkripsiyonel olarak düzenlendiğinin düşünülebileceğini, ayrıca monoterpen

miktarlarının depolama ve optimal olmayan depolama sırasında azalma gözlemlendiğini belirlemiştir. Bu nedenlerle, hasat edilen ürünlerdeki bu organ miktarlarına bağlı olarak uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri dağılımı farklılık gösterebilir. Örneğin, Munoz-Bertomeu ve ark. (2007) *Lavandula latifolia* uçucu yağ bileşenlerinin bitki aksamalarına göre değiştiğini, 1,8-cineolün yaprakta %46.8-54.6, çiçekte %20.8-47.9; camphorun yaprakta %31.5-43.5, çiçekte %11.5-18.6, linaloolün yaprakta %0.0-0.1, çiçekte %15.1-54.7 arasında değiştiğini bildirmektedir. Tzakou ve ark. (2009), *Lavandula cariensis* ve *L. stoechas*'ta organlara göre uçucu yağ bileşenlerinin değişim gösterdiğini, *L. cariensis*'in çiçek ve yaprak uçucu yağlarında en fazla camphor (sırasıyla % 51.8 ve % 48.8) bulunduğunu, buna karşın *L. stoechas*'in uçucu yağlarında ana bileşenlerin fenchone (sırasıyla % 39.9 ve 21.0) ve camphor (sırasıyla % 24.2 ve 26.3) olduğunu bildirmişlerdir. Kaya ve ark. (2012), *L. stoechas* bitkilerinde ontogenetik, morfojenetik ve günlük değişkenliğin uçucu yağ oranı ve bileşenleri üzerine etkili olduklarını, uçucu yağ bileşenleri dağılımının yaprak ve saptaki önemli düzeyde değiştiğini ayrıca, uçucu yağ bileşenleri dağılımının yaprakların saptaki yerlerine göre de farklılık gösterdiğini bildirmektedirler.

Bu çalışma, lavandinde toprak üstü bitki organlarına göre uçucu yağ oranlarını ve uçucu yağ bileşenleri dağılımını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Şanlıurfa ekolojik koşullarında *L. intermedia*'da morfojenetik varyabilitenin belirlenmesi amacıyla 2018 yılında, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osmanbey Kampüsü Araştırma ve Uygulama Alanında, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada, bitki materyali olarak, 2015 Nisan ayı ilk haftası dikimleri yapılmış, 3 yaşındaki lavandin plantasyonu kullanılmıştır.

Lavanta bitkileri 70x40 cm sıklıkta dikilmiş, bitkilerde yıl boyu yabancı otların mücadelesi, sulama

ve çapalama gibi bakım işlemleri, ihtiyaç olduğu dönemde yapılmıştır. Denemeye, Mart ayında 5 kg.da⁻¹ azot gelecek şekilde üst gübre (amonyum nitrat) uygulanmıştır. Bitkiler tam çiçeklenme döneminde, budama makasıyla hasat edilmiştir. Hasat edilmiş bitkilerden tam çiçeklenme gösteren örnekler, 3 gruba ayrılmıştır. Bu örnekler yaprak, çiçek eksenini, ana sap ve çiçek olarak organlarına ayrılmıştır. Toprak üstü aksamalarına göre ayrılan örnekler, oda sıcaklığında ve gölgede kurutulmuştur. Kurutulan tüm örneklerden 30 g öğütülmüş materyal, 3 saat süreyle su distilasyonuna tabi tutulmuş ve volümetrik (ml/g) olarak uçucu yağ oranları (%) belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır.

Uçucu yağ bileşenleri analizi

Organlara göre çıkarılan uçucu yağlar, bileşen analizleri yapıncaya kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Uçucu yağ bileşenleri analizleri HÜBTAM (Hr.Ü. Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi)'de GC/MS analizine tabi tutularak, organlara göre uçucu yağ bileşenleri dağılımı belirlenmiştir.

Uçucu yağ bileşenleri kompozisyonu, "Shimadzu Nexis GC-2030" marka Gaz Kromatografisinde, Kütle Spektroskopisi (MS) dedektörü ve "Teknocroma capillary colum TR-CN100 (60mX0.25mmX0.20um) kapiler kolonu kullanılarak belirlenmiştir. GC/MS analizlerinde taşıyıcı gaz olarak helyum (1 ml.dakika⁻¹) kullanılmıştır. Kromatografi fırın sıcaklığı 165°C' de 15 dk tutulmuş, sonra 5°C.dk⁻¹ sıcaklık artışı ile 200°C ulaşılmış ve 40 dakika bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Analizler, hexanla seyreltilen uçucu yağ örneklerinden, 1 µL enjekte edilmiş ve 1/20 split oranı kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağ bileşen oranları, pik alanlarının oransal dağılımı yüzdesi olarak belirlenmiştir. Analizlerde WILEY, NIST ve REPLIB kütüphaneleri kullanılarak uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir.

Uçucu yağ oranları tesadüf bloklarında, 3 tekerürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuş ve Lsd (%5)'e göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Uçucu yağ oranı

Lavandula intermedia'nin organlarına göre içerdikleri uçucu yağ oranları arasında istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli farklılık saptanmıştır. Lavandin organlarında saptanan ortalama uçucu yağ oranı değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Lavandula intermedia*'da organlara göre uçucu yağ oranları ortalama değerleri ve oluşan gruplar
Table 1. Average values of essential oil ratios and formed groups according to organs in *Lavandula intermedia*

Bitki Organları <i>Plant Organs</i>	Uçucu Yağ Oranları (%) <i>Essential Oil Ratios</i>
Ana Sap / <i>Main Stem</i>	0.09 c
Çiçek eksenini / <i>Flower Axis</i>	0.40 c
Yaprak / <i>Leaf</i>	0.97 b
Çiçek / <i>Flower</i>	8.52 a
Ortalama / Average	2.50
Lsd (%5)	0.32

Çizelge 1'de görüldüğü gibi *L. intermedia*'da organlara göre uçucu yağ oranı değerleri %0.09-8.52 arasında değişim göstermiş ve en yüksek oran çiçeklerde (%8.52) ve en düşük oran ise ana sapta (% 0.09) saptanmıştır. Lavandinde organlara

göre uçucu yağ içeriği büyük farklılık göstermiş ve sıralama anasap, çiçek eksenini, yaprak ve çiçek şeklinde oluşmuştur. Bulgularımız, toprak üstü organlarında uçucu yağ oranlarının farklılık göstereceğini (Angioni ve ark., 2006; Munoz-Bertomeu ve ark., 2007) ve lavantada uçucu yağın yaprak ve çiçeklerdeki salgı tüylerinde üretildiğini, bu nedenle uçucu yağ oranının değişebileceğini (Goncalves ve Romano, 2013) bildiren araştırmacıların bulgularıyla uyumludur. Çiçekte uçucu yağ oranı değerimiz, lavandin de kuru sapsız çiçeklerde uçucu yağ oranının çeşitlere göre %7.1-9.9 arasında değiştiğini bildiren Renaud ve ark., (2001) değerlerinin üst sınırından düşük, Karık ve ark. (2017)'nin bildirdiği değerlerden (%4.85-8.25) ve Kara ve Baydar (2013)'in bildirdiği değerlerden (%4.85-8.25) yüksek bulunmuştur. Kuru yaprakta uçucu yağ oranı değerimiz ise Özel (2019)'in bildirdiği değerlere (%0.91-1.01) benzerdir.

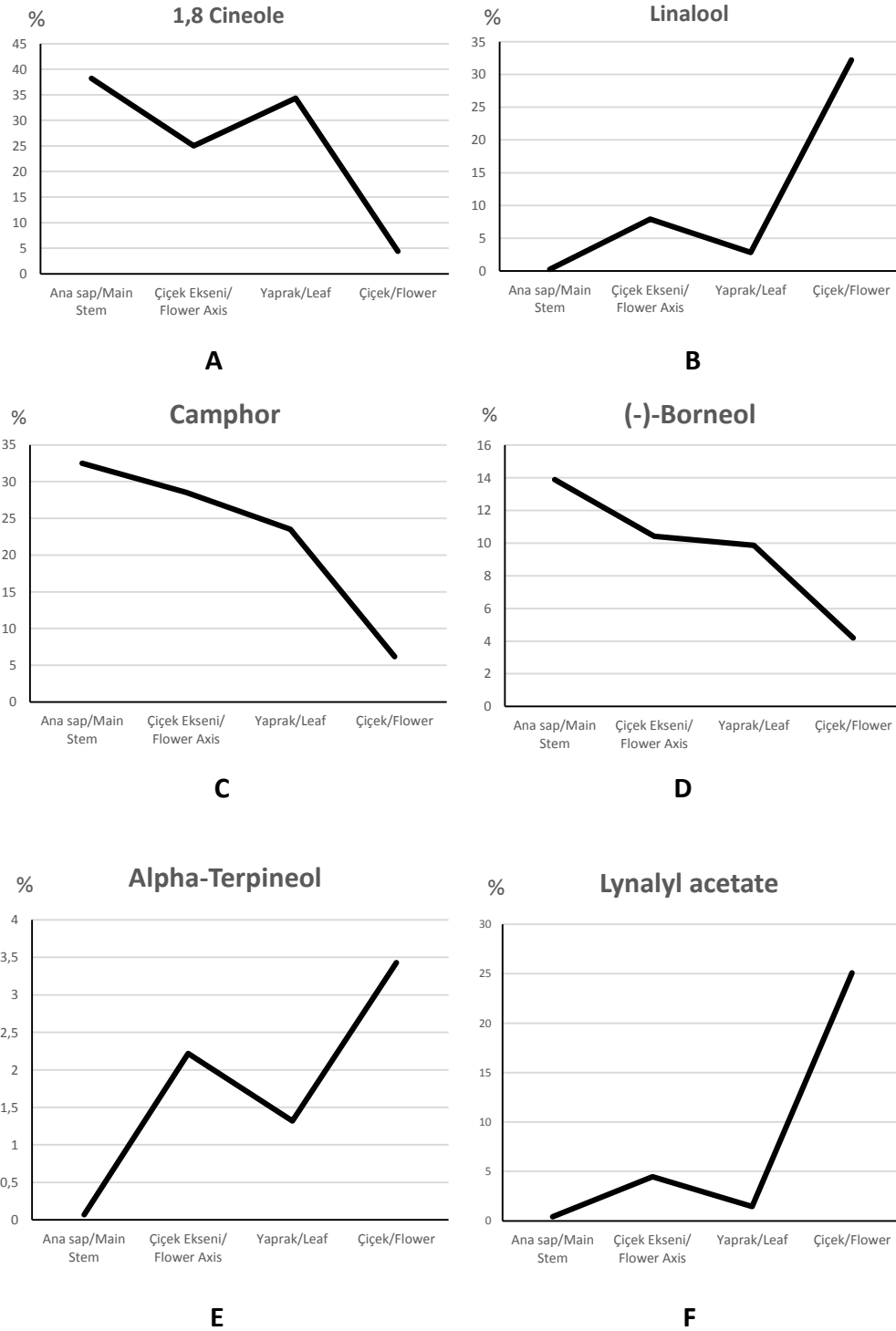
Uçucu yağ bileşenleri

Lavandula intermedia'nin organlarına göre uçucu yağ bileşenleri dağılım oranlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. *Lavandula intermedia*'da organlara göre uçucu yağ bileşenleri dağılım oranları (%0.10'da fazla olanlar)
Table 2. Distribution ratios of essential oil components by organs in *Lavandula intermedia* (more than 0.10%)

Bileşen Adı / <i>Component Name</i>	R.Time	Sap / <i>Stem</i>		Yaprak <i>Leaf</i>	Çiçek <i>Flower</i>
		Ana Sap <i>Main Stem</i>	Çiçek Eksenini <i>Flower Axis</i>		
Alpha-Pinene	11.481	-	0.09	0.39	0.29
Camphene	12.176	0.15	0.41	0.85	0.32
3-Hexyl hydroperoxide	12.328	1.28	0.19	0.07	-
2-Hexyl hydroperoxide	12.791	1.32	0.20	0.06	-
Sabinene	13.412	0.07	0.09	0.23	0.11
(-)-beta-Pinene	13.531	0.17	-	0.52	0.21
1-Octen-3-ol	13.826	-	-	0.11	-
3-Octanone	14.105	-	0.11	0.60	0.66
Myrcene	14.352	-	0.13	0.22	0.87
Carene	15.235	-	-	0.15	0.54
O-cymene	15.881	-	0.11	0.16	-
P-Cymene	15.969	0.60	0.54	1.01	1.39
1,8-Cineole	16.276	38.20	25.02	34.32	4.38
Cis-Ocimene	16.735	0.21	0.15	-	1.13
Ocimene	17.248	-	0.14	-	1.78
Trans-Sabinene hydrate	18.157	0.09	0.15	0.51	0.11
Trans-Linalool oxide	18.431	0.41	0.43	0.11	0.16
Camphenilone	18.926	0.13	0.11	0.12	-
Alpha-Terpinolene	19.232	-	-	0.18	0.42
Linalool	19.861	0.25	7.93	2.85	32.22
Hexyl propionate	20.246	-	0.27	-	-
1 Octen 3 yl acetate	20.543	-	0.10	0.08	-

Bileşen Adı / Component Name	R.Time	Sap / Stem		Yaprak	Çiçek
2-p-Menthen-1-ol	20.999	-	0.14	0.38	-
3-Octyl acetate	21.155	-	0.10	0.17	0.22
Nopinone	21.655	0.19	0.09	0.18	-
Pinocarveol	21.904	0.25	0.15	0.37	-
Camphor	22.016	32.51	28.51	23.51	6.17
Sabinene hydrate	22.255	0.14	0.14	0.18	0.12
Isoborneol	22.703	0.29	0.16	0.13	-
Pinocarpone	22.963	-	0.07	0.21	-
(-)-Borneol	23.163	13.89	10.42	9.87	4.19
Terpinene 4-acetate	23.734	0.20	0.14	0.32	0.08
Cuminol	24.013	0.40	-	0.29	-
p-Cymen-8-ol	24.150	2.05	0.21	-	-
Cryptone	24.155	-	1.26	2.26	0.42
Alpha-Terpineol	24.496	0.07	2.22	1.32	3.43
Myrtenal	24.667	-	0.15	0.37	-
Verbenone	25.296	0.17	0.11	0.19	-
Carveol	25.838	-	0.14	0.27	-
Bornyl formate	26.232	1.50	2.31	0.93	0.04
Nerol	26.306	-	-	0.29	0.66
Hexyl 2-methylbutanoate	26.701	-	0.17	-	0.10
Cuminaldehyde	26.788	0.23	0.66	1.29	0.17
(-)-Carvone	27.003	-	0.29	0.52	0.93
Linalyl acetate	27.614	0.40	4.45	1.44	25.09
Alpha-Fenchyl acetate	29.056	0.80	1.07	0.43	-
Lavandulyl acetate	29.328	0.26	1.68	1.26	2.83
Allyl tiglate	31.270	-	-	-	0.19
Neryl acetate	32.709	0.13	0.50	0.15	0.85
Geranyl acetate	33.589	-	0.94	0.24	1.69
Caryophyllene	35.279	-	0.96	0.89	1.48
Alpha-Bergamotene	35.945	0.28	0.08	-	0.05
Beta-farnesene	36.824	-	0.37	0.33	0.73
Germacrene D	37.963	-	0.24	0.14	0.50
Germacrene B	39.070	0.22	0.47	0.22	0.05
Gamma-Cadinene	39.359	0.12	0.14	0.58	0.46
Caryophyllene oxide	42.232	0.36	0.91	2.09	0.31
Viridiflorol	43.065	0.14	0.15	0.40	-
Cubenol	43.518	-	-	0.20	-
Alpha-Muurolol	44.538	0.38	0.62	1.71	0.23
Bisabolol oxide B	45.065	-	0.21	-	0.08
Alpha-Bisabolol	46.178	0.29	1.80	1.02	2.71
Shyobunol	46.517	-	-	0.17	0.11
Oct-5-en-2-one	48.482	-	0.12	0.32	-
Phytone	51.955	0.14	-	-	-
Toplam / Total		98.29	98.32	97.18	98.48
Bileşen sayısı/Number of Components		36	54	55	42



Şekil 1. *Lavandula intermedia*'da bazı makro uçucu yağ bileşenlerinin organlara göre dağılımı
Figure 1. Distribution of some macro essential oil components in *Lavandula intermedia* according to plant organs

Çizelge 2'de verilen *L. intermedia* uçucu yağları bileşen sayısı (%0.10'da yüksek olan ortalama değerler) organlara göre farklılık göstermiş, ana sapta 36, çiçek ekseninde 54, yaprakta 55 ve çiçekte 42 adet bileşen saptanmıştır. Saptanan bu bileşenler organlara göre uçucu yağın %97.18-98.44'ünü oluşturmuştur. Organlara göre uçucu yağ bileşenleri dağılımı farklılık göstermiştir. Buna göre, ana sapta makro bileşenler 1,8-cineole

%38.20 (Şekil 1A), camphor %32.51 (Şekil 1C) ve (-)-borneol %13.89 (Şekil 1D) olarak sıralanırken, lavanta çiçeği uçucu yağının ana bileşenleri olan linalyl acetate (%0.40) ve linalool (%0.25) çok düşük oranlarda saptanmıştır. Uçucu yağ kalitesini olumsuz yönde etkilediği bilinen champhor ise 2. sırada, tüm organlar içinde ise en yüksek oranda saptanmıştır (Çizelge 2).

Çiçek eksenine uçucu yağ bileşenleri dağılımı

incelendiğinde, makro bileşenlerin camphor %28.51 (Şekil 1C), 1,8-cineole %25.02 (Şekil 1A), (-)-borneol %10.42 (Şekil 1D), linalool %7.93 (Şekil 1B) ve linalyl acetate %4.45 (Şekil 1F) olarak sıralandığı, lavanta uçucu yağının ana bileşenleri olan linalyl acetat ve linalool oranlarında sapa göre, bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, camphor çiçek eksenini uçucu yağının ana bileşeni olarak saptanmıştır (Çizelge 2).

Yaprak uçucu yağ bileşenleri dağılımı incelendiğinde, makro bileşenlerin 1,8-cineole %34.32 (Şekil 1A), camphor %23.51 (Şekil 1C) ve (-)-borneol %9.87 (Şekil 1D) olarak sıralandığı, lavanta çiçeği uçucu yağının ana bileşenleri olan linalyl acetate ve linalool oranlarında sapa göre, bir artış ve çiçek eksenine içeriğine göre ise azalış olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Çiçek uçucu yağ bileşenleri dağılımı incelendiğinde ise, makro bileşenlerin linalool %32.22 (Şekil 1B), linalyl acetate %25.09 (Şekil 1F), camphor %6.17 (Şekil 1C), 1,8-cineole %5.77 (Şekil 1A), (-)-borneol %4.19 (Şekil 1D) ve alpha-terpineol %3.43 (Şekil 1E) olarak sıralandığı saptanmıştır (Çizelge 2). Çiçek uçucu yağ içerisinde, diğer organlara göre linalool, linalyl acetate, alpha-terpineol ve lavandulyl acetate oranları artarken camphor, 1,8-cineole ve (-)-borneol oranları önemli derecede azalmıştır (Şekil 1A, C, D). Genel olarak sap, çiçek eksenini ve yaprak uçucu yağlarında camphor, 1,8-cineole ve (-)-borneol bileşenlerinin ve çiçek uçucu yağında ise linalool, linalyl acetate ve camphor bileşenlerinin makro bileşenler olarak öne çıktığı söylenebilir.

Çiçek uçucu yağına ilişkin bulgularımız, lavandin uçucu yağında ana bileşenin linalool olduğunu bildiren araştırmacıların (Boeckelmann, 2008; Baydar ve Kineci, 2009; Karapandzova ve ark., 2012; Kara ve Baydar, 2013; Karık ve ark., 2017) bulgularıyla uyumlu iken, ana bileşenin camphor olduğunu bildiren Jianu ve ark. (2013)'nın bulgularıyla çelişmektedir. Bu durum ekolojik ve genotipik farklıktan kaynaklanabilir. Nitekim uçucu yağ bileşenlerinin çeşitlere,

kurutma yapıp yapılmadığına ve distilasyon süresine göre değişebileceği bazı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Buna göre, linalool oranının %37.43-53.29, linalyl acetate oranının %1.55-29.23 ve camphor oranının %3.18-11.54 arasında, çeşitlere göre değiştiğini bildiren Karık ve ark. (2017)'nin bulgularıyla linalool oranı hariç uyumlu, linalool oranı değerlerimizin ise düşük olduğu görülmüştür. Kara ve Baydar (2013) lavandin çeşitlerine göre kuru çiçek uçucu yağında linalool oranının %34.8-43.3, linalyl acetate oranının %3.8-42.5 ve camphor oranının %5.3-12.5 arasında değiştiğini, Karapandzova ve ark. (2012) lavandin çiçeklerinde kurutma ve distilasyon süresinin uçucu yağ bileşenlerini etkilediğini ve kurutmaya bağlı olarak uçucu yağda linalool oranının %35.23-38.58, linalyl acetate oranının %1.26-1.86 ve camphor oranının %5.96-6.84 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yaprak uçucu yağ bileşenlerine ilişkin bulgularımız, yaprakta anabileşenin 1,8-cineole olduğunu ve bunu camphor ve borneolün izlediğini bildiren Özel (2019)'un bulgularıyla uyumludur.

Hasat edilen lavandin herbasi sap, yaprak, çiçek eksenini ve çiçeklerden oluşmaktadır. Herbayı oluşturan bu organların her biri farklı uçucu yağ dağılımı göstermiştir. Ana sapa ve yaprakta 1,8-cineole, çiçek ekseninde camphor ve çiçekte linalool ana bileşen olarak saptanmıştır. Bulgularımız, farklı lavanta türlerinde organlara göre uçucu yağ bileşenlerinin farklılık gösterdiğini bildiren bazı araştırmacıların (Angioni ve ark., 2006; Munoz-Bertomeu ve ark., 2007; Tzakou ve ark., 2009; Kaya ve ark., 2012; Goncalves ve Romano, 2013) bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

Bileşenlerin kimyasal grup dağılımı

Lavandula intermedia'nın organlarına göre uçucu yağ bileşenleri kimyasal grup dağılım oranlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. *Lavandula intermedia*'nin organlarına göre uçucu yağ bileşenleri kimyasal grup dağılım oranlarına ilişkin ortalama değerler

Table 3. Average values of chemical group distribution ratios of essential oil components by organs of *Lavandula intermedia*

Kimyasal Gruplar Chemical groups	Sap / Stem		Yaprak Leaf	Çiçek Flower	Ortalama Average
	Ana sap Main Stem	Çiçek eksenini Flower Axis			
Monoterpenes	90.15	78.76	80.94	59.82	74.31
<i>Monoterpene Hydrocarbons</i>	1.20	1.66	3.71	7.06	4.27
<i>Oxygenated Monoterpenes</i>	88.95	77.10	77.23	52.76	70.04
Sesquiterpenes	1.79	6.07	8.07	6.71	5.49
<i>Sesquiterpene Hydrocarbons</i>	0.62	2.26	2.16	3.27	2.08
<i>Oxygenated Sesquiterpenes</i>	1.17	3.81	5.91	3.44	3.41
Others	6.35	13.49	8.17	31.95	18.50
Toplam / Total	98.29	98.32	97.18	98.48	98.30

Organlara göre kimyasal grup dağılımlarında büyük farklılıklar belirlenmiştir. Çizelge 3'te organlara göre bileşenlerin kimyasal grup dağılımlarından monoterpenlerin %59.82-90.15 arasında değiştiği ve oksijenli monoterpenlerin (%52.76-88.95) öne çıktığı, sesquiterpenlerin %1.79-8.07 arasında değiştiği ve oksijenli sesquiterpenlerin (%1.17-5.91) öne çıktığı görülmektedir. Kimyasal gruplara göre organlarda ki uçucu yağ bileşenleri incelendiğinde, sapta oksijenli monoterpenlerden sırasıyla 1,8-cineole, champhor ve borneolün; hidrokarbonlu monoterpenlerden sırasıyla cis-ocimene, β -pinene ve camphenenin; oksijenli sesquiterpenlerden sırasıyla α -muurolol, caryophyllene oxide ve α -bisabololün; hidrokarbonlu sesquiterpenlerden sırasıyla α -bergamotene, germacrene B ve gamma-cadinenin yer aldığı belirlenmiştir. Çiçek ekseninde, oksijenli monoterpenlerden sırasıyla champhor, 1,8-cineole, borneol ve linalool; hidrokarbonlu monoterpenlerden sırasıyla p-cymene, camphene ve cis-ocimene; oksijenli sesquiterpenlerden sırasıyla, α -bisabolol, caryophyllene oxide ve α -muurolol; hidrokarbonlu sesquiterpenlerden sırasıyla caryophyllene, germacrene B ve β -fernesene yer almıştır. Yapraklarda, oksijenli monoterpenler 1,8-cineole, champhor ve linalool; hidrokarbonlu monoterpenler p-cymene, camphene ve β -pinene; oksijenli sesquiterpenler caryophyllene oxide, α -muurolol ve α -bisabolol; hidrokarbonlu sesquiterpenler caryophyllene, gamma-cadinene ve β -fernesene olarak sıralanmıştır. Çiçeklerde,

oksijenli monoterpenlerde linalool, champhor, 1,8-cineole ve α -terpineol; hidrokarbonlu monoterpenlerde ocimene, p-cymene, cis-ocimene ve myrcene; oksijenli sesquiterpenlerde α -bisabolol, caryophyllene oxide ve α -muurolol; hidrokarbonlu sesquiterpenlerde caryophyllene, β -fernesene ve gamma-cadinene öne çıkmıştır.

Sonuç

Genel olarak, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri dağılımının herbayı oluşturan organlara göre büyük farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Uçucu yağ ana bileşenlerini sapta ve yaprakta 1,8-cineole, çiçek ekseninde camphor ve çiçekte linalool oluşturmaktadır. Lavandin uçucu yağının büyük çoğunluğunu monoterpenlerin oluşturduğu ve bunlarda da oksijenli monoterpenlerin öne çıktığı söylenebilir. Sap, çiçek eksenini ve yapraklar 1,8-cineole ve camphorca zengin uçucu yağlar, çiçekler ise linalool ve linalyl acetatce zengin uçucu yağ üretiminde kullanılabilir. Ayrıca, herbada sap ve yaprak oranının artması, herba uçucu yağında camphor ve 1,8-cineole oranlarının yükselmesine sebep olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: AÖ çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuş, çalışmayı yürütmüş, verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., Cabrast, P., 2006. Chemical composition, seasonal variability, and anti fungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. J. Agric.Food Chem., 54(12): 4364-4370.
- Arabacı, O., Bayram, E., 2005. Aydın ekolojik koşullarında lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)'nın bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine bitki sıklığı ve azotlu gübrenin etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2(2): 13-19.
- Arabacı, O., Ceylan, A., 1990. Bazı parfüm bitkilerinde (*Lavandula angustifolia* Mill., *Melissa officinalis* L., *Salvia sclerea* L.) verim ve ontogenetik varyabilite üzerine araştırmalar. E.Ü. Fen Bil. Enst. Dergisi, 1(1): 233-236.
- Baydar, H., Kineci, S., 2009. Scent composition of essential oil, concrete, absolute and hydrosol from lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 12 (2): 131-136
- Beetham, J., Entwistle, T., 1982. The Cultivated Lavenders. Royal Botanic Gardens, Melbourne.
- Bella, S., Tuttolomondo, T., Dugo, G., Ruberto, G., Leto, C., Napoli, E.M., Potorti, A.G., Fede, M.R., Virga, G., Leone, R., Danna, E., Licata, M., 2015. Composition and variability of the essential oil of the flowers of *Lavandula stoechas* from various geographical sources. Natural Product Communications, 10: 2001-2004.
- Boeckelmann, A., 2008. Monoterpene Production and Regulation in Lavenders (*Lavandula angustifolia* and *Lavandula x intermedia*). University of British Columbia, Master of Science, Okanagan. 75page.
- Goncalves, S., Romano A., 2013. In vitro culture of lavenders (*Lavandula* spp.) and the production of secondary metabolites. Biotechnology Advances, 31: 166-174.
- Hassiotis, C., Tarantilis, P., Daferera, D., Polissiou, M., 2010. Etherio, a new variety of *Lavandula angustifolia* with improved essential oil production and composition from natural selected genotypes growing in Greece. Industrial Crops and Products, 32: 77-82.
- Herraiz-Penalver, D., Cases M., Varela, F., Navarrete, P., Sanchez-Vioque, R., Usano-Alemany, J., 2013. Chemical characterization of *Lavandula latifolia* Medik. essential oil from Spanish wild populations. Biochemical Systematics and Ecology, 46: 59-68.
- Jianu, C., Pop, G., Gruia, A., Tand Horhat, G., 2013. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of lavender (*Lavandula angustifolia*) and Lavandin (*Lavandula x intermedia*) grown in Western Romania. International Journal of Agriculture and Biology 15(4):772-776.
- Kara, N., Baydar, H., 2013. Determination of lavender and lavandin cultivars (*Lavandula* sp.) containing high quality essential oil in Isparta, Turkey. Turkish Journal of Field Crops, 18(1): 58-65.
- Karapandzova, M., Cvetkovikj, I., Stefkov, G., Stoimenov, V. Crvenov, M., Kulevanova, S. 2012. The influence of duration of the distillation of fresh and dried flowers on the essential oil composition of lavandin cultivated in Republic of Macedonia. Macedonian pharmaceutical bulletin, 58(1, 2): 31-38.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Çınar, O., 2017. Menemen ekolojik koşullarında lavanta (*Lavandula* spp.) tür ve çeşitlerinin morfolojik, verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu, J. of AARI, 27(1): 17-28.
- Kaya, D., İnan, M., Giray, E., Kırıcı, S., 2012. Diurnal, ontogenetic and morphogenetic variability of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* in East Mediterranean region. Revista de Chimie-Bucharest 63(8): 749-753
- Munoz Bertomeu, J., Arrillaga, I., Segura, J., 2007. Essential oil variation within and among natural populations of *Lavandula latifolia* and its relation to their ecological areas. Biochemical Systematics and Ecology, 35(8): 479-488.
- Özel, A. 2019. Determining leaf yield, some plant characters and leaf essential oil components of different cultivars of *Lavandula* spp. on the Harran plain ecological conditions. Applied Ecology and Environmental Research, 17(6):14087-14094.
- Renaud, E.N.C., Charles, D.J. ve Simon, J.E., 2001. Essential oil quantity and composition from 10 cultivars of organically grown lavender and lavandin. Journal of Essential Oil Research, 13 (4): 269-273.
- Tucker, A.O., 1985. Lavender, spike, and lavandin. The Herbarist. 51:44-50.
- TÜİK, 2022. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim miktarları, Lavanta. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249> (Erişim tarihi:28. 11. 2022).
- Tzakou, O., Bazos, I., Yannitsaros, A., (2009) Essential oil composition and enantiomeric distribution of fenchone and camphor of *Lavandula cariensis* and *L. stoechas* subsp. *stoechas* grown in Greece. Natural Product Communications, 4: 1103-1106.



Community structure of nematodes in olive growing areas in İzmir, Manisa, Balıkesir, and Çanakkale provinces, Türkiye

Türkiye'de İzmir, Manisa, Balıkesir ve Çanakkale illerinde zeytin alanlarındaki nematodların komünite yapısı

Lerzan ÖZTÜRK^{1*}

¹Viticulture Research Institute, Tekirdağ, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2199-6807>

To cite this article:

Öztürk, L. (2023). Community structure of nematodes in olive growing areas in İzmir, Manisa, Balıkesir, and Çanakkale provinces, Türkiye. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 175-188.
DOI: 10.29050/harranziraat.1211560

***Address for Correspondence:**
Lerzan ÖZTÜRK
e-mail:
lerzanzoturk@gmail.com

Received Date:
29.11.2022
Accepted Date:
09.03.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ABSTRACT

In this study, we aimed to determine the nematode diversity in soils from olive orchards in İzmir, Manisa, Çanakkale, and Balıkesir provinces. For this purpose, a survey was carried out in 2021-2022; in each orchard, soil samples were collected from 0-60 cm depth, and nematodes were extracted from collected soils by the modified Baermann Funnel method. Thirty-seven genera of nematodes (*Achromodora*, *Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Alaimus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Boleodorus*, *Cephalobus*, *Clarkus*, *Coslenchus*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Eucephalobus*, *Filenchus*, *Geocenamus*, *Hemicriconemoides*, *Helicotylenchus*, *Labronema*, *Lelenchus*, *Longidorus*, *Mesocriconema*, *Mesodorylaimus*, *Mesorhabditis*, *Monhystera*, *Panagrolaimus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Pratylenchoides*, *Psilenchus*, *Rhabditis*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Saurtylenchus*, *Tripyla*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus*, *Xiphinema*) from 21 families were identified in olive-growing areas. According to feeding habitats, nematodes were classified as plant parasitic (19 genera and one plant-parasitic species from fungivore *Ditylenchus* genera), bacterivores (11 genera), fungivores (3 genera), omnivores (2 genera), and predators (2 genera). Plant-parasitic 27 nematode species (İzmir: 19; Manisa: 16; Balıkesir 15; Çanakkale: 11) were found in soils. The virus vector *Longidorus elongatus* was among the identified important species. The prevalent plant-parasitic species were *Geocenamus brevidens* (32%), *Filenchus thornei* (23%), *Helicotylenchus digonicus* (29%), while the free-living nematodes were *Acrobeloides* spp. (100%), *Aphelenchus* sp. (95.3 %), *Cephalobus* spp. (97%), and *Mesodorylaimus* (91.2%). Within bacterivore nematodes, at least one species from the Cephalobidae family was determined in all soil samples.

Key Words: Nematode fauna, Olive, Türkiye

Öz

Bu çalışmada İzmir, Manisa, Çanakkale ve Balıkesir illerinde zeytin bahçelerindeki topraklarda nematod çeşitliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2021-2022 yılları arasında survey yapılmış, her bahçede 0-60 cm derinlikten toprak örneği alınmış ve alınan toprak örneklerinden nematodlar modifiye Baermann Funnel metoduyla izole edilmiştir. Zeytin alanlarında 37 cinse (*Achromodora*, *Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Alaimus*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Boleodorus*, *Cephalobus*, *Clarkus*, *Coslenchus*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Eucephalobus*, *Filenchus*, *Geocenamus*, *Hemicriconemoides*, *Helicotylenchus*, *Labronema*, *Lelenchus*, *Longidorus*, *Mesocriconema*, *Mesodorylaimus*, *Mesorhabditis*, *Monhystera*, *Panagrolaimus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Pratylenchoides*, *Psilenchus*, *Rhabditis*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Saurtylenchus*, *Tripyla*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus*, *Xiphinema*) ait nematod türleri teşhis edilmiştir. Nematodlar beslenme şekillerine göre bitki paraziti (19 cins ve fungivor *Ditylenchus* cinsinden bitki paraziti 1 tür), bakterivor (11 cins), fungivor (3 cins), omnivor (2 cins) ve predatör (2 cins) olarak sınıflandırılmıştır. Topraklarda 27 bitki paraziti nematod türü (İzmir: 19; Manisa: 16; Balıkesir 15; Çanakkale: 11) saptanmıştır. Virüs vektörü *Longidorus elongatus* teşhis edilen önemli türler arasında yer almıştır. Yaygın bitki

paraziti türler, *Geocenamus brevidens* (32%), *Filenchus thornie* (23%) ve *Helicotylenchus digonicus* (29%) olurken serbest yaşayan nematodlarda ise *Acrobelloides* spp. (100%), *Aphelenchus* sp. (95.3 %), *Cephalobus* (97%) ve *Mesodorylaimus* spp. (91.2%) olarak belirlenmiştir. Bakterivor nematodlardan Cephalobidae familyasından en az 1 tür tüm toprak örneklerinde saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nematod faunası, Zeytin, Türkiye

Introduction

Oleaceae is one of the most prominent families of plants growing on earth, with 600 trees and shrubs in 30 genera. The family contains an economically important genus *Olea*, and *Olea europaea* L. is the only species consumed as food (Hashmi et al., 2015). The fruit of this tree, called the olive, first domesticated in the Middle East hundreds of years ago, is either consumed fresh as food or used to produce olive oil (Breton et al., 2009). Olive fruit and leaves are also used in the medicine, cosmetics, and cleaning products industries. This fruit is rich in phenolic acids, phenolic alcohols, and flavonoids and nowadays mostly consumed because of the higher antioxidant content and health benefits. The olive oil produced by pressing berries is a primary food in people's daily consumption.

Olive is mainly grown by farmers in Mediterranean countries, and about 95% of the olive groves in the world are located in the Mediterranean basin. From these countries, Spain, Morocco, Italy, Greece, and the United States come to the fore regarding total production (Mushtaq et al., 2020). Türkiye ranks fourth among olive producers and ranks sixth in the point of area (in hectares) worldwide. Türkiye contributes almost eight percent of the world's olive production, according to Fao (2019). Except for Eastern Anatolia and Central Anatolia regions, olive cultivation is carried out in 36 provinces, and the total production area constitutes 2% of the country's agricultural area. About 76% of the production in the country is done in the Aegean, 14% in the Mediterranean, 5.7% in Marmara, 4% in Southeast Anatolia, and 0.3% in the Black Sea regions (Efe et al., 2013).

The soil fauna contains dozens of different organisms like insects, tardigrades, and fungi, and nematodes from Phylum Nematoda occupy a

significant portion. The identified 25.000 nematodes belonged to 2.271 genera and 256 families. The unnamed species are estimated as hundreds, and approximately 365 are identified and named yearly (Anderson, 2000; Hodda, 2011). These organisms have different feeding habitats and are divided into five trophic groups: omnivores, predators, fungivores, bacterivores, and plant-parasitic herbivores (Kennedy and Luna, 2005).

Soil microfauna of olive orchards includes a wide variety of nematodes, and one can be found in any soil anywhere in the world (Kennedy and Luna, 2005). These can be parasitic or nonparasitic free living. Of these, some plant-parasitic species cause root damage and prevent plants from taking up water and nutrients from the soil, while some species play a role in the transmission of virus diseases. For this reason, some are included in the nursery certification system and on the quarantine lists. The initial impact of these pests may not be severe at first, but feeding for several years can cause significant plant damage and yield loss (De Klerk and Loubser, 1988). Additionally, root wound areas may be an entrance pathway for various fungal and bacterial plant pathogens. For instance, *Verticillium dahliae*, a severe disease of olive whose prevalence is 55% in the Aegean region, causes more severe epidemics with the presence of nematodes such as *Pratylenchus vulnus* and *Meloidogyne* spp. (Yolageldi, 2002). Again, diseases like bacterial cancer can remain pathogenic in the soil for about 15 years and may enter healthy trees through wounds in plant roots that emerge after nematode feeding (Gardan et al., 1992).

In contrast, free-living nematodes constitute 52% of all nematodes on the earth and likewise occupy a more prominent place in olive orchards in the point of population. Free-living bacterivorous nematodes play an essential role in

the mineral cycle and can feed on many bacterial species, including plant pathogens. Fungivorous nematodes can also feed on many fungal plant pathogens, such as *Fusarium* sp. and *Botrytis* sp., while predators can suppress pests' populations by feeding (Taher et al., 2017).

The distribution, survival, abundance, and reproduction of nematodes highly depend on the climate and local factors. The area infested by nematodes is regularly increasing by tillage, wind, flooding, soil, and infected rootstock cultivation. Despite the increase in prevalence, many species remain undiagnosed. Across the world, 153 plant-parasitic species belonging to 56 genera from orders Aphelenchida (4 genera/3 species), Dorylaimida (5 genera/36 species), and Tylenchida (48 genera/114 species) co-infest olive production areas. Four genera, including *Mesocriconema*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, and *Pratylenchus*, were reported as most harmful because of causing moderate to high damage depending on population density, host susceptibility, and environmental conditions (Ali et al., 2014).

Studies on nematodes and their trophic structure in olive-growing areas are limited. Although there is data on some plant parasitic species, the free-living non-parasitic species are not well known. There needs to be more

information on the status of nematode biodiversity in the western provinces of Türkiye. Therefore, a two-year research focused on determining the nematode diversity of olive orchards was conducted in Çanakkale, Manisa, Balıkesir, and İzmir provinces. The community structure (trophic groups of nematodes, diversity of free-living species, abundance) of surveyed olive plantations has been discussed.

Material and Method

A survey in olive orchards and soil sampling

The study was carried out between 2021 (October) and 2022 (October) in olive orchards in the four biggest olive-producer provinces in Marmara (Balıkesir and Çanakkale provinces) Region and Aegean Region (Manisa and İzmir provinces). These provinces are located in the western part of the country, and their olive grove acreage (Balıkesir: 83.612 ha; İzmir: 112.752 ha; Çanakkale: 32.645 ha; İzmir: 93.677 ha) constitutes 36.2% of the total area of Türkiye. During the survey period, the air temperature in four provinces was 19-24 degrees, and the precipitation was 35-70 mm. Randomly selected 77 orchards were sampled. Gemlik, Domat, and Ayvalık olive varieties were primarily grown in surveyed areas.

Table 1. Olive orchard area details of İzmir, Manisa, Balıkesir, and Çanakkale provinces

Olive orchard	Locations	Total production area (ha)	Samples per location	Total samples
İzmir	Kemalpaşa	5.896	4	15
	Bayındır	16.427	4	
	Torbalı	7.025	3	
	Ödemiş	6.026	4	
Manisa	Soma	71.480	6	26
	Akhisar	45.100	5	
	Şehzadeler	2.570	3	
	Kırkağaç	12.200	6	
	Saruhanlı	10.500	6	
Çanakkale	Ayvacık	17.150	3	15
	Bayramiç	4.056	2	
	Bozcaada	179	3	
	Merkez	1.861	3	
	Ezine	11.798	4	
Balıkesir	Burhaniye	18.196	5	21
	Ayvalık	17.300	5	
	Gömeç	11.550	3	
	Havran	8.012	3	
	Edremit	20.128	5	

The soils were taken from the rhizosphere canopy of trees at a soil depth of 0-60 cm, and in each orchard, 1 kg of soil was arranged by mixing subsamples. At least six subsamples were collected from different points in each orchard by moving in a zigzag pattern. A total of 77 soil samples were taken from the survey area. The soil samples were placed in polyethylene bags, labelled, and stored in suitable conditions to prevent moisture loss.

Nematode recovery and identification

Approximately 100 cm³ of soil was used from each sample to extract nematodes with the modified Baermann Funnel method. In this method, soil samples were placed on sieves with a single layer of filter paper. Sieves were placed in trays, water was added until soils were wet, and nematodes were allowed to submerge within 24 hours. The suspension was poured onto the 400 mesh sieve in the final step, and nematodes were collected. The counting of nematodes was made from 1 ml of the extracted suspension at 20X magnification under the microscope.

All of the plant parasitic nematodes were named based on species, and the free-living species, except for the families Anguinidae, Aphelenchida, and Aphelenchoididae, were defined based on a genus. Nematodes were identified by examining individuals' morphological and morphometric features under the microscope. Published identification keys and descriptions were used in order to determine genera and species. In order to prepare nematode slides, heat-killed females were fixed in TAF (7 ml 40% formaldehyde + 2 ml triethanolamine + 91 ml), Seinhorst I (1 part glycerin + 79 parts distilled water), Seinhorst II (5 parts glycerin + 95 parts ethanol) solutions. Processed nematodes were fixed on a glycerin-

dropped wax ring placed on the center of the slide. (Seinhorst, 1959).

Extracted nematodes were classified based on Siddiqi (2000). Additionally, the species' feeding habitat, feeding source, and colonizer-persister values were determined (Bongers 1990; Yeates et al. 1993). The absolute frequency of species was calculated with the formula: Number of soil samples containing species/Total number of soil samples×100 (Norton 1978).

Results and Discussion

Community structure of nematodes in olive orchards

Nematode species in olive orchards in survey areas were classified into five trophic groups, and the biodiversity compromised 37 genera of nematodes (fungivores, bacterivores, omnivores, predators, and plant-parasitic) from 22 families and eight orders. They were divided into two groups free-living (bacterivore, fungivore, omnivore and predator) and plant parasites.

Plant-parasitic and bacterial feeders displayed higher abundance in sampled orchards, followed by omnivores, fungal feeders, and predators (Figure 1). At least one bacterivore species was present in all collected samples. The bacterivore, fungivore, omnivore, predator, and plant-parasitics constitute 11, 3, 2, 2, and 20 genera (including one species from Ditylenchus), respectively. The leading nematodes in İzmir, Manisa, Balıkesir, and Çanakkale were plant-parasitic, followed by bacterivore and fungivore species. They constituted nearly half of all collected species. As seen in Figure 1, the ratio of plant-parasitic species among all nematodes in all the orchards was around 50%. The least abundant were predators, with one or two species recovered from soils.

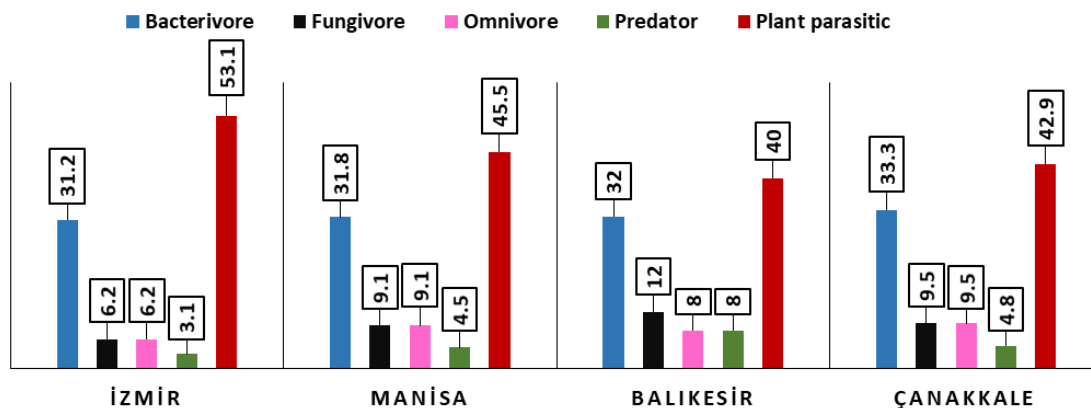


Figure 1. The % proportion of nematode genera detected in İzmir, Manisa, Çanakkale, and Balıkesir provinces by trophic groups.

Free-living nematodes in olive orchards

In this research, free-living nematodes belonging to 18 genera, 12 families, and 8 orders were extracted from soils collected from olive orchards. The identified free-living omnivore, fungivore, bacterivore, and predator nematodes belonged to Dorylaimida, Chromadorida, Rhabditida, Aphelenchida, Mononchida, Monhysterida, and Triplonchida orders (Table 2).

The predominant orders were Tylenchida, Aphelenchida, and Rhabditida. *Acrobeloides* spp. was the most common genus occurring in 100% of studied orchards. In addition, free-living nematodes were classified into 1, 2, 3, and 4 groups according to their corresponding c-p (colonizer-permanent) values. While species in the c-p2 class were dominant in all provinces, no species from c-p5 were found. (Figure 2).

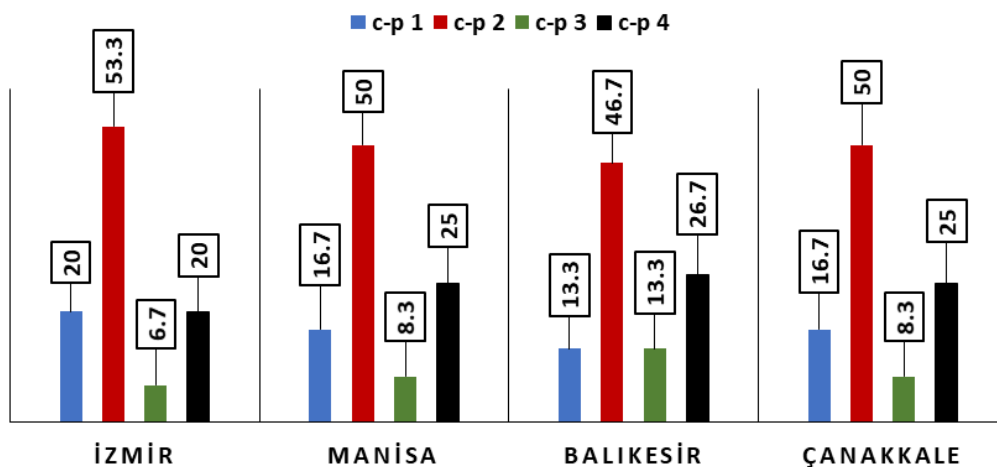


Figure 2. % Proportion of free-living nematodes in terms of colonizer-persister values

Table 2. Omnivore, fungivore, bacterivore, and predator nematodes genera and species identified in olive orchards in Western Türkiye

	Families	Order	Functional guild/c-p	Absolute frequency in all samples (%)	İ	M	B	Ç
<i>Alaimus</i> De Man, 1880	Alaimidae	Dorylaimida	ba2	11.6	+	-	-	+
<i>Achromadora</i> Cobb, 1913	Achromadoridae	Chromadorida	ba3	4.6	-	-	+	-
<i>Acrobeloides</i> Cobb, 1924	Cephalobidae	Rhabditida	ba2	100	+	+	+	+
<i>Acrobeles</i> von Linstow, 1877	Cephalobidae	Rhabditida	ba2	81.8	+	+	+	+
<i>Aphelenchus avenae</i> Bastian, 1865	Aphelenchidae	Aphelenchida	fu2	95.3	+	+	+	+
<i>Aphelenchoides sacchari</i> Fischer, 1894	Aphelenchoididae	Aphelenchida	fu2	13.4	+	-	-	-
<i>Aphelenchoides obtusus</i> Thorne and Malek, 1968	Aphelenchoididae	Aphelenchida	fu2	3.5	-	-	+	-
<i>Aphelenchoides clarus</i> Thorne and Malek, 1968	Aphelenchoididae	Aphelenchida	fu2	2.9	+	-	-	-
<i>Cephalobus</i> Bastian, 1865	Cephalobidae	Rhabditida	ba2	97	+	+	+	+
<i>Clarkus</i> Jairajpuri, 1970	Mononchidae	Mononchida	pr4	13.4	+	+	+	+
<i>Dorylaimus</i> Dujardin, 1845	Dorylaimidae	Dorylaimida	om4	10.5	+	+	+	+
<i>Ditylenchus myceliophagus</i> Goodey, 1958	Anguinidae	Tylenchida	fu2	45	-	+	+	+
<i>Ditylenchus parvus</i> Zell, 1988	Anguinidae	Tylenchida	fu2	2.3	-	+	+	-
<i>Eucephalobus</i> Steiner, 1936	Cephalobidae	Rhabditida	ba2	28.6	+	-	-	-
<i>Labronema</i> Thorne, 1939	Dorylaimidae	Dorylaimida	pr4	0.6	-	-	+	-
<i>Mesorhabditis</i> Osche, 1952	Rhabditidae	Rhabditida	ba1	12.2	+	+	+	+
<i>Mesodorylaimus</i> Andrassy 1959	Dorylaimidae	Dorylaimida	om4	91.2	+	+	+	+
<i>Monhystera</i> Bastian, 1865	Monhysteridae	Monhysterida	ba2	7.6	+	+	+	-
<i>Panagrolaimus</i> Fuchs, 1930	Panagrolaimidae	Rhabditida	ba1	5.2	+	-	-	-
<i>Rhabditis</i> Dujardin, 1845	Rhabditidae	Rhabditida	ba1	61.9	+	+	+	+
<i>Tripyla</i> Bastian, 1865	Tripylidae	Triplonchida	ba3	16.3	+	+	+	+

ba: bacterivore fu: fungivore om: omnivore pr: predator İ: İzmir M: Manisa B: Balıkesir Ç: Çanakkale

When the number of free-living individuals in 100 cm³ soil was counted, *Acrobeloides*, *Cephalobus*, and *Mesodorylaimus* genera were

determined as more abundant (Table 3). The abundance of all genera was under 25 individuals/100 cm³ soil.

Table 3. The mean abundance of free-living nematodes in 100 cm³ soil

Species/genera	İZMİR	MANİSA	BALIKESİR	ÇANAKKALE
<i>Alaimus</i> De Man, 1880	1.7±0.7	0	0	2±0.8
<i>Achromadora</i> Cobb, 1913	0	0	3.3±0.9	0
<i>Acrobeles</i> von Linstow, 1877	3.3±1.8	5.2±1.7	2±0.8	4.9±2.2
<i>Acrobeloides</i> Cobb, 1924	18.2±4.7	15.4±3.3	8.7±1.8	2±0.6
<i>Aphelenchus avenae</i> Bastian, 1865	10.1±2	7.8±1.7	7±1.6	4±0.8
<i>Aphelenchoides sacchari</i> Fischer, 1894	6.5±1.7	0	0	0
<i>Aphelenchoides obtusus</i> Thorne and Malek, 1968	0	0	3.3±0.47	0
<i>Aphelenchoides clarus</i> Thorne and Malek, 1968	3.8±0.7	0	0	0
<i>Cephalobus</i> Bastian, 1865	18±3.1	24±2	11.8±1.6	14.3±1.1
<i>Clarkus</i> Jairajpuri, 1970	3.2±0.4	4.2±0.8	4.6±0.5	4±0.9
<i>Dorylaimus</i> Dujardin, 1845	9.6±0.9	5.1±0.6	4.7±0.7	3.8±0.6
<i>Ditylenchus myceliophagus</i> Goodey, 1958	0	13.1±1.3	7.5±0.9	5.2±1
<i>Ditylenchus parvus</i> Zell, 1988	0	4.1±0.7	3.7±0.4	0
<i>Eucephalobus</i> Steiner, 1936	4.2±0.7	0	0	0
<i>Labronema</i> Thorne, 1939	0	0	2	0
<i>Mesorhabditis</i> Osche, 1952	4.8±1.2	5.3±1.1	8.8±1.6	6.8±1.1
<i>Mesodorylaimus</i> Andrassy 1959	20.3±2.8	14.6±2.8	10.3±1.6	11±1.7
<i>Monhystera</i> Bastian, 1865	3.7±0.4	3±0.8	3.3±0.7	0
<i>Panagrolaimus</i> Fuchs, 1930	3.7±0.9	0	0	0
<i>Rhabditis</i> Dujardin, 1845	7.4±1.5	5.2±0.6	4.2±0.6	4.7±1.1
<i>Tripyla</i> Bastian, 1865	4±0.8	3.4±0.9	5.1±1.4	3.6±0.5

Plant parasitic nematodes in olive orchards

Twenty-seven plant-parasitic species were recovered in the survey areas. Of these, 73 % (19 species) were found in İzmir, 61.5% (16 species) in Manisa, 57.7% (15 species) in Balıkesir, and 42.3 % (11 species) in Çanakkale. The identified species belonged to nine families (Boleodorinae, Belonolaimidae, Criconematidae, Hoplolaimidae, Longidoridae, Paratylenchidae, Pratylenchidae, Telotylenchidae, and Tylenchidae) and two orders (Tylenchida and Dorylaimida). The majority (25 species) were from the Tylenchida order. *Pratylenchus* (2 species), *Filenchus* (4 species), and *Helicotylenchus* (4 species) genera came to the fore in terms of the number of species present in the areas we surveyed. On the contrary, in a previous study in Türkiye, 19

Tylenchid species were identified in the Central, Mediterranean, and Black Sea Regions (Cilbirlioğlu, 2007).

The nematodes were divided into a migratory ectoparasite, endoparasite, and microherbivores according to their feeding strategies. Ectoparasitic nematodes were prominent, microherbivorous nematodes were present except Çanakkale, while semi-endoparasites were found only in İzmir, Balıkesir, and Çanakkale. (Figure 3).

Furthermore, nematodes in orchards were species from 2, 3, and 5 colonizer-persister groups. The ratios of c-p2, c-p3, and c-p5 groups in all detected nematode species were 40.7%, 51.8%, and 7.4%, respectively. Nematodes from c-p 5 were found in İzmir but not in Manisa, Çanakkale and Balıkesir (Figure 4).

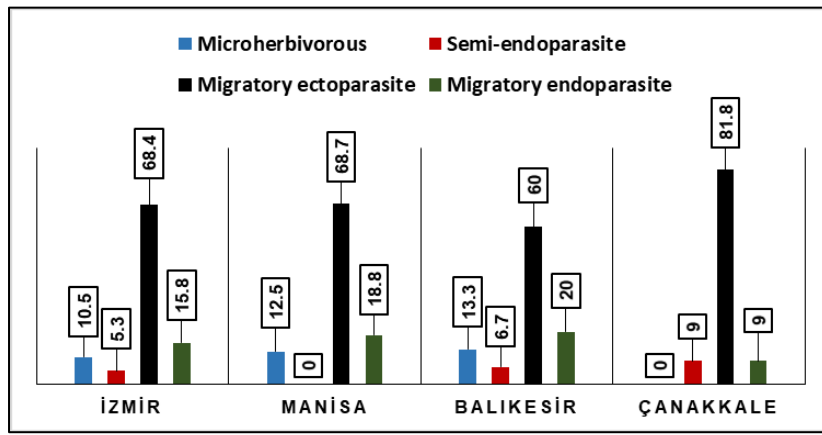


Figure 3. % Proportion of plant-parasitic nematode species classified based on feeding style

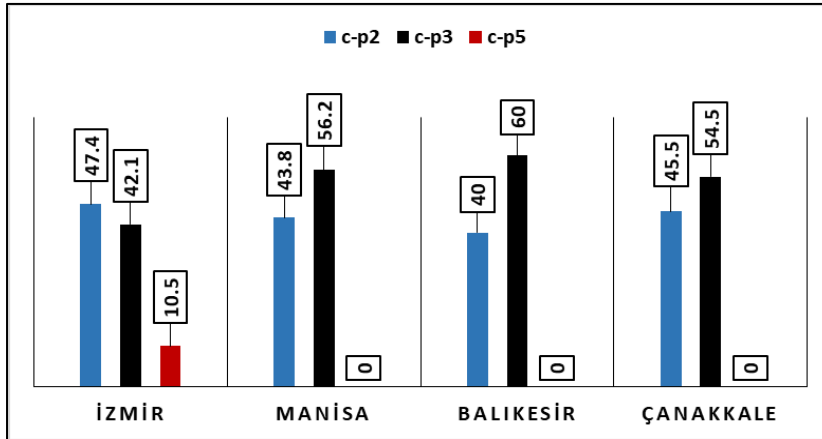


Figure 4. % Proportion of plant-parasitic nematodes in terms of colonizer-persist

However, in this study, some of the detected nematode species (*Boleodorus thylactus*, *Coslenchus turkeyensis*, *Filenchus sheri*, *F. clarus*, *F. filiformis*, *F. cylindricus*, *Tylenchus davainei*,

Lelenchus leplosoma, *Psilenchus hilarulus*) were root-fungal feeders in terms of feeding habitat and the rest were plant feeders. The classification of identified species is given in Table 4.

Table 4. Plant-parasitic nematodes species identified in olive orchards in Western Türkiye

Species	Families	Order	c-p	Feeding Strategy	Absolute frequency in all samples (%)	i	M	B	Ç
<i>Coslenchus turkeyensis</i> Siddiqi, 1981	Tylenchidae	Tylenchida	2	Microherbivorous	6.5	+	-	-	-
<i>Boleodorus thylactus</i> Thorne, 1941	Boleodorinae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	18.2	+	+	+	+
<i>Ditylenchus dipsaci</i> Kühn, 1857	Anguinidae	Tylenchida	2	Migratory endoparasite	10.4	+	-	-	-
<i>Filenchus thornei</i> (Andrassy, 1954) Andrassy, 1963	Tylenchidae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	23	+	+	+	+
<i>Filenchus sheri</i> (Khan and Khan, 1978) Siddiqi, 1986	Tylenchidae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	14.3	+	+	+	+
<i>Filenchus cylindricus</i> (Thorne and Malek) Niblack and Bernard	Tylenchidae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	9	+	+	-	+
<i>Filenchus filiformis</i> Ebsary, 1991	Tylenchidae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	9	-	+	+	-
<i>Geocenamus brevidens</i> (Allen, 1955) Siddiqi, 1970	Telotylenchidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	32	+	+	+	+
<i>Helicotylenchus digonicus</i> Perry in Perry, Darling & Thorne, 1959	Hoplolaimidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	29	+	+	+	+
<i>Helicotylenchus dihystra</i> (Cobb, 1893), Sher, 1961	Hoplolaimidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	14.3	-	+	-	-
<i>Helicotylenchus varicaudatus</i> Yuen, 1964	Hoplolaimidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	7.8	-	+	+	-
<i>Helicotylenchus tunisiensis</i> Siddiqi, 1963	Hoplolaimidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	10.4	-	-	+	-
<i>Hemicriconemoides gaddi</i> (Loos, 1949) Chitwood & Birchfield, 1957	Criconematidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	3.9	+	+	-	-
<i>Lelenchus leprosome</i> de Man, 1880	Tylenchidae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	1.3	+	-	-	-
<i>Longidorus elongatus</i> (de Man, 1876) Micoletzky, 1922	Longidoridae	Dorylaimida	5	Migratory ectoparasite	1.3	+	-	-	-
<i>Mesocriconema xenoplax</i> Raski, 1922, Loof and De Grisse, 1989	Criconematidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	7.8	-	-	+	-
<i>Paratylenchus nawadus</i> Khan, Prasad & Mathur, 1967	Paratylenchidae	Tylenchida	2	Migratory ectoparasite	3.9	+	-	-	+
<i>Pratylenchoides alkani</i> Yüksel, 1977	Pratylenchidae	Tylenchida	3	Migratory endoparasite	14.2	+	+	+	+
<i>Pratylenchus neglectus</i> Filipjev & Stekhoven, 1941	Pratylenchidae	Tylenchida	3	Migratory endoparasite	13	+	+	+	-
<i>Pratylenchus thornei</i> Sher & Allen, 1953	Pratylenchidae	Tylenchida	3	Migratory endoparasite	10.4	-	+	+	-
<i>Psilenchus hilarulus</i> deMan, 1921	Tylenchidae	Tylenchida	2	Microherbivorous	6.5	+	+	+	-
<i>Rotylenchus cypriensis</i> Antoniou, 1980	Hoplolaimidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	7.8	-	-	-	+
<i>Rotylenchulus macrosoma</i> Dasgupta et al., 1968	Hoplolaimidae	Tylenchida	3	Semi-endoparasite	23.3	+	-	+	+
<i>Sauertylenechus maximus</i> Allen, 1955	Telotylenchidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	1.9	+	-	-	-
<i>Tylenchorhynchus cylindricus</i> Cobb, 1913	Belanolaimidae	Tylenchida	3	Migratory ectoparasite	16.8	+	+	-	+
<i>Tylenchus davainei</i> Bastian, 1865	Tylenchidae	Tylenchida	2	Microherbivorous	5.2	-	+	+	-
<i>Xiphinema pachtaicum</i> Tulaganov, 1938	Longidoridae	Dorylaimida	5	Migratory ectoparasite	3.9	+	-	-	-

i: İzmir M: Manisa B: Balıkesir Ç: Çanakkale

When the number of individuals per 100 cm³ soil samples collected in this survey was examined, populations below the economic damage threshold were observed in many species (Table 5). For prevalence *Geocenamus brevidens*,

Filenchus thornei, *Rotylenchulus macrosoma*, and *Helicotylenchus digonicus* were the most common species in survey areas. *Lelenchus leplosoma* and *Longidorus elongatus*, detected only in one orchard, were the rarest.

Table 5. The mean abundance of plant-parasitic nematodes in 100 cm³ soil

	İZMİR	MANİSA	BALIKESİR	ÇANAKKALE
<i>Coslenchus turkeyensis</i>	2.8±0.7	0	0	0
<i>Boleodorus thylactus</i>	7.7±2.3	6.5±1.7	7.1±1.8	5.5±1.4
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	11.7±1.9	0	0	0
<i>Filenchus sheri</i>	4.2±1.2	4±0.7	5±1.3	4.8±1.2
<i>Filenchus thornei</i>	4.5±0.9	3.6±0.5	4±0.6	4.2±0.7
<i>Filenchus cylindricus</i>	3.5±0.5	3±0.7	0	2.8±0.4
<i>Filenchus filiformis</i>	0	3.3±0.4	3	0
<i>Geocenamus brevidens</i>	10.2±1.2	9.9±1.5	9.2±1.8	7.9±1.3
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	5.4±1.6	4.2±0.9	0	0
<i>Helicotylenchus digonicus</i>	6.2±1.5	5.7±1.4	6±1.2	4.4±1
<i>Helicotylenchus tunisiensis</i>	0	0	6.8±0.8	0
<i>Helicotylenchus varicaudatus</i>	0	4	5.8±0.6	0
<i>Hemicriconemoides gaddi</i>	2	3	0	0
<i>Lelenchus leplosoma</i>	1.9	0	0	0
<i>Longidorus elongatus</i>	2	0	0	0
<i>Mesocriconema xenoplax</i>	0	0	5.8±1	0
<i>Paratylenchus nawadus</i>	0	0	0	3.5±0.5
<i>Pratylenchus thornei</i>	0	5.2±1.9	5±1.8	0
<i>Pratylenchus neglectus</i>	7.1±1.2	6.1±0.8	6±0.7	0
<i>Pratylenchoides alkani</i>	6.4±0.7	5.6±1.1	4.3±1.3	5±1.7
<i>Psilenchus hilarilus</i>	3.3±1	3±0.7	4±1	0
<i>Rotylenchulus macrosoma</i>	7.4±0.5	0	7.1±0.8	6.6±0.9
<i>Rotylenchus cypriensis</i>	0	0	0	5±0.8
<i>Sauertylechus maximus</i>	2	0	0	0
<i>Tylenchus davainei</i>	0	4±0.8	2.6±0.5	0
<i>Tylenchorhynchus cylindricus</i>	3±0.6	2.8±0.4	0	2.7±0.5
<i>Xiphinema pachtaicum</i>	2	0	0	0

In this study in İzmir, Manisa, Çanakkale, and Balıkesir, free-living Cephalobidae (Bacterivore), Anguinidae (Fungivore/Plant-parasitic), Aphelenchoididae (Fungivore), and Dorylaimidae (Omnivore) families took the lead with the number of species identified. Some of these families have also been found in olive orchards in the study by Çetintaş (2017) in Kahramanmaraş province in Türkiye, and in the study area, the prominent genera were *Cephalobus*, *Acrobeloides*, and *Aphelenchus*.

The presence of nematodes from the Anguinidae and Aphelenchoididae families has also been reported in olive-growing areas in several countries. From the Anguinidae family,

Ditylenchus species have been found in Spain, Jordan, and Italy. *Aphelenchus avenae* from the family Aphelenchidae has been reported in Greece, Iran, Spain, and Jordan, and *Aphelenchoides* species from Aphelenchoididae have been found in Egypt, Syria, Spain, Jordan, and Italy (Ali et al., 2014). These species can feed on fungi and have been assessed as effective biological control agents for some plant pathogens. For instance, *Aphelenchus avenae* and *Aphelenchoides sacchari* can feed on fungal hyphae of more than 54 fungal species, including plant pathogenic *Alternaria solani* (Ellis et Martin) Sorauer, *Aspergillus niger* van Tieghem, *Botrytis cinerea* Pers, *Fusarium graminearum* Schwabe, *F.*

oxysporum Schltldl, *Gliocladium roseum* Barnier, *Gongronella butleri* (Lendner) Peyronel and dal Vesco, and *Verticillium dahliae* Kleb (Taher et al., 2017). Additionally, by feeding with fungi, some fungivore nematodes indirectly affect the proliferation of plant-parasitic and fungal feeder nematodes, such as *Ditylenchus destructor* (Jun and Kim, 2004, Haraguchi and Yoshiga, 2020).

Ditylenchus dipsaci from the Anguinidae, only found in olive growing areas in İzmir, a species reported from growing areas of 450 different plants, has previously been found in olive areas, but the host status is not known (Archidona-Yuste et al., 2020)

Worldwide, 36 species belonging to five genera in the order Dorylaimida and 48 genera and 114 species in the order Tylenchida were determined (Ali et al, 2014). Within these orders, 27 species were identified in four provinces during this study in Türkiye. Two species belonged to Dorylaimida, and others to Tylenchida. Within Tylenchida *Filenchus* species were found to be most common, occurring in 44.1% of orchards. *Filenchus* spp. can feed on many saprophytic and plant-pathogenic fungi, including *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, and *Pythium ultimum* (Munawar et al., 2022). *Pratylenchus thornei*, *P. neglectus*, *Rotylenchulus macrosoma*, and *Mesocriconema xenoplax* were other identified tylenchids in this study that are considered economically damaging pests of many crop plants. *Pratylenchus* species feed on the cortical parenchyma in the roots of olive trees and can cause necrosis in the cells and a reduction in root growth (Castillo and Vovlas, 2007). Although *Pratylenchus* species have a high distribution in olive fields, in studies, it has been stated that some species should be considered non-pathogenic since, in laboratory studies, it has been determined that these species cannot reproduce well in olives. The low rate of reproduction like one suggests that the olive is not a good host (Castillo et al., 2010). Apart from our study, *Pratylenchus* spp. has been reported in Algeria, Greece, and several other countries, and populations were lower (Hirschmann et al., 1966;

Lamberti et al., 1975). Similar results were obtained in our study, and the populations of *Pratylenchus thornei* and *Pratylenchus neglectus* were determined, between 3-8 in fields.

In our study, *Rotylenchulus macrosoma*, which we extracted from soils in İzmir, Manisa, and Çanakkale, was found to multiply 1.9-2.5 times olive in a study conducted by Castillo et al. (2003) and, as a result, was considered parasitic to olive trees.

M. xenoplax causes damage, especially in vineyard areas. The economic damage threshold of this species was determined as 50 individuals/100 grams of soil, and nematodes at this density have been reported to cause a 10-25% yield reduction in the vine (McKenry, 1992). In our study in olive fields, the population threshold of this species remained below the economic damage threshold (Castillo et al., 2003).

Twenty-five species from the Longidoridae family of Dorylaimida order have been identified worldwide (Ali et al, 2014). In our study, only *Xiphinema pachticum*, and *Longidorus elongatus* were present in İzmir. *L. elongatus* causes damage as a virus vector and can transmit peach rosette mosaic virus (PRMV), raspberry ringspot virus (RRV), tomato black ring virus (TBRV), and artichoke italian latent virus (AILV) to several host plants. A single nematode individual can transmit the virus to a healthy plant. (Brown et al., 1995). These viruses affect the development of many cultivated plants. Especially peach rosette mosaic virus can cause a 50% yield loss in the grapevine (EPPO, 2016). However, there is no literature record of the presence of these viruses in the olive host plants

Unlike this study, 19 Tylenchid species were identified in the Central, Mediterranean, and Black Sea Regions of Türkiye. Species of *Tylenchorhynchus cylindricus*, *Rotylenchus cypriensis*, *Helicotylenchus tunisiensis*, and *Hemicriconemoides gaddi*, which we identified in İzmir, Manisa, and Çanakkale, have been found in Adana, Antalya, Mersin, and Zonguldak by Cilbirlioğlu (2007). On the other hand, in his PhD thesis conducted in Şanlıurfa province, Yıldız

(2007) found six genera of plant parasitic nematodes, nine genera of bacterivores, three genera of fungivores and one genus of omnivore nematodes in olive growing areas whereas Yıldız and Mamay, (2012) found seven genera of plant parasitic nematodes in pomegranate orchards in the same area.

In this study, the nematode populations in soils were not so high. The vast majority of olive orchards that we surveyed have not been irrigated. However, fertilizer applications have also rarely been made, and the soils were poor regarding nutrients. Nematode populations have been reported to multiply in moist and fertilized-rich soils. Especially bacterivore nematode populations have been reported to be high in organic fertilizer-applied areas (Renco and Kovacic, 2012). The low number of nematodes in our survey areas may be due to these unsuitable environmental conditions. Additionally, nematodes that we identified in olive orchards have different contributions to the soil food web and soil structure. Their improving effects on soil mineral content and soil permeability have been revealed in several studies. Some play a significant role in N mineralization by decomposing organic substances. By feeding and excretion, nematodes promote soluble N at 27%. *Acrobeles* and *Rhabditis* species, which we detected in olive fields in four provinces, have been reported to cause an increase in the amount of nitrogen in the soil by decomposing different organic materials (Schmidt et al., 2020; Khanum et al., 2021). Thus, by knowing the nematode community structure in soils, average soil conditions and nutrient contents can be estimated for olive orchards.

Conclusion

The study results indicate the distribution and frequency of occurrence of the most common nematode species in İzmir, Manisa, Balıkesir, and Çanakkale. During the study, free-living and plant-parasitic several nematode species were identified in olive orchards. At least one free-

living or plant-parasitic nematode was found in all orchards. The species richness was higher in İzmir compared to other provinces. Free-living nematodes belonging to 18 different genera were identified, and generally, bacterivorous species were found to be more abundant in 100 cm³ soil. On the contrary, 27 plant parasitic nematode species were identified. Although the populations of these species are less than ten individuals in 100 cm³ soil, the abundance was slightly higher in *Ditylenchus dipsaci* and *Helicotylenchus digonicus*. Nematodes were very distributed in agricultural areas. Care should be taken when moving soil or rooted plants from these areas to newly planted areas to prevent the spread of these harmful organisms. Special care should be taken for virus vector nematode species in infected areas to avoid infecting viruses on healthy plants.

Acknowledgements

This research was not funded by a project.

Conflict of Interest: The author has declared no conflict of interest.

Author Contributions: Lerzan ÖZTÜRK carried out orchard surveys, identified nematode species, and prepared a manuscript.

References

- Ali, N., Chapuis, E., Tavoillot, J., & Mateille, T. (2014). Plant-parasitic nematodes associated with olive tree (*Olea europaea* L.) with a focus on the Mediterranean Basin: A review. *Comptes Rendus Biologies*, 337(7-8), 423-442. doi:10.1016/j.crvi.2014.05.006.
- Anderson, C. R. (2000). Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission. *CABI*. p. 1. ISBN 978-0-85199-786-5.
- Archidona-Yuste, A., Cantalapiedra-Navarrete, C., Palomares-Rius, J. E., Castillo, P. & Tzortzakakis, E. A. (2020). Plant-parasitic nematodes associated with cultivated and wild olive trees in Crete, Greece. *Hellenic Plant Protection Journal*, 13(1), 24-28.
- Bongers, R. (1990). The maturity index: An ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, 83, 14-19.

- Brown, D. J. F., Robinson, W. M. & Trudgill, D. L. (1995). Transmission of viruses by plant nematodes. *Annual Review of Phytopathology*, 33, 223-249. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.33.090195.001255>.
- Breton, C. M. & Bervillé, A. J. (2009). The life history of the olive tree examined through molecular marker data In: Berti L, Maury J, editors. *Advances in olive resources*. Kerala, India: Transworld Research Network, pp 105-135.
- Castillo, P., Vovlas, N., & Troccoli, A. (2003). The reniform nematode, *Rotylenchulus macrosoma*, infecting olive in southern Spain. *Nematology*, 5, 23-39.
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management*. *Nematology Monographs and Perspectives* 6. (Series editors: Hunt, D.J. & Perry, R.N.). Leiden, The Netherlands, Brill, 529 pp.
- Castillo, P., Nico, A. I., Navas-Cortés, J. A., Landa, B. B., Jiménez-Díaz, R. M., & Vovlas, N. (2010). Plant-parasitic nematodes attacking olive trees and their Management. *Plant Disease*, 94(2), 148–162. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0148>
- Cilbircioğlu, C. (2007). Plant parasitic nematodes associated with *Olea europea* L. fauna of Turkey. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 24(4), 227–231. doi:10.3954/1523-5475-24.4.227.
- Çetintaş, R. (2017). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi meyve bahçesindeki nematodlar ve trofik grupları . *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* , 13(1), 34-41 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ksudobil/issue/30560/330722>.
- de Klerk, C. A., & Loubser, J. T. (1988). Relationship between grapevine roots and soil-borne pests. pp. 88–108 in J. L. Van Zyl, ed. *The grapevine root and its environment*. Pretoria: Government Printer.
- Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ. & Sönmez, S. (2013). *Olive and olive oil*; Edremit Municipality: Balıkesir, Turkey. ISBN 978-605-62253-3-8.
- EPPO. (2016). Peach rosette mosaic nepovirus, Data Sheets on Quarantine Pests. EPPO, Paris.
- FAO. (2019). Statistical data of FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Hashmi, M. A., Khan, A., Hanif, M., Farooq, U. & Perveen, S. (2015). Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *Olea europaea* (Olive). *Evid Based Complement Alternat Med*, 541591. doi: 10.1155/2015/541591.
- Hirschmann, H., Paschalaki-Kourtzi, N. & Triantaphyllou A. (1966). A survey of plant-parasitic nematodes in Greece, *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*, 7, 144-156.
- Hodda, M. (2011). "Phylum Nematoda Cobb, 1932. In: Zhang, Z.Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness". *Zootaxa*, 3148, 63-95. doi:10.11646/zootaxa.3148.1.11.
- Jun, O. K., & Kim, Y.H. (2004). *Aphelenchus avenae* and antagonistic fungi as biological control agents of *Pythium* spp. *The Plant Pathology Journal*, Korean Society of Plant Pathology. <https://doi.org/10.5423/ppj.2004.20.4.271>.
- Kennedy, A. C. & de Luna, L. Z. (2005): Rhizosphere. *Encyclopedia of soils in the environment*, 399-406. doi:10.1016/b0-12-348530-4/00163-6.
- Khanum, T. A., Mehmood, N., & Khatoun, N. (2021). Nematodes as biological indicators of soil quality in the agroecosystems. In C. Cristiano, & T. E. Kaspary (Eds.), *Nematodes-Recent Advances, Management and New Perspectives*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99745>.
- Haraguchi, S. & Yoshiga T. (2020). Potential of the fungal feeding nematode *Aphelenchus avenae* to control fungi and the plant parasitic nematode *Ditylenchus destructor* associated with garlic. *Biol. Control*, 143, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104203>.
- Hashmi, M. A., Khan, A., Hanif, M., Farooq, U. & Perveen, S. (2015). Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *Olea europaea* (Olive). *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 541591. doi: 10.1155/2015/541591.
- Hirschmann, H., Paschalaki-Kourtzi, N. & Triantaphyllou A. (1966)., A survey of plant-parasitic nematodes in Greece, *Ann. Inst. Phytopathol. Benaki* 7, 144-156.
- Jun, O. K., & Kim, Y.H. (2004). *Aphelenchus avenae* and antagonistic fungi as biological control agents of *Pythium* spp. *The Plant Pathology Journal*, Korean Society of Plant Pathology. <https://doi.org/10.5423/ppj.2004.20.4.271>.
- Lamberti, F., Grecon, N., Zauchi, H. (1975). A nematological survey of date palms and other major crops in Algeria, FAO. *Plant Prot. Bull*, 23, 156–160.
- McKenry, M.V. (1992). *Nematodes in grape pest management*. 2nd ed. D.L. Flaherty et al. (eds.), pp. 281-285. Publication 3343. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
- Mushtaq, A., Hanif, M. A., Ayub, M. A., Bhatti, I. A. & Romdhane, M. (2020) Olive. In: Hanif, M. A., Nawaz, H., Khan, M. M., Byrne, H. J. (eds) *Medicinal plants of South Asia*. Elsevier, pp. 541–555.
- Norton, D. C., (1978). *Ecology of Plant-Parasitic Nematodes*. Wiley-Interscience, New York.
- Renko, M. & Kovacic, P. (2012). Response of plant parasitic and free-living soil nematodes to composted animal manure soil amendments. *Journal of Nematology*, 44, 329–336.
- Schmidt, J., Hallmann, J., Finckh, M. (2020). Bacterivorous nematodes correlate with soil fertility and improved crop production in an organic minimum tillage system. *Sustainability*. 12. 6730. 10.3390/su12176730.
- Seinhorst, J.W. (1959). A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica*, 4, 67-69.
- Siddiqi, M. R. (2000). *Tylenchida: parasites of plants and insects*. 2nd edition. CAB International Wallingford Oxon 833 pp.
- Taher, I. E., Ami, S. N., Haleem, R. A., & Shareef, B. (2017). First record of mycetophagous nematode *Aphelenchus avenae* In Iraq with description and testing their propagation on different fungus culture. *Bulletin of The Iraq Natural History Museum*, 14, 251-259. 10.26842/binhm.7.2017.14.3.0251.
- Yeates, G. W., Bongers, T. D., de Goede R. G. M., Freckman,

- D. W. & Georgieva, S. S. (1993). Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25, 315-331.
- Yıldız, Ş. (2007). Şanlıurfa ili nematod faunası ve biyoçeşitliliği üzerine araştırmalar. Doktora tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, p. 102.
- Yıldız, Ş. & Mamay, M. (2012). Şanlıurfa ili nar bahçelerinde bitki paraziti nematodların belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(2): 19-23.



Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*) hastalık şiddeti değişiminin çok bantlı (Hyperspectral) veriler kullanılarak incelenmesi

Investigation of yellow rust (Puccinia striiformis f. sp. tritici) disease severity variation in different phenological periods of some bread and durum wheat varieties

Metin AYDOĞDU^{1*} , Kadir AKAN² 

^{1*}Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Merkezi-Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Yenimahalle/Ankara

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir

¹<https://orcid.org/0000-0001-6920-1976>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1612-859X>

To cite this article:

Aydoğdu, M. & Akan, K. (2023). Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*) hastalık şiddeti değişiminin çok bantlı (Hyperspectral) veriler kullanılarak incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 189-206.
DOI: 10.29050/harranziraat.1244516

*Address for Correspondence:

Metin AYDOĞDU
e-mail:
metin.aydogdu@tarimorman.gov.tr

Received Date:

30.01.2023

Accepted Date:

23.05.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Sarı pas hastalığı (Etmen, *Puccinia striiformis f. sp. tritici*), epidemiyolojik şartlarının oluştuğu yetiştiricilik sezonlarında tüm dünyada verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli fungal hastalıklar arasındadır. Bu araştırma, bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas hastalığına yapay epidemiyolojik şartlarda farklı hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddetinin değişiminin incelenmesi amacıyla 2018-2019 üretim sezonunda yürütülmüştür. Çalışmada test materyalleri olarak sarı pas hastalığına farklı reaksiyonları olduğu bilinen ekmeklik Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser ve Kenanbey ile Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 makarnalık çeşitleri kullanılmıştır. Materyaller, Ekim ayı içerisinde 1 m. uzunluğundaki sıralara 33-35 cm. sıra arası mesafeye 3 tekerrürlü olarak elle ekilmiştir. Taze olarak toplanmış hastalık ürediosporları mineral yağ (Soltrol 170®) içerisinde homojenize edilerek %0, %25, %50, %100 hastalık uygulama dozlarında materyale inokule edilmiştir. Hastalık değerlendirmeleri Mayıs (25)-Haziran (06, 15, 23) ayları içerisinde Modifiye Edilmiş Cobb skalası kullanılarak yapılmış ve enfeksiyon katsayıları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; ekmeklik çeşitlerden Eser, hastalığa dayanıklı reaksiyon belirlendiği, negatif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinin ise ilerleyen fenoloji ile birlikte hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir. Hastalıktan çiçeklenme (Feekes 10.5.1) (25 Mayıs 2019), dane bağlama (Feekes 10.5.3) (06 Haziran 2019) ve süt olum (Feekes 10.5.4) (15 Haziran 2019) döneminde en fazla etkilenen çeşidin Bayraktar 2000 olarak belirlenmiş olup, bu çeşidi Demir 2000 çeşidinin izlediği değerlendirilmiştir. Makarnalık çeşitlerin tümünde de ilerleyen fenoloji ile birlikte hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir. Negatif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında çiçeklenme başlangıcı olan dönemde Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitlerinin, sararma (Feekes: 11.1) döneminde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinin hastalıktan daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucu ekmeklik ve makarnalık çeşitler için özellikle dane bağlama dönemindeki hastalık şiddeti artışlarının istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, verim tahmin çalışmalarında kullanılan modeller için olası ürün kayıplarının erken tahmin edilmesi ve hasat öncesi referans bilgilerin edinilmesi amacıyla yönelik faydalar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Fenolojik dönem, Sarı Pas (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*), Hastalık şiddeti

ABSTRACT

Yellow rust disease (caused, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) is among the important fungal diseases that cause significant yield and quality losses all over the world during the growing seasons when epidemic conditions occur. This research was carried out in the 2018-2019 production season in order to examine the change in the severity of yellow rust disease in different phenological periods of some bread and durum wheat varieties under artificial epidemic conditions at different disease application doses. In the study, Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser and Kenanbey, and Ceşit-1252 bread, Eminbey, Kızıltan 91 and Mirzabey 2000 durum wheat varieties, which are known to have different reactions to yellow rust disease, were used as test materials. Materials were sown manually with 3 replications in the spacing 1 m. between rows 33-35 cm in long rows in October. Freshly collected disease urediospores were homogenized in mineral oil (Soltrol 170®) and inoculated into the material at 0%, 25%, 50%, 100% disease application doses. Disease assessments were made between May (25) and June (06, 15, 23) using the Modified Cobb scale and the infection coefficients were calculated. As a result of the study, when all phenological periods are evaluated together; The bread variety Eser showed a disease resistant reaction, and when compared with the negative control group, Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 varieties showed significant increases in the disease reaction with progressive phenology. Bayraktar 2000 variety was the most affected during the flowering (Feekes 10.5.1) (25 May 2019), grain binding (Feekes 10.5.3) (06 June 2019) and milking (Feekes 10.5.4) (15 June 2019) period from the disease, it was evaluated that this variety was followed by the Demir 2000 cultivar. Significant increases in disease severity were determined with progressive phenology in all of the durum wheat varieties. When compared with the negative control group, it was determined that Eminbey and Mirzabey 2000 varieties were affected more by the disease at the beginning of flowering period, and Kızıltan 91 and Cevsit-1252 varieties were more affected during the yellowing period (Feekes: 11.1). As a result of the evaluations, the increase in disease severity, especially in the grain setting period, was found to be statistically significant for bread and durum varieties. The results obtained will provide benefits for the models used in yield estimation studies for early estimation of possible product losses and for obtaining reference information before harvest.

Key Words: Wheat, Disease severity (%DS), Phenological period, Yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*)

GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.) insan beslenmesi için en çok kullanılan, karbonhidrat, protein, vitamin, mineral, lif kaynağı olan kültür bitkileri arasındadır. Genel anlamda buğday ekim alanları ile birlikte ilerleyen zamanla üretim miktarının arttığı bilinmektedir. Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) verilerine göre, son 50 yıllık üretim dönemi incelendiğinde dünya buğday üretiminin yaklaşık 2 kata yakın arttığı bildirilmektedir. Dünya yıllık toplam buğday üretim miktarı 750 milyon tonu geçmiştir. Hindistan, Çin, Rusya, ABD ve Avustralya başlıca buğday ekilişinin ve üretimin yapıldığı ülkeler arasındadır (FAO, 2022). Türkiyede ise 2022 yılı yıllık buğday üretimi 19.8 milyon ton olarak rapor edilmiştir. (TUIK, 2022). Dünyada buğday üretilen ekolojilerde değişen düzeylerde verim ve kalite kayıplarına sebep olan buğday hastalıklarının arasında, fungal obligat parazit olan *Puccinia* etmenlerinin neden olduğu pas hastalıkları önemli yer tutmaktadır (Samborski, 1985 ; Roelfs, 1978). Pas hastalık etmenlerinden olan *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*'nin (*Pst*) neden olduğu sarı (çizgili) pas hastalığı değişen düzeylerde ekonomik kayıplara neden

olabilmektedir. Hastalığın dünya buğday üretiminin %88'ini tehdit ettiği bildirilmekle birlikte verim kayıplarının küresel düzeyde 5 milyon ton olduğu (Schwessinger, 2017), Türkiye'de ise hastalık epidemileri nedeniyle 1992 üretim yılında %26,5 (568 milyon dolar), 2000 üretim yılında 53 milyon dolar ve 2010 üretim yılında 10 milyon dolar civarında kayıplarının olduğu tahmin edilmektedir (Solh ve ark. 2013). Hastalık rüzgar ve insan faktörleriyle uzun mesafelere hızla yayılabilmekte (Hovmøller ve ark., 2008) ve hastalığın biyolojik sürecinde yeni ırklar (ırklar/patotipler) oluşturma kapasiteleri, küresel düzeyde buğday üretimi için potansiyel tehdidi katlayarak arttırmaktadır (Kolmer 2005). Hastalığın ilerleyen süreçte artmasını, konukçunun hastalığa gösterdiği reaksiyon ve hastalığın ilk görüldüğü dönemde bitkinin fenolojik evresi gibi faktörler oluşabilecek verim kayıplarını değişen düzeylerde etkileyebilmektedir. Sarı pas hastalığı nedeniyle oluşan kayıplarda bitkinin fenolojik dönemi ve epideminin şiddeti oldukça önemlidir. Örneğin hastalık epidemisi nedeniyle, kardeşlenme ve tohum bağlama dönemleri arasında kayıplar %95, sapa kalkma döneminde %70, dane bağlama döneminde %50, çiçeklenme

döneminde %35, süt olum döneminde %20 ve hamur olum döneminde %10'a ulaştığı bildirilmiştir (Chester, 1946). Verimdeki kayıplar genellikle tanenin dolmamasından kaynaklanır, ancak sapa kalkma döneminden önce şiddetli epidemlerde kardeş sayısı da azalabilir (Roelfs ve ark., 1992).

Buğday üretimin sürdürülebilirliği ve gıda güvenliği yönüyle sarı pas hastalığının erken dönemde belirlenmesinin ve mücadele için planlama yapılmasının oluşabilecek kayıpları en düşük seviyede tutacağı açıktır.

Bu çalışmada; farklı büyüme evrelerinde olan ekmeçlik çeşitlerden Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser, Kenanbey, ve makarnalık çeşitlerden Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 ' e sarı pas hastalığının yapay olarak inokule edilen farklı dozları (%0 (negatif kontrol), %25, %50, %100) uygulanmış olup, test materyalleri üzerinde oluşan hastalık reaksiyonlarının gelişimi değerlendirilmiş ve test materyallerinin hastalık şiddeti karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucu elde

edilen sonuçlar, verim tahmin çalışmalarında kullanılan modeller için (Bitki büyüme modelleri DSSAT-AQUACROP) ürün kayıplarının erken dönemde tahmin edilerek referans bilgileri edinilmesi amacıyla yönelik olarak faydalar sağlayabilecektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Alanının İklim ve Toprak Özellikleri

Çalışma Ankara ili Yenimahalle ilçesinde yerleşik Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) araştırma ve uygulama alanlarında 2018-2019 üretim sezonunda yürütülmüştür. Lokasyonun Ağustos 2018- Temmuz 2019 yılı aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2019) Çizelge 1' de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü dönemde aylık ortalama yağış 33.2 mm, ortalama sıcaklık 12.08°C olarak ölçülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü arazinin toprak tekstürü killi-tınlı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Yenimahalle lokasyonu (Ankara) 2018-2019 dönemi aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2019)

Table 1. Monthly average climate data for Yenimahalle district (2018-2019) (Anonymous, 2019)

İklim verileri Cimatic data	Aylar (2018 Yılı) Months					Aylar (2019) Yılı Months							Ortalama
	XIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Ortalama sıcaklık (°C) Average temperature (°C)	25.0	20.0	14.94	9.0	3.3	2.0	4.8	7.2	10.8	18.2	22.4	23.1	12.08
En yüksek sıcaklık (°C) Highest temperature (°C)	32.0	33.2	21.65	23.5	12.6	10.8	15.8	20.4	25.5	34.2	33.4	34.9	24.43
En düşük sıcaklık (°C) Lowest temperature (°C)	18.0	8.1	9.43	-2.3	-10.2	-10.4	-2.4	-3.3	-0.9	6.1	11.7	10.7	0.71
Yağış (mm) Rainfall (mm)	10.0	7.4	1.57	24.9	60.4	40.6	33.2	38.0	28.9	30.8	37.4	30.4	33.2
Nispi nem (%) Relative humidity (%)	37.0	46	69.83	65	81	79	70.2	55.4	42.5	47.2	52.1	42.0	58.04
Rüzgar hızı, m/s ⁻¹ (2 m) Wind speed m/s ⁻¹ (2 m)	2.0	2.1	2.2	1.6	1.5	1.7	2.0	2.1	1.3	1.3	1.6	1.8	1.7

Bitki materyali

Araştırma sonuçlarının anlaşılabilir olması, yorumlanabilmesi ve sonuçlarının doğruluğunun test edilmesi amacıyla Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiş 4 ekmeçlik (Eser, Kenanbey, Bayraktar 2000, Demir 2000) ve 4 makarnalık (Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey 2000) çeşidi

çalışma materyali olarak seçilmiştir (Çizelge 2). Çalışma yapay epidemide şartlarında yürütülmüş olup hastalık reaksiyonlarının değerlendirme zamanının belirlenmesi ve reaksiyonların doğruluğunun test edilmesi için hassas kontrol genotipi olarak "Little Club" (LC) kullanılmıştır (Akan, 2019).

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan çeşitler, tescil yılları ve hastalık reaksiyonları
Table 2. Varieties used in the study, registration years and disease reactions

Ekmeklik Grup Bread Group			Makarnalık Grup Durum Group		
Çeşit Adı Variety	Tescil yılı Registration year	Hastalık reaksiyonu Disease reaction	Çeşit Adı Variety	Tescil yılı Registration year	Hastalık reaksiyonu Disease reaction
Bayraktar 2000	28.04.2000	Orta Hassas	Çeşit-1252	26.04.2000	Orta Hassas
Demir 2000	28.04.2000	Hassas	Eminbey	06.04.2009	Dayanıklı
Eser	02.05.2003	Dayanıklı	Kızıltan 91	26.04.1991	Orta Hassas
Kenanbey	06.04.2009	Hassas	Mirzabey 2000	28.04.2000	Orta Hassas

*Little Club (LC) genotipi hassas kontrol olarak kullanılmıştır.
Little Club (LC) genotype was used as a susceptible control.*

Yöntem

Test materyalinin ekimi

Araştırma materyali olan 4 ekmeklik ve 4 makarnalık çeşit, dört farklı hastalık uygulama dozu (%0, %25, %50, %100) için üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre ekilmiştir. Test çalışması, hastalık inokulasyonu yapılmamış 2 blok (negatif kontrol veya %0 dozu) ve %25, %50, %100 hastalık uygulama dozlarında hastalık inokulasyon uygulanmış altı blok olmak üzere toplam 8 bloktan oluşmaktadır. Her blok 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Her çeşit 1 metre uzunluğunda ve 33-35 cm sıra aralığı olacak şekilde 3 sıra olarak elle ekilmiştir. Little Club genotipi ekilişleri test materyali ile benzer şekilde olacak şekilde aynı zamanda yapılmıştır. Tekerrürler arası mesafe inokulasyon sırasında hastalık bulaşmanın engellenmesi için 50 cm. olarak belirlenmiştir.

Hastalık inokülasyon uygulaması

Her blokta yer alan 4 ekmeklik ve 4 makarnalık çeşit için 4 farklı hastalık dozu uygulaması yapılmıştır. Hastalık inokulasyonu için yeni toplanmış hastalık ürediosporları %0 (Negatif

Kontrol Grubu), 3 mg/200 mL (%25), 6 mg/200 mL (%50), 12 mg/200 mL (%100) dozlarında mineral yağ (Soltrol® 170) içerisinde homojenize edilerek ULV+ cihazıyla uygulanmıştır. İnokülasyon uygulamaları uygun sıcaklık ve nem koşullarında rüzgarsız bir zamanda yapılmış olup, uygulama dozunun diğer parsele bulaşmasının engellenmesi için bloklar arasında plastik bariyerler kullanılmıştır.

Bitki fenolojisi ile ilgili tüm gözlemler, aynı gün içinde farklı fenolojik gelişme dönemleri için Feekes skalası kullanılarak alınmıştır (Large, 1954). Fenolojik gözlemler (Feekes, Zadoks skalalarına göre) hastalık reaksiyonlarının değerlendirilmesi aşağıda şekilde;

25 Mayıs 2019 tarihinde "Çiçeklenme Başlangıcı (Erken Dönem; Feekes: 10.5.1, Zadoks:60)",

06 Haziran 2019 tarihinde "Dane Bağlama (Erken-Orta Dönem; Feekes: 10.5.3, Zadoks:69)",

15 Haziran 2019 tarihinde "Süt Olum Dönemi (Orta-Geç Dönem; Feekes: 10.5.4, Zadoks:71)"

23 Haziran 2019 tarihinde "Sararma Dönemi (Geç Dönem; Feekes: 11.1, Zadoks:75)" tarihlerinde (Çizelge 3) yapılmıştır (Fowler, 2018).

Çizelge 3. Yaprak örneklerinin alındığı tarih ve fenolojik dönemler (Fowler, 2018)
Table 3. Date and phenological periods of leaf samples (Fowler, 2018)

Gelişme Dönemi Growing period	Gözlem Tarihleri Observation dates	Devre Period	Sınıflandırma Scala	
			Feekes	Zadoks
Erken	25 Mayıs 2019	Çiçeklenme Başlangıcı (Erken Dönem)	10.5.1	60
	06 Haziran 2019	Dane Bağlama (Erken-Orta Dönem)	10.5.3	69
Geç	15 Haziran 2019	Süt Olum Dönemi (Orta-Geç Dönem)	10.5.4	71
	23 Haziran 2019	Sararma Dönemi (Geç Dönem)	11.1	75

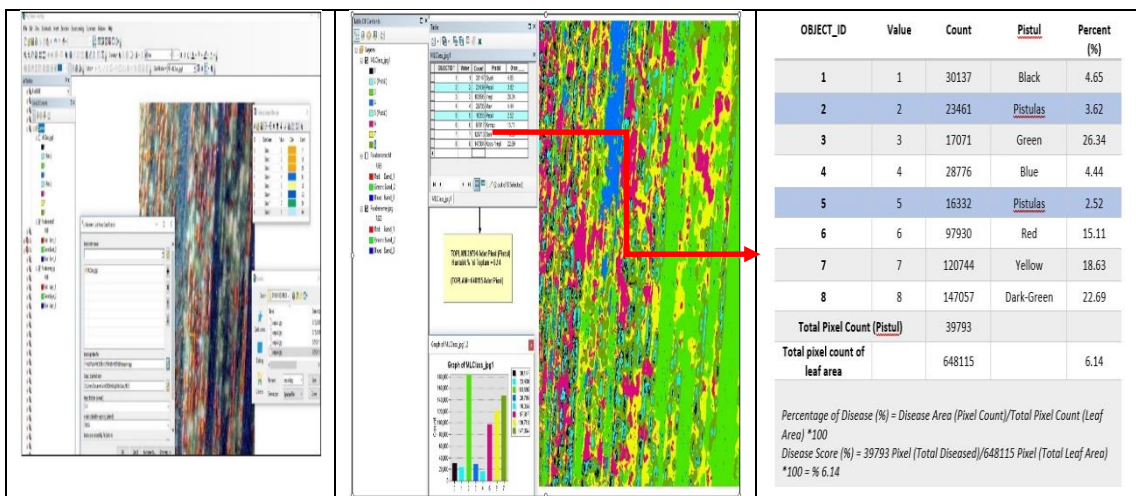
Hastalık reaksiyonlarının değerlendirilmesi

Hastalık reaksiyon değerlendirmeleri; sarı pas hastalığının son inokulasyonundan (06 Mayıs 2019) 19 gün sonra 7 günde bir olmak üzere (25 Mayıs 2019, 06 Haziran 2019, 15 Haziran 2019, 23 Haziran 2019) yapılmıştır. Reaksiyon değerlendirmeleri “Modifiye Cobb” skalası kullanılarak sarı pas hastalığının şiddeti (Peterson ve ark., 1948) ve sarı pas hastalığına karşı bitkilerin reaksiyon tipleri (Roelfs ve ark., 1992) birlikte kullanılarak belirlenmiştir. Little Club genotipinin hastalık reaksiyon 100S olarak gözlenmiş olup yapılan bu değerlendirme sonucunda “reaksiyon test sonuçlarının güvenilir” olduğu yorumu yapılmış ve tüm materyal değerlendirilmiştir. Tüm reaksiyon değerlendirmeleri sonrasında Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmıştır. Değerlendirmelerde pas şiddeti ve enfeksiyon tipi kaydedilmiştir. Pas hastalığının şiddeti (hastalığın yaprakta kapladığı alan (%)) ve enfeksiyon tipi için bildirilen katsayılarla (R:0,2; MR:0,4, MR-MS:0,6; MS:0,8; S: 1) çarpılarak Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmış (Peterson ve ark., 1948) ve hastalık reaksiyonun gruplandırmasında hesaplanan katsayı dikkate alınmıştır. Enfeksiyon Katsayısına göre yapılan değerlendirmede 5 grup oluşturulmuş olup; EK= 0; Immün, EK ≤ 0,1-5; Dayanıklı, EK ≤ 5.1-20; Orta Dayanıklı, EK ≤ 20.1-40; Orta Hassas, EK ≤ 40.1-100; Hassas olarak belirlenmiştir. Genel değerlendirme de EK= 0-20; Dayanıklı, EK ≤ 20.1-

100 hassas olarak belirlenmiştir (Akan ve ark., 2019).

Veri analizi

Buğdayda yaprak üst yüzeyinde ve kanopi seviyesinde sarı pas hastalığının şiddetinin hesaplanması, bitkinin sarı pas hastalığına reaksiyonlar sonucu oluşan farklı renk değişimlerine (belirtilerine) göre belirlenen hastalık şiddeti (HŞ%) değerlerindeki farklılıktan faydalanılarak çoklu korelasyon (multi correlation) tekniği uygulanarak yapılmıştır. Hastalığın ortalama “%” şiddetinin belirlenmesi için, her çeşitin her tekerrüründen 5 adet yaprak için 1 adet ortalama hastalık skoru hesaplanmıştır. Bu yöntem kullanılarak her bir çeşit ve her uygulama dozu için 1 adet ortalama hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Hastalık şiddetinin hesaplanmasında öncelikli olarak hastalık skorunun ortaya konulabilmesi için Hastalık İndeks (%Hi) değeri hesap edilmiştir. Hastalık indeksi (%Hi) aşağıdaki formülle (Huang ve ark., 2007) hesaplanmıştır [1]. Yaprak örneğinin dijital ve termal kamera ile çekilen resimleri ArcGIS 10.5.1 Programı® içerisinde “Image Classification” görüntü sınıflama modülünde kontrollü sınıflandırmaya (Unsupervised Classification) uygulaması sonrasında her bir çeşit için bir hastalık indeks değeri (% Hi) belirlenmiştir (Peterson ve ark., 1948) (Şekil 1).



Şekil 1. Hastalıklı alanların ortaya çıkarılması (ArcGIS 10.5.1®-unsupervised sınıflandırma)

Figure 1. Revealing diseased areas (ArcGIS 10.5.1®-unsupervised classification)

Hastalık şiddeti (% HŞ), değeri ile sarı pas alanın toplam yaprak alanına bölünmesi (%Hi) ve hastalığının yaprak üzerinde kapladığı hastalıklı enfeksiyon katsayısı ile çarpılmasıyla [2] elde

edilmiştir. Hastalık değerlendirilmesinde yaprakların, hastalıkla kaplı alanlarının hastalık şiddetine göre 9 sınıfa ayrılmıştır (%0, %1, %10, %20, %30, %45, %60, %80 ve %100). %0 değerinde herhangi bir hastalık reaksiyonu gözlenmezken, %100 değerinde yaprağın tamamen hastalıkla kaplı olduğunu sınıfı ifade etmektedir (Peterson vd. 1948).

$$HI(\%) = \frac{\sum xf}{n \sum f} \times 100 \quad [1]$$

HI(%)= Hastalık İndeksi

n= En yüksek hastalık şiddeti değeri

f= Her hastalık şiddeti derecesindeki yaprakların sayısı

$$HŞ (\%) = HI (\%) \times EK \quad [2]$$

HŞ (%)= Hastalık Şiddeti

EK = Enfeksiyon Katsayısı

Bütün fenolojik dönemler için temel istatistik Varyans analizleri (ANOVA) SPSS-24® versiyon istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır (IBM SPSS Statistics 2016). 24.0)

Bulgular ve Tartışma

Hastalığa reaksiyonları bilenen 4 farklı ekmeklik ve 4 farklı makarnalık çeşidine %0 (Negatif Kontrol Grubu), %25, %50, %100 inokulasyon uygulama dozlarının, bitkinin farklı fenolojik dönemleri üzerine etkilerini belirlenebilmesi için, her çeşit, hastalık şiddeti (%) ile, uygulanan hastalık dozu için ayrı ayrı gözlem alınarak değerlendirme için her fenolojik dönem de tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Bu şekilde, farklı hastalık uygulama dozlarının fenolojik dönemlere göre hastalık şiddeti üzerindeki değişiminin etkileri değerlendirilmiştir.

Ekmeklik buğday çeşitlerinde sarı pas hastalık değişiminin fenolojik dönemlere göre izlenmesi

Eser çeşidinin hastalık reaksiyonları üzerine farklı sarı pas hastalık uygulama dozları ile hastalık

şiddeti değerleri ve farklı fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, çiçeklenme başlangıcı (Feeks 10.5.1) ve dane dolum döneminde (Feeks 10.5.3) tüm uygulama dozlarında hastalık şiddetinde +%12.46 'lık bir artış hesaplanmıştır. Diğer taraftan sararma (Feeks: 11.1) dönemin de ise hastalık şiddeti oranlarında önemli bir değişim belirlenmemiştir (Çizelge 4). Bayraktar 2000 çeşidi, farklı hastalık uygulama dozlarının etkisinin en fazla belirlendiği ekmeklik çeşittir. Bu çeşitte, özellikle çiçeklenme başlangıcı (Feeks 10.5.1) döneminde %25, %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında elde edilen hastalık şiddeti değerlerinin (%HŞ) hastalık inokule edilmeyen grup ile karşılaştırıldığında hastalık şiddeti değerleri farklı grupta yer aldığı değerlendirilmiş olup, sonuçta hastalık şiddetinde önemli değişiklikler olduğu saptanmıştır. Bu değişimler hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında, hastalık şiddetinde, %25 hastalık uygulama dozunda +%250, %50 hastalık uygulama dozunda +%300 ve %100 hastalık uygulama dozunda +%350 düzeyinde artışlar şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 4). En fazla hastalık şiddeti artışı, dane dolum döneminde (Feeks 10.5.3) belirlenmiştir. Bu dönemde %100 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddetindeki artış +%400 olarak hesaplanmış olup, bunu %25 ve %50 hastalık uygulama dozlarındaki +%350'lik artış oranlarının izlediği değerlendirilmiştir. Diğer taraftan süt olum (Feeks 10.5.4) dönemde bu artış tüm hastalık uygulama dozlarında +%20 düzeyinde artış belirlenmiştir (Çizelge 4).

Demir 2000 çeşidinde, Bayraktar 2000 çeşidinden sonra en yüksek hastalık şiddeti artışları belirlenmiştir. Demir 2000 çeşidin de erken çiçeklenme başlangıcı (Feeks 10.5.1) döneminde en yüksek hastalık şiddeti artışı %100 uygulama dozunda +%150 olarak belirlenmiş olup, bunu sırasıyla %50 uygulama dozunda +%112.50 'lik ve %25 uygulama dozunda +%40.28'lik artışların izlediği değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Dane dolum (Feeks 10.5.3) döneminde, hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde %100 hastalık uygulama dozunda +%51.14, %50 dozunda +%37.40 ve %25

dozunda ise +%3.05 artış belirlenmiştir.

Kenanbey çeşidinde, Demir2000 çeşidinden sonra hastalık dozuna bağlı olarak hastalık şiddetinde artışlar belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında en yüksek hastalık artış oranına, %100 hastalık uygulama dozunda +%104.55, %50 hastalık uygulama dozunda +%53.41 artış olduğu tespit edilmiştir. Dane dolum (Feeks 10.5.3) döneminde bu artışlar sırasıyla %100 hastalık uygulama dozunda +%73.40, %50 dozunda +%48.63 ve %25 dozunda +%23.85 artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; artan uygulama dozuna bağlı olarak ekmeklik çeşitlerin hastalık şiddetindeki genel artış oranları karşılaştırıldığında, Eser çeşidi hariç (dayanıklı) diğer tüm ekmeklik çeşitlerin sarı pas hastalığına olan dayanıklılık reaksiyonları sınırlı

düzyededir. Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinin tüm fenolojik dönemlerde birlikte değerlendirildiğinde; hastalık inokule edilmeyen gruplar ile karşılaştırıldığında; artan hastalık uygulama dozuyla birlikte hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar belirlenmiştir. Hastalıktan en fazla etkilenen veya en hassas çeşidin erken (Feekes 10.5.1), dane bağlama (Feekes 10.5.3) ve süt olum (Feekes 10.5.4) dönemlerinde Bayraktar 2000 çeşidi olduğu ve bu çeşidi Demir 2000 çeşidinin izlediği belirlenmiştir. Hassas grubunda yer alan Kenanbey çeşidi ise tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Eser çeşidinin ise hastalığa dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Hastalık uygulama dozları arasındaki etkileşim incelendiğinde Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinde, farklı hastalık uygulama dozlarının hastalık şiddeti değişiminde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Ekmeklik çeşitlerde uygulanan hastalık dozlarına göre farklı fenolojik dönemlerdeki hastalık şiddetinin oransal değişimi
Table 4. Proportional change of disease severity in different phenological periods according to disease doses applied in bread varieties

Ekmeklik Çeşitler Bread Varieties	Fenolojik Dönemler Phenological Periods								
	Uygulama Dozu Application doses	Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25 Mayıs 2019 May 25, 2019 (DAS-191)		Dane Dolum Grain Filling 06 Haziran 2019 June 06, 2019 (DAS-203)		Süt Olum Milking 15 Haziran 2019 July 15, 2019 (DAS-212)		Ortalama Mean	
		HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)
Eser	%0	10.67	0.00	10.67	0.00	12.00	0.00	11.11	0.00
	%25	12.00	+12.46	12.00	+12.46	12.00	0.00	12.00	+8.01
	%50	12.00	+12.46	12.00	+12.46	12.00	0.00	12.00	+8.01
	%100	10.67	0.00	12.00	+12.46	12.00	0.00	11.56	+4.05
Kenanbey	%0	29.33	0.00	36.33	0.00	75.33	0.00	47.0	0.00
	%25	29.33	0.00	45.00	+23.85	74.67	0.88	49.67	+5.68
	%50	45.00	+53.41	54.00	+48.63	86.67	+15.05	61.89	+31.68
	%100	60.00	+104.55	63.00	+73.40	93.33	+25.11	72.11	+53.43
Bayraktar 2000	%0	4.00	0.00	4.00	0.00	20.00	0.00	9.33	0.00
	%25	14.00	+250	18.00	+350	24.00	+20.0	18.67	+100.11
	%50	16.00	+300	18.00	+350	24.00	+20.0	19.33	+107.18
	%100	18.00	+350	20.00	+400	24.00	+20.0	20.67	+121.54
Demir 2000	%0	24.00	0.00	43.67	0.00	72.33	0.00	46.67	0.00
	%25	33.67	+40.28	45.00	+3.05	72.33	0.00	50.33	+7.84
	%50	51.00	+112.50	66.00	+37.40	81.00	+11.98	66.0	+41.42
	%100	60.00	+150.0	66.00	+51.14	81.00	+11.98	69.0	+47.85
LC Hassas Kontrol	%0	25.00	0.00	60.00	0.00	83.33	0.00	56.11	0.00
	%25	45.00	+75.0	70.00	+16.67	76.67	-8.00	63.89	+13.87
	%50	59.17	+125.0	80.00	+33.33	90.00	+8.00	76.39	+36.14
	%100	66.67	+150.0	80.00	+33.33	90.00	+8.00	78.89	+40.60

*DAS: Ekim sonrası toplam gün sayısı (Days after sowing)

Çizelge 5. Ekmeklik çeşitlerde hastalık uygulama dozlarına göre sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti (%HŞ) değişimi varyans analizi

Table 5. Changing of yellow rust disease severity (%DS) in different phenological periods according to disease application doses in bread cultivars (Variance Analysis)

Çeşit Varieties	Hastalık Uygulama Dozu Disease Application Doses	Tekerrür (+II+III) (Replication)	Erken Dönem	Erken-Orta Dönem	Orta-Geç Dönem
			Early Period	Early-Middle Period	Middle-Late Period
			Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25.05.2019 10.5.1	Dane Dolum Grain Filling 06.06.2019 10.5.3	Süt Olum Milking 15.06.2019 10.5.4
			Hastalık şiddeti (%) Disease severity (%)		
			Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE
Eser	%0	12	10.67 ± 0.57a	10.67 ± 0.57b	12.00 ± 0.00a
	%25	12	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a
	%50	12	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a
	%100	12	10.67 ± 0.57a	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a
	Sig		1.000	1.000	-
Kenanbey	%0	12	29.33 ± 2.27c	36.33 ± 1.85d	75.33 ± 3.28b
	%25	12	29.33 ± 1.14c	45.00 ± 0.00c	74.67 ± 1.14b
	%50	12	45.00 ± 2.22b	54.00 ± 2.22b	86.67 ± 1.42a
	%100	12	60.00 ± 1.28a	63.00 ± 0.00a	93.33 ± 1.42a
	Sig		1.000	1.000	0.995 / 0.102
Bayraktar 2000	%0	12	4.00 ± 0.00c	4.00 ± 0.00b	20.00 ± 1.71b
	%25	12	14.00 ± 2.95b	18.00 ± 1.48a	24.00 ± 0.00a
	%50	12	16.00 ± 2.95ab	18.00 ± 0.00a	24.00 ± 0.00a
	%100	12	18.00 ± 5.12a	20.00 ± 0.85a	24.00 ± 0.00a
	Sig		1.000 / 0.456	1.000 / 0.892	0.525
Demir 2000	%0	12	24.00 ± 1.97d	43.67 ± 2.72b	72.33 ± 2.09b
	%25	12	33.67 ± 2.61c	45.00 ± 2.22b	72.33 ± 2.09b
	%50	12	51.00 ± 1.28b	66.00 ± 1.28a	81.00 ± 0.00a
	%100	12	60.00 ± 1.28a	66.00 ± 1.28a	81.00 ± 0.00a
	Sig		0.505	0.797	0354
LC Hassas Kontrol	%0	12	25.00 ± 1.51d	60.00 ± 0.00c	83.33 ± 1.40b
	%25	12	45.00 ± 1.51c	70.00 ± 0.00b	76.67 ± 1.42c
	%50	12	59.17 ± 2.29b	80.00 ± 0.00a	90.00 ± 0.00a
	%100	12	66.67 ± 1.42a	80.00 ± 0.00a	90.00 ± 0.00a

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI) **SH:** Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden aynı küçük harfler istatistik açıdan % 5 seviyesinde önemlidir (Tukey Post hoc testi).

Mean: Mean Disease Severity (%DI) **SD:** Standard Error of Mean

Successive lowercase letters in the same column indicate differences between doses within the same phenological period. The same successive lowercase letters are statistically significant at the 5% level (Tukey Post hoc test).

Sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde reaksiyon değişimi incelendiğinde; farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla değişim, Bayraktar 2000 çeşidinde dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde olduğu belirlenmiştir. Dane bağlama döneminde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında; reaksiyon değişimi tüm hastalık uygulama dozlarında belirlenmiştir. En fazla hastalık şiddeti değişimi, %100 hastalık uygulama dozunda +%400 olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %50 dozunda, +%350 ve %25 dozunda +%300 artışın takip ettiği belirlenmiştir. Bu sonuca

benzer olarak çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde, Bayraktar 2000 çeşidinde hastalık uygulama dozları arasında dikkati çeken düzeyde hastalık reaksiyon değişimleri belirlenmiştir. En fazla değişim %100 hastalık uygulama dozunda +%350, %50 dozunda +%300, %25 dozunda +%250 oranında artışlar olarak belirlenmiştir. Süt olum (Feekes 10.5.4) döneminde en fazla değişim yine Bayraktar 2000 çeşidinde belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık değişimleri %25, %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%20 olarak belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinin yanı sıra Demir 2000 çeşidinde de benzer

şekilde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde farklı hastalık uygulama dozlarından reaksiyonları en fazla değişen çeşit olmuştur. Demir 2000 çeşidi için bu dönemde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında; en fazla reaksiyon değişimi %100 hastalık uygulama dozunda +%150 olarak belirlenmiştir. Bu durumu %50 hastalık uygulama dozu reaksiyonunda +%112,5 artışla izlediği belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde özellikle %100 ve %50 hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddetinde sırasıyla +%104.55 ve +%53.41 artışlar belirlenmiş bu artışların farklı gruplar içerisinde (Tukey's HSD test ($p<0.05$) yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; Demir 2000 çeşidinin hastalık reaksiyonları incelendiğinde %100 hastalık uygulama dozu çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) ve dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemlerinde istatistiki olarak %5 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Özellikle dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemi grubu istatistiki açıdan

önemli ($F= 31.04$, $df= 3$, $p<0.000$) olarak değerlendirilmiştir. Kenanbey çeşidini hastalık reaksiyonları incelendiğinde Demir 2000 çeşidinin takip ettiği ve üç fenolojik dönemde de yüksek hastalık şiddeti belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinin özellikle süt olum (Feekes 10.5.4) dönemdeki hastalık reaksiyonlarının istatistiki önemlilik düzeyi incelendiğinde ilk sıralarda yer alan grupta olduğu belirlenmiş ($F= 20.517$, $df= 3$, $p<0.000$) olup, bu yönüyle bu sonucu Demir 2000 çeşidi sonucu takip etmiştir ($F=11.422$, $df= 3$, $p<0.000$). %50 hastalık uygulama dozundaki farklılığın Demir 2000 çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde istatistiki olarak önemli olduğu ($F= 76.252$, $df= 3$, $p<0.000$) belirlenmiş olup, bu durumu Kenanbey çeşidinin çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemdeki %50 hastalık uygulama dozunun izlediği belirlenmiştir ($F= 66.532$, $df= 3$, $p<0.000$). Kenanbey ve Demir 2000 çeşitleri bütün fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinden en fazla etkilenen çeşitler olarak belirlenmiş olup, yüksek hastalık şiddeti (%) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Ekmeklik çeşitlerin farklı fenolojik dönemlerin de hastalık şiddetinin (%) karşılaştırılması için yapılan varyans analiz sonuçları

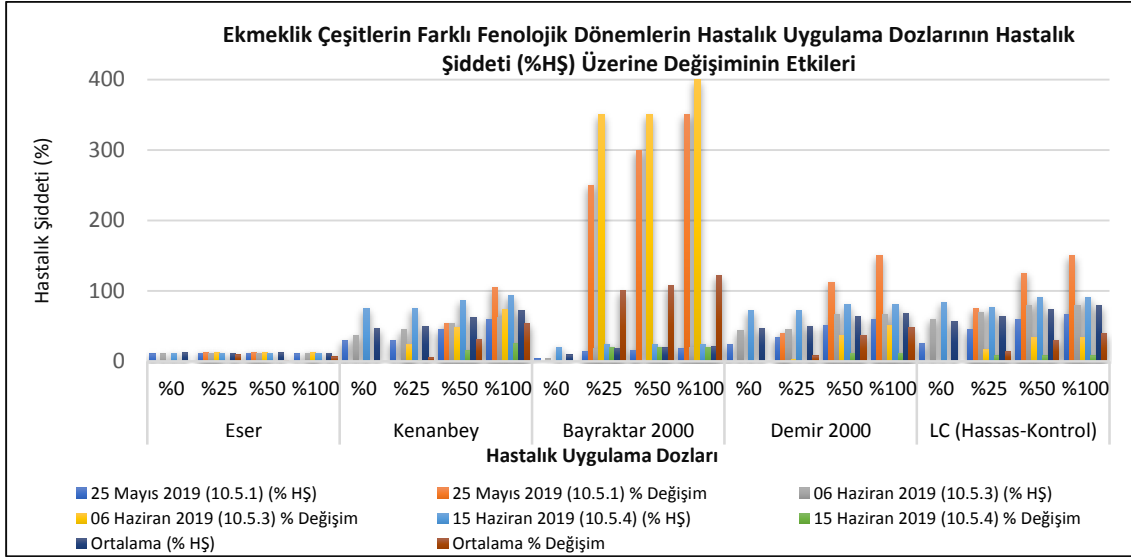
Table 6. Variance analysis results for comparison of disease severity (%) of bread varieties at different phenological periods

Çeşitler (Varieties)	Fenolojik Dönem (Feekes) (Phenological Periods)	HKT Error sum of squares	df	KO Mean of squares	F	Sig.(P)
Eser	10.5.1	21.333	3	7.111	3.667	0.019
	10.5.3	16.000	3	5.333	5.500	0.003
	10.5.4	0.000	3	0.000	-	-
Kenanbey	10.5.1	7790.333	3	2596.778	66.532	0.000
	10.5.3	4753.000	3	1584.333	63.450	0.000
	10.5.4	2969.333	3	989.778	20.517	0.000
Bayraktar 2000	10.5.1	2286.240	3	762.080	69.857	0.000
	10.5.3	1968.000	3	656.000	75.167	0.000
	10.5.4	144.000	3	48.000	5.500	0.003
Demir 2000	10.5.1	9580.000	3	3193.333	76.252	0.000
	10.5.3	4408.000	3	1469.333	31.04	0.000
	10.5.4	901.333	3	300.444	11.422	0.000
LC Hassas Kontrol	10.5.1	12089.583	3	4029.861	113.824	0.000
	10.5.3	3300.000	3	1100.000	-	-
	10.5.4	1466.667	3	488.889	40.333	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değerleri				
HKT: Error sum of squares		F: Comparison Table Value of Sample Means			df: Degrees of freedom	
KO: Mean of squares		Sig.(p): Significance Value in Comparison				

Demir 2000 çeşidi çiçeklenme başlangıcı edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar (Feekes 10.5.1) döneminde hastalık inokule karşılaştırıldığında, istatistiki olarak hastalık

uygulama dozları arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında %50 ve %100 hastalık uygulama dozları arasında farklılıklar yine istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir (Çizelge 5). Kenanbey çeşidinde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında farklı hastalık uygulama dozları arasındaki fark, en

fazla dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemde belirlenmiştir. Çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Kenanbey çeşidinde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında %25 hastalık uygulama dozunun istatistiki olarak önemli olmadığı değerlendirilirken, %50 ve %100 dozları arasında farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ekmeklik çeşitlerin farklı fenolojik dönemlerinde hastalık uygulama dozlarının hastalık şiddetine (%HŞ) olan değişiminin (%) incelenmesi

Figure 1. Investigation of the change (%) of disease application doses to disease severity (%DS) in different phenological periods of bread varieties

Makarnalık buğday çeşitlerinde sarı pas hastalık değişiminin fenolojik dönemlere göre izlenmesi

Hastalığın reaksiyonlarının fenolojik dönemlere göre gelişimi incelendiğinde; farklı hastalık uygulama dozlarının en fazla değişimi Eminbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında, değişen düzeylerde reaksiyon değişiminin bütün hastalık uygulama dozlarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Bu dönemde en fazla hastalık şiddeti (%) artışı değişimi, %100 hastalık uygulama dozunda +%335.52 olarak belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla %50 dozunda +%287.13 ve %25 dozunda +%141.95 hastalık artışı izlemiştir.

Kızıltan 91 çeşidinin süt olum (Feekes 10.5.4) dönemde farklı hastalık uygulama dozlarında hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında, hastalık şiddetinde dikkati

çeken değişim oranları belirlenmiştir. Bu dönemde en yüksek değişimler %100, %25 ve %50 hastalık uygulama dozlarında sırasıyla +%287.13, +%238.74 ve +%206.48 artış olarak belirlenmiştir. Süt olum (Feekes 10.5.4) döneminde Çeşit-1252 çeşidinde %100, %50 ve %25 hastalık uygulama dozlarındaki değişimler sırasıyla +%63.25, +%14.28, ve -51.02 olarak belirlenmiştir. Eminbey çeşidinde dane dolum (Feekes 10.5.3) döneminde bütün hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddetindeki artış +%58.83 olarak tespit edilmiştir. Süt olum (Feekes 10.5.4) dönemde hastalık artışları %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%25 olarak belirlenmiştir.

Mirzabey 2000 çeşidinde hastalık şiddetindeki değişim artış yönünde çiçeklenme döneminde (Feekes 10.5.1) %100 hastalık uygulama dozunda +%100, %50 hastalık uygulama dozunda +%66.67 ve %25 hastalık uygulama dozunda +%33.33 olarak

belirlenmiştir. Çeşit-1252 çeşidinde en fazla (Feekes 10.5.3) %25 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddeti artışı dane dolum döneminde +%193.33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Makarnalık çeşitlerde uygulanan hastalık dozlarına göre farklı fenolojik dönemlerdeki hastalık şiddetinin oransal değişimi

Table 7. Proportional change of disease severity in different phenological periods according to disease doses applied in durum varieties

Makarnalık Çeşitler Durum Varieties	Uygulama Dozu Application doses	Fenolojik Dönemler Phenological Periods							
		Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25 Mayıs 2019 May 25, 2019 (DAS-191)		Dane Dolum Grain Filling 06 Haziran 2019 June 06, 2019 (DAS-203)		Süt Olum Milking 15 Haziran 2019 July 15, 2019 (DAS-212)		Ortalama Mean	
		HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)
	%0	6.13	0.00	4.13	0.00	10.93	0.00	7.07	0.00
	%25	8.00	+30.44	14.00	+238.74	10.67	-2.43	10.89	+54.10
	%50	8.00	+30.44	12.67	+206.48	12.00	+9.76	10.89	+54.10
	%100	10.00	+63.05	16.00	+287.13	14.67	+34.15	12.89	+82.41
Çeşit-1252	%0	6.80	0.00	10.00	0.00	8.17	0.00	8.32	0.00
	%25	6.13	-9.81	29.33	+193.33	4.00	-51.02	13.16	+58.07
	%50	8.00	+17.65	12.00	+20.0	9.33	+14.28	9.78	+17.50
	%100	8.00	+17.65	12.00	+20.0	13.33	+63.25	11.11	+33.51
Eminbey	%0	4.13	0.00	11.33	0.00	13.33	0.00	9.60	0.00
	%25	10.00	+141.95	18.00	+58.83	13.33	0.00	13.78	+43.52
	%50	16.00	+287.13	18.00	+58.83	16.67	+25.00	16.89	+75.93
	%100	18.00	+335.52	18.00	+58.83	16.67	+25.00	17.56	+82.88
Mirzabey 2000	%0	16.00	0.00	20.00	0.00	22.67	0.00	18.22	0.00
	%25	16.00	+33.33	33.33	+66.67	17.33	-23.53	22.22	+21.95
	%50	20.00	+66.67	33.00	+65.0	31.67	+39.71	28.22	+54.88
	%100	24.00	+100	24.00	+20.0	21.33	-5.89	23.11	+26.83
LC Hassas Kontrol	%0	28.50	0.00	60.00	0.00	82.50	0.00	54.44	0.00
	%25	50.00	+75.44	70.00	+16.67	88.33	+4.00	65.56	+20.41
	%50	62.50	+119.30	80.00	+33.33	90.00	+8.00	76.67	+40.82
	%100	62.50	+119.30	80.00	+33.33	89.17	+8.00	78.89	+44.90

*: HŞ : Hastalık Şiddeti (%) DS (%): Disease severity

Çizelge 7. Makarnalık çeşitlerde hastalık uygulama dozlarına göre sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde yapraktaki hastalık şiddeti (%HŞ) değişimi varyans analizi

Table 7. Changing of yellow rust disease severity (%DS) on leaves in different phenological periods according to disease application doses in durum varieties (Variance Analysis)

Çeşit	Hastalık Uygulama Dozu Disease Application Doses	Tekerrür (I+II+III) Replication	Erken Dönem Early Period	Erken-Orta Dönem Early-Middle Period	Orta-Geç Dönem Middle-Late Period
			Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25.05.2019 10.5.1	Dane Dolum Grain Filling 06.06.2019 10.5.3	Süt Olum Milking 15.06.2019 10.5.4
			Hastalık Şiddeti (%) Disease severity (%)		
			Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE
Kızıltan 91	%0	12	6.13 ± 1.43a	4.13 ± 0.80b	10.93 ± 2.16a
	%25	12	8.00 ± 0.85a	14.00 ± 0.85a	10.67 ± 2.50a
	%50	12	8.00 ± 0.85a	12.67 ± 1.24a	12.00 ± 0.98a
	%100	12	10.00 ± 0.85a	16.00 ± 0.85a	14.67 ± 0.00a
	Sig		0.680	1.000 / 0.078	0.834
Çeşit-1252	%0	12	6.80 ± 1.45a	10.00 ± 1.71b	8.17 ± 1.67b
	%25	12	6.13 ± 1.43a	29.33 ± 0.00a	4.00 ± 0.00c
	%50	12	8.00 ± 0.85a	54.00 ± 2.22b	86.67 ± 1.42b
	%100	12	8.00 ± 0.85a	12.00 ± 0.00b	13.33 ± 0.57a
	Sig		0.962	0.580	0.104
Eminbey	%0	12	4.14 ± 0.80c	11.33 ± 1.24b	13.33 ± 1.14b
	%25	12	10.00 ± 0.85b	18.00 ± 0.00a	13.33 ± 1.14b
	%50	12	16.00 ± 0.85a	18.00 ± 0.00a	16.67 ± 0.28a
	%100	12	18.00 ± 0.00a	18.00 ± 0.00a	16.667 ± 0.28a
	Sig		0.837	1.000	0.637
Mirzabey 2000	%0	12	16.00 ± 1.71b	20.00 ± 2.61a	22.667 ± 3.98a
	%25	12	16.00 ± 1.71b	33.33 ± 7.85a	17.333 ± 3.46a
	%50	12	20.00 ± 0.85ab	66.00 ± 1.28a	31.667 ± 6.68a
	%100	12	24.00 ± 0.00a	66.00 ± 1.28a	21.333 ± 1.14a
	Sig		0.136	0.866	0.750
LC Standart	%0	12	28.50 ± 5.00b	60.00 ± 0.00c	82.500 ± 1.31b
	%25	12	50.00 ± 1.51a	70.00 ± 0.00b	88.333 ± 1.12a
	%50	12	62.50 ± 2.29a	80.00 ± 0.00a	90.000 ± 0.00a
	%100	12	62.50 ± 1.40a	80.00 ± 0.00a	89.170 ± 0.83a

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI) SH: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönemde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden aynı küçük harfler istatistik açıdan % 5 seviyesinde önemlidir (Tukey Post hoc testi).

Mean: Mean Disease Severity (%DI) SD: Standard Error of Mean

Successive lowercase letters in the same column indicate differences between doses within the same phenological period. The same successive lowercase letters are statistically significant at the 5% level (Tukey Post hoc test).

Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; farklı hastalık uygulama dozu uygulamalarında, makarnalık buğday çeşitlerinin hastalık şiddetindeki artış oranları dikkate alınarak yapılan bir karşılaştırmada, hastalığın şiddetinin ilerleyen fenolojik dönemlerde artış eğilimi içinde olduğu saptanmıştır. Tüm makarnalık çeşitler için en fazla hastalık şiddeti artışlarının (Kızıltan 91 çeşidi hariç) mevsim içi erken dönem olan çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde gerçekleştiği belirlenmiştir. Eminbey çeşidinin çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde en

fazla etkilenen çeşit olduğu (F=75.272, df=3, p<0.000), Kızıltan 91 çeşidinin dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde hastalık şiddetinde önemli artışlar (F=30.163, df=3, p<0.000) belirlenmiştir. Bu durumu yine bu dönemde Eminbey çeşidinde belirlenen hastalık şiddeti artışları (F=28.947, df=3, p<0.000) ve sararma (Feekes: 11.1) döneminde Çeşit-1252 çeşidinde hastalık şiddetinde artışların izlediği (F=13.379, df=3, p<0.000) belirlenmiştir (Çizelge 8).

Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; en dikkat çekici hastalık

şiddeti artışları çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Eminbey çeşidinde %100 hastalık uygulama dozunda +%335.52 olarak belirlenmiştir. Bu durumu dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde +%58.83 ve süt olum (Feekes 10.5.4) döneminde +%25 artış olarak izlediği belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidi, dane bağlama

(Feekes 10.5.3) döneminde hastalık şiddetinden önemli düzeyde etkilenmiş olup bu durumu Eminbey çeşidin de +%238.74 hastalık şiddeti artışının izlediği belirlenmiştir. Dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde Mirzabey 2000 çeşidinde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir (Çizelge 7).

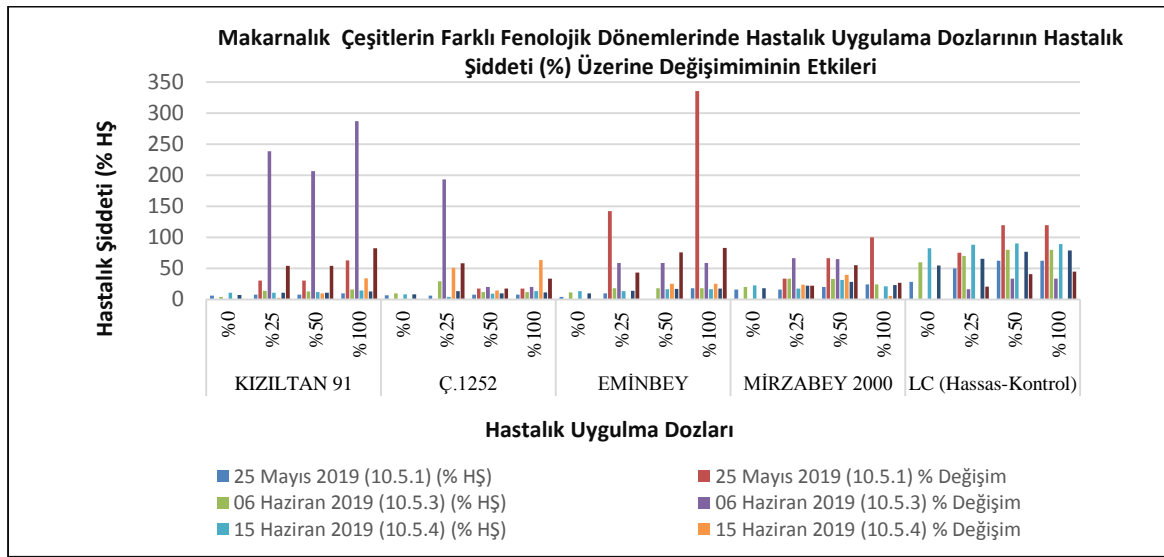
Çizelge 8. Makarnalık çeşitlerin farklı fenolojik dönemlerin de hastalık şiddetinin (%) karşılaştırılması için yapılan varyans analiz sonuçları

Table 8. Variance analysis results for comparison of disease severity (%) of durum varieties at different phenological periods

Çeşitler (Varieties)	Fenolojik Dönem (Feekes) (Phenological Periods)	HKT Error sum of squares	df	Kareler		Sig.(P)
				Ortalaması Mean of squares	F	
Kızıltan 91	10.5.1	89.760	3	29.920	2.363	0.084
	10.5.3	983.627	3	327.876	30.163	0.000
	10.5.4	120.107	3	40.36	1.623	0.198
Çeşit-1252	10.5.1	30.880	3	10.293	0.613	0.610
	10.5.3	2948.000	3	982.667	4.166	0.011
	10.5.4	530.917	3	176.972	13.379	0.000
Eminbey	10.5.1	1414.560	3	471.520	75.272	0.000
	10.5.3	400.000	3	133.333	28.947	0.000
	10.5.4	133.333	3	44.444	5.392	0.003
Mirzabey 2000	10.5.1	528.000	3	176.000	8.963	0.000
	10.5.3	1593	3	531.000	1.619	0.199
	10.5.4	1318.333	3	439.444	1.987	0.130
LC (Kontrol)	10.5.1	9260.250	3	3086.750	20.745	0.000
	10.5.3	3300.000	3	1100.000	-	-
	10.5.4	416.667	3	138.889	12.644	0.000
HKT: Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri				
HKT: Error sum of squares		F: Comparison Table Value of Sample Means			df: Degrees of freedom	
KO: Mean of squares		Sig.(p): Significance Value in Comparison				

Hastalıktan en fazla etkilenen çeşitlerin; çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Eminbey ve Mirzabey 2000 olduğu, geç dönemde (Feekes 10.5.4) ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri olarak belirlenmiştir. Hastalık reaksiyonu olarak, en hassas çeşidin Çeşit-1252 olduğu, bu

çeşidi Kızıltan 91 çeşidinin izlediği, Mirzabey 2000 çeşidinin orta-hassas, Eminbey çeşidinin ise hastalığa dayanıklı reaksiyon grubunda yer aldığı yorumu yapılmıştır (Tukey's HSD test ($p<0.05$) (Şekil 2).



Şekil 2. Makarnalık çeşitler için farklı fenolojik dönemlerde farklı sarı pas hastalık uygulama dozlarının hastalık şiddetine (%HŞ) olan değişiminin (%) incelenmesi

Figure 2. Investigation of the change (%) of different yellow rust disease application doses to disease severity (%HŞ) in different phenological periods for durum varieties

Eser çeşidi dışında, ekmeçlik çeşitlerin tüm fenolojik dönemleri birlikte değerlendirildiğinde, hastalık inokule edilmeyen gruplarla karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde dikkati çeken düzeyde artışların olduğu belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinin hastalık şiddeti artışından en fazla etkilenen çeşit olduğu çiçeklenme (Feekes 10.5.1), dane bağlama (Feekes 10.5.3) ve süt olum (Feekes 10.5.4) dönemlerinde, dikkat çekici düzeyde hastalık şiddeti artışı belirlenmiş, yine aynı dönemlerde benzer artışların Demir 2000 ' çeşidi içinde belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde de tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir.

Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla hastalık şiddeti (%), Bayraktar 2000 çeşidinde dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık inokule edilmeyen grupta yapılan karşılaştırmalar da değişen düzeylerde reaksiyon ve hastalık şiddeti (%) farklılıkları bütün hastalık uygulama dozlarında belirlenmiştir. Bu dönemde en fazla hastalık değişim oranı %100 hastalık uygulama dozu yapılan grupta +%400 artış olarak belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla %50 ve %25 hastalık uygulama dozları +%350 hastalık şiddetinde artış şeklinde takip etmiştir. Bu dönemi Demir 2000 çeşidi erken dönemde (Feekes 10.5.1) hastalık inokule edilmeyen grup ile

karşılaştırıldığında, en fazla değişimi %100 hastalık uygulama dozunda +%150 artış oranı ile izlediği ve %50 hastalık uygulama dozunun takip (+%112.50) ettiği belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde (25 Mayıs 2019) özellikle %100 ve %50 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddetinde önemli değişimler gözlenmiş olup, sırasıyla +%104.55 ve +%53.41 artışların istatistiki olarak farklı gruplar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Bütün fenolojik gelişme dönemleri birlikte değerlendirildiğinde; Demir 2000 çeşidinin %100 hastalık uygulama dozu uygulamasında çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) (25 Mayıs 2019) ve dane bağlama (Feekes 10.5.3) (06 Haziran 2019) fenolojik gelişme döneminde yapılan istatistik değerlendirme sonucunda farklılığın önemli olduğu ve dikkat çekici düzeyde olduğu belirlenmiştir. Özellikle dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemi istatistiki değerlendirmelerinde yönüyle önemli olarak ($F=31.04$, $df= 3$; $p<0.000$) bulunmuştur. Demir 2000 çeşidini Kenanbey çeşidi takip etmiş olup, bütün fenolojik dönemlerde yüksek hastalık şiddeti değerleri belirlenmiştir. Özellikle süt olum (Feekes 10.5.4) dönemde (15 Haziran) yapılan istatistiki değerlendirmelerde oluşan farklılıkların önemli ve dikkat çekici ($F=20.517$, $df= 3$; $p<0.000$) olduğu tespit edilmiştir.

Kenanbey ve Demir 2000 çeşitleri bütün fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinden en fazla

etkilenen çeşitler olarak belirlenmiş olup, yüksek hastalık şiddeti değerleri dikkat çekicidir. Çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemin de, Demir 2000 çeşidinde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında istatistiki olarak hastalık uygulama dozları arasındaki farklılığın önemli olduğu, dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemde ise hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında %50 ve %100 hastalık uygulama dozları ve hastalık şiddeti arasındaki istatistiki farkların önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Genel olarak makarnalık çeşitlerin sarı pas hastalığına olan reaksiyonları değerlendirildiğinde; Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, farklı hastalık uygulama dozlarının hastalık reaksiyonları incelendiğinde, hastalık şiddetinin ilerleyen fenolojik dönemlerle birlikte artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir.

En fazla hastalık şiddeti artışının, Kızıltan 91 çeşidi dışındaki çeşitlerde mevsim içi erken dönem (25 Mayıs 2019) olan çiçeklenme başlangıcında (Feeks 10.5.1) gerçekleştiği belirlenmiştir. Eminbey, çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde hastalıktan en fazla etkilenen ($F=75.272$, $df= 3$; $p<0.000$) çeşit olarak belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidinde dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde (06 Haziran 2019) hastalık şiddetinde önemli artışlar ($F=30.163$, $df= 3$; $p<0.000$) belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla yine aynı dönemde artış gösteren Eminbey çeşidi ($F=28.947$, $df= 3$, $p<0.000$) ve sararma (Feekes 10.5.4) döneminde artışlar gözlenen Çeşit-1252 çeşidi ($F=13.379$, $df= 3$, $p<0.000$) takip etmiştir. Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde en dikkat çekici hastalık şiddeti artışları çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Eminbey çeşidinde %100 hastalık uygulama dozunda +%335.52 artış olarak belirlenmiştir. Bu dönemi +%58.83 artışla dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemi ve +%25 artışla sararma (Feekes 10.5.4) döneminin takip ettiği saptanmıştır. Kızıltan 91 çeşidi, dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde yüksek düzeyde hastalıktan etkilenmiş (+%238.74) olup, bu çeşidi Eminbey çeşidi takip etmiştir. Dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemin de Mirzabey

2000 çeşidinde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir.

Bütün fenolojik gelişme dönemleri birlikte değerlendirildiğinde; Hastalık şiddetinden en fazla etkilenen ekmeklik çeşit Bayraktar 2000 olup, bu çeşidi yine aynı dönemlerde Demir 2000 çeşidi izlemektedir. Hastalık şiddetinden en fazla etkilenen makarnalık çeşitlerin çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde, Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri olduğu, sararma (Feekes: 10.5.4) döneminde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri olduğu belirlenmiştir. Hastalığın şiddetinin ilerleyen fenolojik dönemlerde artış eğilimi içinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 8).

Sarı pas hastalığı ürediosporları buğdayın başağının çıkmasından çiçeklenme devresine kadar inokule edebilir ve belirtiler enfeksiyondan 10-20 gün sonra görülebilmektedir (Wellings, 2003). Bu bilgi ile yürütülen çalışma sonuçları örtüşmektedir.

Çiçeklenme zamanı ve morfolojik özellikler gibi çevre koşullarının sarı pas hastalığı enfeksiyonları üzerindeki etkilerinin sınırlı düzeyde bilgi olmakla birlikte, çiçeklenme evresindeki nem ve sıcaklık hastalığın ortaya çıkışında etkili faktörlerdir (Cromey, 1989). Küresel iklim değişikliği nedeniyle, birçok buğday üretim alanından sıcaklıkların artması beklenilmektedir. Buğdayın gelişim dönemi sürecinde sapa kalkma, çiçeklenme ve dane bağlama dönemlerinde ortaya çıkan bu değişimler pas hastalıklarının artmasına ve beklenen verim düzeyine ulaşılmasında önemli tehditler oluşturabilir. Örneğin İngiltere’ de sera şartlarında yürütülen bir çalışmada, buğdayda yapılan gaz emisyon çalışmaları buğday da başak oluşumu süresinin 13-19 gün azalabildiği bildirilmiştir (Harkness vd., 2020). Erken bitki gelişme ile birlikte hastalığın daha erken görülmesi beklenebilir. Bu durum erken dönemde hastalığın doğru teşhis edilmesi için ve kontrol edilmesi için çalışmayı daha dikkat çekici olacağını düşündürmektedir.

Sonuçlar

Çalışma öncesinde bilindiği gibi Eser çeşidinin dayanıklı reaksiyon grubunda olduğu bu çalışma ile

yine belirlenmiştir. Hastalık uygulama dozları ile hastalık şiddeti arasındaki ilişki incelendiğinde, Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinin (Eser çeşidi hariç) artan hastalık uygulama dozu uygulamalarının hastalık şiddetinde değişen düzeylerde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum bir genelleme olarak artan patojen miktarı veya sayısı ile hastalığın görülebilme ve epideminin şiddetinin artması ile uyumludur.

Eser çeşidi dışındaki diğer diğer test edilen tüm çeşitlerin sarı pas hastalığına reaksiyonlarının hassas grupta yer aldığı belirlenmiştir. Akan vd. (2012) tarafından Ankara lokasyonunda yapay epidemide yürütülen bir araştırma da aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu ekmeklik grup da yer alan Demir 2000 çeşidinin dayanıklı, Eser çeşidinin hassas makarnalık grup da yer alan Çeşit-1252 orta dayanıklı, Kızıltan 91 orta dayanıklı reaksiyonlarını rapor etmiştir. Yürütülen çalışmada ekmeklik grupta yer alan Demir 2000 çeşidinin hassas, Eser çeşidinin dayanıklı reaksiyonu belirlenirken makarnalık grup da yer alan Çeşit-1252 ve Kızıltan 91 çeşitlerinin reaksiyonu orta hassas olarak belirlenmiştir. İki çalışma reaksiyonlarını dikkat çekici düzeyde farklıdır. Makarnalık grup da yer alan Mirzabey 2000 çeşidinin reaksiyonu orta hassas olarak belirlenmiş olup iki çalışma bu reaksiyonlar yönüyle örtüşmektedir. Ay (2013) tarafından 2009 ve 2010 yıllarında Adana lokasyonunda doğal epidemide yürütülen bir araştırma da aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu ekmeklik grup da yer alan Bayraktar 2000 çeşidinin immun reaksiyon, Demir 2000 çeşidinin dayanıklı (2009) ve immun (2010), Eser çeşidinin orta dayanıklı reaksiyonlarını rapor etmiştir. Yürütülen çalışmada ekmeklik grupta yer alan Bayraktar 2000 çeşidi orta hassas reaksiyonu, Demir 2000 çeşidinin hassas, Eser çeşidinin dayanıklı reaksiyonu belirlenmiş olup iki çalışma bu reaksiyonlar yönüyle örtüşmektedir. Gerek Akan vd. (2012) gerekse Ay (2013) tarafından yürütülen çalışma reaksiyonları ile yürütülen çalışmanın sonuçlarının örtüşmemesi şu şekilde açıklanabilir. Akan (2019) sarı pas hastalığının 3 baskın (dominant) popülasyonlarına karşı 2006-2016 yılları arasında test çalışması yürütüldüğünü

bildirmiş olup konukçu patojen ilişkisine vurgu yaparak değişen hastalık popülasyonu ile konukçu reaksiyonlarının değişebildiğini ortaya koymuştur. Her üç çalışmada da çalışmanın yürütüldüğü yılda baskın hastalık popülasyonu kullanıldığı için daha önce benzer olarak yürütülen çalışmadan farklı reaksiyonların belirlenmesi, değişen hastalık popülasyonunun nedeniyle test materyalinin reaksiyonunun değişmesi olarak yorumlanmıştır.

Demir vd. (2017) tarafından Sakarya lokasyonunda doğal epidemide 2015 ve 2016 yılında yürütülen bir çalışmada aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu ekmeklik grupta yer alan Bayraktar 2000 çeşidi 2015 yılında orta hassas, 2016 yılında immun reaksiyon gözleendiği, Demir 2000 çeşidi 2015 yılında dayanıklı, 2016 yılında immun reaksiyon gözleendiği, Eser çeşidi 2015 ve 2016 yılında immun reaksiyon gözleendiği, Kenanbey çeşidi 2015 yılında orta hassas, 2016 yılında hassas reaksiyon gözleendiği bildirilmiştir. Çalışmanın aynı lokasyonda yürütülmesine rağmen her iki yılda aynı reaksiyonlarında yer almaması nedeniyle yürütülen çalışma ile bu çalışmanın sonuçlarının tartışılması mümkün olamamıştır.

Çat (2022) tarafından Antalya lokasyonunda doğal epidemide 2017 ve 2018 yılında yürütülen bir araştırma da aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu makarnalık grup da yer alan Çeşit-1252 çeşidi 2017 yılında (20R, EK: 4) dayanıklı, 2018 yılında (10R, EK:2) dayanıklı reaksiyon gözleendiği, Eminbey çeşidi 2017 yılında (20MR, EK: 8) orta dayanıklı, 2018 yılında (30MS, EK:6) orta dayanıklı reaksiyon gözleendiği, Kızıltan 91 çeşidi 2017 yılında (0, EK: 0) immun, 2018 yılında (30R, EK:18) orta dayanıklı reaksiyon gözleendiği, Mirzabey 2000 çeşidi 2017 yılında (20MS, EK: 12) orta dayanıklı, 2018 yılında (30MR, EK:12) orta dayanıklı reaksiyon gözleendiği bildirilmiştir. İki çalışmanın sonuçlarının kısmen benzer olduğu değerlendirilmiştir.

Hiperspektral veriler kullanılarak buğdayda sarı pas hastalığının takibinde ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde dane dolumu dönemi etkili bulunmuştur. Hastalık şiddetinden bütün fenolojik dönemler dikkate alındığında en fazla etkilenen çeşit Bayraktar 2000 olurken, makarnalık

çeşitlerden ise çiçeklenme başlangıcı döneminde Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri, sararma döneminde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinde daha fazla hastalık değerlendirilmiştir. Çalışma geleceğe dönük olarak farklı lokasyonlarda farklı çeşitlerle yapılarak, elde edilen sonuçların hasat öncesi verim kayıplarının erken tahmin edilebilecek olmasına ışık tutması açısından faydalar sağlayacaktır.

Ekler

Bu çalışma Metin AYDOĞDU tarafından Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalında yürütülen “Kışlık buğdayda farklı demir ve çinko uygulamalarının sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığı üzerine olan mevsimsel etkilerinin çok bantlı veriler kullanılarak belirlenmesi” isimli yüksek lisans tezinin (YÖK Tez No: 671046/Tarih: 25.05.2021) bir kısmını kapsamaktadır. Tez jürisinde bulunan sayın Prof. Dr. Hikmet GÜNAL ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurullah ACİR’e katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Çalışmaya katkılarından dolayı Dr. Nilüfer AKCİ’ye teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: Fikir/Hipotez, Materyal, Metod, Araştırma, Veri Toplama ve İşleme, Veri Analiz, Görselleştirme, Veri Yönetim, Tez Yönetimi, Yazma-Gözden Geçirme & Düzeltme, M.. AYDOĞDU; Veri İşleme, Danışmanlık, Yazma-Gözden Geçirme & Düzeltme, K. AKAN.

Etik Kurulu Kararı: Yayın etik kurulu gerektirmemektedir.

Kaynaklar

Akan, K., Mert, Z., Çetin, L., Salantur, A., Yazar, S., Dönmez, E., Özdemir, B., Yalçın, S., Özer, Y. & Wanyera, R. (2012). Bazı buğday genotiplerinin lokal sarı pas ve kara pas ırklarıyla Ug99 kara pas ırkına reaksiyonlarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21 (1) , 22-31 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/1150>

- 0/136992
- Akan, K. 2019. Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına dayanıklı makarnalık buğday hatlarının geliştirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (4); 661-670. DOI: <https://doi.org/10.30910/turkjans.633548>.
- Anonim, (2019). Ankara Yenimahalle lokasyonu iklim verileri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Ay, H. (2013). Çukurova koşullarında pas hastalıklarının bazı ekmeçlik buğday çeşitlerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 50-55. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tabad/issue/34817/385808>.
- Bouvet, L., Percival-Alwyn, L., Berry, S., Fenwick, P., Mantello, C. C., Holdgate, S., Mackay I.J. & Cockram, J. (2021). Wheat genetic loci conferring resistance to yellow rust in the face of recent epidemics of genetically diverse races of the fungus *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. 27 April 2021, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-459064/v1>]
- Chester, K. S. (1946). The nature and prevention of the cereals rusts as exemplified in the leaf rust of wheat. *Cronica Botanica*, Waltham, Mass., USA Department of Botany and Plant Pathology. Oklahoma Agricultural and Mechanical College. 269 p.
- Cromey, M. G. (1989). Occurrence and effects of stripe rust in wheat spikes in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 17(2), 155-158.
- Çat, A. (2022). Tescilli makarnalık buğday (*Triticum durum*) çeşitlerinin sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına karşı dayanıklılığının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 136-143. DOI: <https://doi.org/10.19159/tutad.1040665>.
- Delwiche, S. and Kim, M.S., (2000). Hyperspectral imaging for detection of scab in wheat. *Biological Quality and Precision Agriculture*, II (Vol. 4203, pp. 13-20.). International Society for Optics and Photonics.
- Demir, L. , Orhan, Ş. , Özseven, İ. & Canıgeniş, G. (2017). Bazı Ekmeçlik Buğday Çeşitlerinin Sakarya Koşullarında Doğal Epidemi Altında Sarı ve Kahverengi Pas Etmenlerine Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi . *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* , 26 (Özel Sayı), 131-137 . DOI: 10.21566/tarbitderg.359402.
- FAO, (2022). Statistics. Food and Agriculture Organization of The United Nations, <http://www.fao.org/statistics/databases/en/> Erişim tarihi: 25.12.2022
- Fischer, R. A. (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *The Journal of Agricultural Science*, 105(2), 447-461.
- Fowler, D. (2018). Winter Wheat Production Manual Chapter 2: Conservation and Winter Wheat Development. In book: Winter Wheat Production Manual Publisher: Ducks Unlimited Canada and Conservation Production Systems Ltd.
- Harkness, C., Semenov, M. A., Areal, F., Senapati, N., Trnka, M., Balek, J., & Bishop, J. (2020). Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 282,

- 107862.
- Hovmøller, M. S., Yahyaoui, A. H., Milus, E. A., & Justesen, A. F. (2008). Rapid global spread of two aggressive strains of a wheat rust fungus. *Molecular Ecology*, 17(17), 3818-3826.
- Huang, W., Lamb, D. W., Niu, Z., Zhang, Y., Liu, L., & Wang, J. (2007). Identification of yellow rust in wheat using in-situ spectral reflectance measurements and airborne hyperspectral imaging. *Precision Agriculture*, 8, 187-197.
- Kolmer, J. A. 2005. Tracking wheat rust on a continental scale. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(4), 441-449.
- Large, E. C. (1954). Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, 3, 128-129. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>.
- Peterson, R.F. Campbell, A.B. and Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*. 26 (Section C),496-500.
- Roelfs, A. P. (1978). Estimated losses caused by rust in small grain cereals in the United States, 1918-76 (No. 1363). US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Roelfs, A. P., Singh, R. P., and Saari. E.E., 1992. Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 pages
- Samborski, D. J. (1985). Wheat leaf rust. In A. P. Roelfs & W. R. Bushnell (Eds.), *The cereal rusts*, Vol. 2, Diseases, Distribution, Epidemiology, Control (pp. 39–55). Orlando, FL, USA: Academic Press.
- Schwessinger, B. (2017). Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century, *New Phytologist* 213 (4) 1625–1631, DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.14159>.
- Solh, M., Burak, M., Nazari, K., Keser. M., Karaman, Y., Baum, M., & Mert, Z. (2013). Stripe rust and the Turkey-ICARDA Regional Cereal Rust Research Center at Izmir, Turkey. Izmir: BGRI; <https://globalrust.org/sites/default/files/2013-BGRI-session-3-1-Solh.pdf>.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). Erişim adresi: www.tuik.gov.tr
- Wellings, C. R., Wright, D. G., Keiper, F., & Loughman, R. (2003). First detection of wheat stripe rust in Western Australia: evidence for a foreign incursion. *Australasian Plant Pathology*, 32, 321-322.

Taze ve kurutulmuş bazı trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) çeşitlerinin biyokimyasal içerikleri

Biochemical contents of some fresh and dried persimmon cultivars (*Diospyros kaki* L.)

Cuma Nur KILIÇ¹ , Adnan Nurhan YILDIRIM^{2*} , Civan ÇELİK³ 

^{1,2}Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

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

¹<https://orcid.org/0000-0003-0891-5400>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2526-040X>; ³<https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>

To cite this article:

Kılıç, C.N., Yıldırım, A.N. & Çelik, C. (2023). Taze ve kurutulmuş bazı trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) çeşitlerinin biyokimyasal içerikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 207-216

DOI: 10.29050/harranziraat.1270436

*Address for Correspondence:
Adnan Nurhan YILDIRIM

e-mail:
adnanyildirim@isparta.edu.tr

Received Date:

24.03.2023

Accepted Date:

28.05.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Öz

Çalışmada endüstriyel kurutma tekniği ile 4 farklı trabzon hurması çeşidine ait taze ve kurutulmuş meyvelerin biyokimyasal içeriklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Bu amaçla, trabzon hurması meyveleri 65°C kurutma havası ile bağıl nem %10 ve ürün nihai nem değeri olarak %10 nem içeriği olacak şekilde kurutulmuştur. Daha sonra taze ve kurutulmuş meyvelerde biyokimyasal analizler yürütülmüştür. Trabzon hurması meyvelerinde kurutma işlemi sonrası, toplam flavonoid içeriğinde artış gözlenirken, toplam fenolik madde, toplam antioksidan kapasite, çözünebilir tanen içeriği ve fenolik bileşenlerde azalmanın olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla tüketicilerin bu hususu göz önünde bulundurmaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan kapasite, Fenolik bileşen, Flavonoid içerik, Toplam fenolik madde

ABSTRACT

In the study, changes in the biochemical contents of fresh and dried fruits of 4 different persimmons cultivars were investigated with an industrial drying technique. For this purpose, persimmon fruits were dried with 65 °C drying air with a relative humidity of 10% and a final moisture content of 10% of the product. Then, biochemical analyzes were carried out in fresh and dried fruits. After drying, an increase was observed in the total flavonoid content of persimmon fruits, while a decrease was observed in total phenolic substance, total antioxidant capacity, soluble tannin content and phenolic components. Therefore, it is recommended that consumers take this into consideration.

Key Words: Antioxidant capacity, Phenolic compounds, Flavonoid content, Total phenolic content

Giriş

Trabzon hurması, yüksek oranda biyoaktivite sunan ve birçok makro ve mikro element içeren bir meyve türüdür. Bu maddeleri farklı araştırmacılar karbonhidratlar, organik asitler, fenolik bileşikler, antioksidanlar, karotenoidler ve tanenler şeklinde sınıflandırmışlardır (Veberic ve ark., 2010; Hernandez-Carrión ve ark., 2014; Sentandreu ve

ark., 2015; Yaqub ve ark., 2016; Persic ve ark., 2019). Ayrıca meyvelerinde flavonoid, tanenler, fenoller, C vitamini ve kafein bulunmaktadır (Matsuo ve Ito, 1978; Jo ve ark., 2003). Özellikle yapraklarında bulunan kateşin, kaemferol ve kuersetin gibi flavonoid bileşiklerin güçlü antioksidan aktiviteye sahip oldukları bilinmektedir (Morel ve ark., 1993; Birt ve ark., 2001; Demir ve Başayığıt, 2022).

Trabzon hurması, tadı, lifli yapısı, içerdiği vitaminler ve fenolik maddeler nedeniyle birçok ülkede sıklıkla tüketilen klimakterik meyve türlerinden biridir (Kluge ve Tessmer, 2018; Milczarek ve ark., 2018). Klimakterik olarak adlandırılan meyve türlerinin uzun süreli depolanması mümkün değildir. Bu tür meyve ve sebzelerin bozulmadan ve kalitesini koruyarak uzun süre saklanabilmeleri için uygulanan yöntemlerden birisi olan kurutma, en eski ve uygulama alanı en geniş olan yöntemdir. Bu yöntem meyve ve sebzelerin soğutularak, dondurularak, kimyasal maddelerle işlemlerden geçirilerek, oksijensiz ortamda depolanarak, ultraviyole ve radyoaktif ışınlardan yararlanmak suretiyle uzun süre saklanmasını mümkün kılmaktadır (Yağcıoğlu 1996; Mutlu ve Ergüneş, 2008). Kurutulmuş ürünler, ısıtılmış hava ile uzun süreli temastan dolayı besin ve duyu kalite kaybına uğrayabilmektedir (de Mendonça ve ark., 2017). Bu istenmeyen değişiklikleri azaltmak için ozmotik dehidrasyon (OD) gibi ön işlemler kullanılmaktadır (Correa ve ark., 2011; Prosapio ve Norton, 2017). Trabzon hurmasında kurutma işlemi sadece uzun süreli muhafazayı değil aynı zamanda bazı çeşitlerde çözünür tanen içeriğinde azalmayı da sağlamaktadır. Böylece, meyvelerdeki buruk tat engellenmektedir (Khademi ve ark., 2019). Nitekim Akyıldız ve ark. (2004), buruk olmayan tat ve parlak rengin, kurutulmuş hurmalarda tercih nedenlerinden biri olduğunu bildirmişlerdir.

Kurutma işlemi sırasında, geçici ısı ve kararsız nem transferi aynı anda meydana gelmektedir. Böylece meyvelerde kurutma işlemi sırasında nem ve mikrobiyolojik aktivite önemli ölçüde düşmekte ve depolama sırasında fizikokimyasal değişiklikler en aza inmektedir (Oztop ve Akpınar, 2008). Meyvelerin kurutulmasında kullanılan geleneksel bir yöntem olarak, güneşte kurutma tekniği ekonomik olmasına rağmen etkinliği tamamen iklim koşullarına bağlıdır. Ayrıca bu teknik ürünün homojenliği ve kalitesi üzerinde istenmeyen etkilere neden olabilmektedir. Buna ek olarak, ürünlerin patojen veya tozla kontamine olma riskini arttırmaktadır (Carcel ve ark., 2007). Bu

olumsuz nedenlerden dolayı günümüzde güneş veya konvektif kurutucular gibi endüstriyel kurutucular da meyvelerin kurutulması için yaygın olarak kullanılmaktadır (Oztop ve Akpınar, 2008). Bölek ve Obuz (2014) trabzon hurmasında (*Diospyros kaki* 'Fuyu') üç farklı sıcaklıkta (6 saat 50°C'de, 4 saat 65°C'de, 3 saat 80°C) dilimlenmiş meyveleri kurutmuşlar ve çalışma sonucunda en uygun kurutma sıcaklığının 65°C'de olduğunu bildirmişlerdir. Yine Jia ve ark. (2019) üç farklı kurutma tekniğinin (sıcak hava, sıcak hava-mikrodalga kombinasyonu ve vakumlu dondurarak kurutma yöntemleri) hurma cipsi özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Sonuçta sıcak hava-mikrodalga kurutma tekniğinin, düşük işletme maliyetlerinin yanı sıra yüksek kalite ve besin değerlerine sahip hurma cipslerinin işlenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yürütülen bazı çalışmalarda araştırmacılar, sıcak hava-mikrodalga kombinasyonunun meyve rengi, tadı ve biyokimyasal içeriklerin korunması yönünden daha uygun olduğunu bildirmişlerdir (Maskan, 2000; Horuz ve Maskan, 2013; Kone ve ark., 2013).

Dünyada birçok ülkede trabzon hurması yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir. Ancak ülkemiz değerlendirildiğinde özellikle Ege Bölgesinde trabzon hurması üretiminin önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Denizli ilinin 2012-2021 yılları arasında trabzon hurması yetiştiriciliği için tesis edilen bahçe sayısının %66 oranında arttığı saptanmıştır. Yine 2022 yılı verileri incelendiğinde, ülkemizde 97.560 ton trabzon hurması üretildiği ve Denizli ilinin üretimde dördüncü sırada (5.766 ton) yer aldığı dikkati çekmiştir (TÜİK, 2022). Dolayısıyla çalışmada, Denizli bölgesinde üretimi her geçen yıl artan ve ekonomik önemi olan 4 farklı trabzon hurması ('Fuyu', 'Hachiya', 'Hana Fuyu' ve 'Rojo Brillante') çeşidine ait taze ve endüstriyel kurutma tekniği (65 °C kurutma havası ile bağıl nemi %10 ve ürün nihai nem değeri olarak %10 nem içeriği olacak şekilde) ile kurutulmuş meyvelerin biyokimyasal içeriklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bitkisel materyal

Çalışmada Denizli ilindeki üretici bahçesinde yer alan *D. lotus* anacı üzerine aşılı, 5 yaşlı 'Fuyu', 'Hachiya', 'Hana Fuyu' ve 'Rojo Brillante' çeşitleri kullanılmıştır. Fuyu; meyveleri buruk olmayan, orta iri-iri, basık yuvarlak şekilli, köşeli, meyve et rengi kararlı ve turuncu renklidir (Kitagawa ve Glucina, 1984; Onur, 1990; Tuzcu ve Yıldırım, 2000). Hachiya; ağaçları yarı dik ve yayvan gelişim gösteren meyveleri iri ve yeme kalitesi iyi olan meyve kabuk rengi kırmızımsı turuncu olan bir çeşittir (Çelik ve Ercişli, 2008). Hana Fuyu; meyveleri iri, basık yuvarlak şekilli ve köşelidir. Meyve kabuğu sert ve oldukça parlak, turuncu - kırmızı renkli ve buruk olmayan bir çeşittir (Kitagawa ve Glucina, 1984; Miller ve Crocker, 1992). Rojo Brillante; meyvesi iri ve uzunumsu olan bu çeşit buruk bir tada sahiptir. Meyve eti sert olmakla beraber, lezzetli bir aromaya sahiptir (Plaza ve ark., 2012).

Metod

Analizler Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri bölümü laboratuvarları ile Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Meyvelerin kurumaya alınması

Çalışmada kullanılan 4 farklı çeşit trabzon hurması Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü temel işlemler laboratuvarında bulunan kabin tipi kurutucuda endüstriyel kurutma işlemine tabi tutularak kurutulmuştur. Endüstriyel kurutma işleminin kontrol edilebilen parametrelerine yönelik aralıkların belirlenmesinde literatür verilerinden yararlanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Tülek ve Demiray (2014) tarafından belirtilen kurutma tekniği kullanılmıştır. Meyveler 65 °C kurutma havası ile bağıl nemi %10 ve ürün nihai nem değeri olarak %10 nem içeriği olacak şekilde kurutulmuştur. Her bir çeşit için kurutmada aynı

miktarda ürün tartılmış (1400 g) ve kurutmalar 3 tekerrür her tekerrürde 10'ar meyve olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kurutmalar tamamlandıktan sonra ürünler nem bariyerine sahip polietilen (PE) torbalarda vakum altında paketlenmiştir.

Taze ve kuru meyvelerde tanen miktarı

Meyvelerin tanen içerikleri Taira (1996) tarafından belirtilen Folin-Denis metoduna göre spektrofotometrede belirlenmiştir. Sonuçlar g gallik asit (GAE) 100 g⁻¹ şeklinde ifade edilmiştir.

Taze ve kuru meyvelerde toplam fenolik içeriği

Toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesinde Singleton ve Rossi (1965)'nin belirlediği Folin- Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Renk gelişiminden sonra örneklerin absorbans değerleri 760 nm dalga boyunda okutulmuştur. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE) g⁻¹ şeklinde ifade edilmiştir.

Taze ve kuru meyvelerde toplam flavonoid içeriği

Toplam flavonoid içeriği Kim ve ark. (2003) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. Renk gelişiminden sonra örneklerin absorbans değerleri 517 nm dalga boyunda okutulmuştur. Sonuçlar mg kateşin eşdeğeri (CE) g⁻¹ şeklinde ifade edilmiştir.

Taze ve kuru meyvelerde toplam antioksidan kapasitesi

Toplam antioksidan kapasitesi Kumaran ve Karunakaran (2006) tarafından belirtilen DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) yöntemine göre yürütülmüştür. Reaksiyon sonucunda örneklerin absorbans değerleri 517 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmüştür.

Taze ve kuru meyvelerde fenolik bileşenlerin belirlenmesi

Meyvelerin fenolik bileşenleri Artık ve ark. (1999)'nin belirttiği yöntemle HPLC aracılığıyla belirlenmiştir. Bu amaçla meyvelerde gallik asit, klorogenik asit, cafeic asit, p-cumaric asit, ferulik asit, kuersetin, kateşin, epikateşin, kamferol, naringin ve sinamik asit bileşenleri incelenmiştir.

İstatistik analizler

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrür ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen veriler iki faktörlü (Çeşitler ve Taze*kurutulmuş meyve) olacak şekilde veriler MİNİTAB paket programı kullanılarak analiz edilmiş olup, önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine ($p \leq 0.05$) göre belirlenmiş ve farklı harfler ile gösterilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırmada trabzon hurması çeşitlerine ait taze ve kurutulmuş meyvelerin biyokimyasal içerikleri incelenmiş ve uygulamalar (taze*kurutulmuş meyveler) ve tüm özellikler dikkate alındığında çeşitler arasında interaksiyon tespit edilmemiştir. Taze ve kurutulmuş trabzon hurması meyvelerinin toplam flavonoid ve toplam fenolik madde içeriği Çizelge 1'de sunulmuştur. Buna göre flavonoid madde bakımından 'Hachiya*Kurutulmuş meyve', 'Hana Fuyu*Kurutulmuş meyve' ve 'Fuyu*Kurutulmuş meyve' örnekleri aynı istatistik grupta yer almışken 'Rojo Brillante*Kurutulmuş meyve', 'Hana Fuyu*Taze meyve' ve 'Fuyu*Taze meyve' örnekleri farklı gruplarda yer almıştır. 'Hachiya', 'Hana Fuyu' ve 'Fuyu' çeşitlerinde kurutulmuş meyvelerde toplam flavonoid içeriğinin taze meyvelere göre daha yüksek (sırasıyla, 7.32, 7.61, 7.15 mg CE g⁻¹) ancak 'Rojo Brillante' çeşidinde ise daha düşük (4.63 mg CE g⁻¹) olduğu saptanmıştır. Bu durumun çeşit özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Toplam fenolik madde içeriği bakımından değerlendirildiğinde 'Rojo Brillante*Taze meyve' ve 'Hana Fuyu*Taze meyve' örneklerinin istatistik

olarak aynı grupta yer aldıkları ve en yüksek fenolik madde içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir (sırasıyla, 30.96 ve 29.13 mg GAE g⁻¹). 'Rojo Brillante*Kurutulmuş meyve', 'Hana Fuyu*Kurutulmuş meyve' ve 'Fuyu*Kurutulmuş meyve' örneklerinin ise en düşük toplam fenolik madde içeriğine sahip oldukları ve aynı istatistik grupta yer aldıkları saptanmıştır (sırasıyla, 12.46, 13.67 ve 17.31 mg GAE g⁻¹). Akyıldız ve ark. (2004) 60°C'de kurutmaya tabi tuttıkları trabzon hurması meyvelerinin toplam fenolik madde içeriğinde %79 oranında azalmanın olduğunu saptamışlardır. Karaman ve ark. (2014) düşük sıcaklıkta kurutma aşamasında ve kurutulduktan sonra trabzon hurması meyvelerinde organik asitlerde değişimlerin olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar en yüksek fenolik bileşen ve şeker (glukoz ve fruktoz) içeriğinin tam olgun zamanında olduğunu kurutma sonrası fenolik bileşenlerin azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda çalışmalarında toplam fenolik madde ve tanen içeriklerinin de olgunlaşmaya bağlı olarak azaldığını ve en düşük fenolik madde içeriğinin kurutma sonrası elde edildiğini saptamışlardır. Karhan ve ark. (2003) taze trabzon hurması meyvelerinin, tam olgunlaşmış meyvelerden daha yüksek toplam fenolik madde içerdiğini bildirmişlerdir. Zhao ve ark. (2021), farklı kurutma koşulları altında trabzon hurması meyvelerinde fenolik bileşen, toplam fenolik madde ve flavonoid içeriğinde düşüşlerin meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da kurutma öncesi yapılan fenolik bileşen analizinde meyvelerin yüksek oranda biyoaktif bileşen içerdiği ancak kurutma sonrası fenolik bileşenlerde azalmaların gerçekleştiği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Taze ve kurutulmuş meyvelerin toplam flavonoid madde ve toplam fenolik madde içerikleri
 Table 1. Total flavonoid and total phenolic contents of fresh and dried fruits

Çeşitler Cultivars	Toplam flavonoid madde (mg CE g ⁻¹) Total flavonoid content (mg CE g ⁻¹)		Toplam fenolik madde (mg GAE g ⁻¹) Total phenolic content (mg GAE g ⁻¹)	
	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit
Hachiya	4,57±0,05 Bb ^{x,y,z}	7.32±0.45 Aa	26,90±5,07 Aab	18.12±2.88 Ba
Rojo Brillante	5.59±1.09 ab	4.63±0.24 b	30.96±0.69 Aa	12.46±4.19 Bc
Hana Fuyu	1.89±0.42 Bc	7.61±0.24 Aa	29.13±4.51 Aa	13.67±3.33 Bc
Fuyu	1.61±0.35 Bc	7.15±1.50 Aa	21.96±2.50 Ac	17.31±0.72 Bb

X: Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p ≤0.05 düzeyinde önemlidir.

Y: Büyük harfler Taze*Kurutulmuş meyve arasındaki farkı göstermektedir.

Z: Küçük harfler çeşitler arasındaki farkı göstermektedir.

Araştırmada taze ve kurutulmuş trabzon hurması meyvelerinin çözünebilir tanen içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi Çizelge 2’de sunulmuştur. Buna göre çeşitler arasında taze meyvelerde en yüksek çözünebilir tanen içeriğinin ‘Hachiya’ çeşidinde olduğu (0.60 g GAE 100g⁻¹) tespit edilmiştir. Diğer çeşitlerin ise aynı istatistik grupta yer aldıkları ve aralarındaki istatistik olarak farkın önemli olmadığı (p ≤0.05) belirlenmiştir. Kurutulmuş meyveler çeşitler bazında değerlendirildiğinde yine en yüksek çözünebilir tanen içeriğinin ‘Hachiya’ çeşidinde olduğu saptanmıştır. Kurutma sonrası tüm çeşitlerde çözünebilir tanen içeriğinde azalmaların olduğu ve çeşit özelinde yapılan istatistiksel analiz sonucunda bu azalmanın önemli olduğu saptanmıştır (p ≤0.05). Ayrıca ‘Hachiya’ çeşidinde en yüksek çözünebilir tanen içeriği belirlenmesine karşın, yine en yüksek düşüş (%31) bu çeşitte gerçekleşmiştir. Trabzon hurmalarında bulunan ve buruk tada neden olan tanenler, suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere iki ana gruptan oluşmaktadır. Suda çözünür tanenler, hurmaların buruk tadı ve enzimatik esmerleşmesi ile ilişkilendirilmiştir (Chung ve ark., 2017). Zhao ve ark. (2021) kurutma sıcaklığı arttıkça çözünür tanen içeriğinde azalmaların olduğunu aksine çözünmeyen tanen içeriğinin ise kurutma sıcaklığının artmasıyla önemli ölçüde arttığı bildirmişlerdir. Bu durumu, çözünür tanenin, kurutma işlemi sırasında çözünmeyen tanene dönüştürülebileceği şeklinde açıklamışlardır. Nitekim Gonzalez ve ark. (2022) 40 ve 60°C’de kuruttıkları farklı trabzon hurması meyvelerinin tanen içeriklerinde azalmanın olduğunu tespit etmişlerdir. Homnava ve ark. (1991), meyve gelişiminin ilk döneminde çözünür tanenlerde önemli bir artış olduğunu ve 45°C’de

optimal enzim aktivite gösterdiğini ancak sıcaklık arttıkça, enzim aktivitesinde düşüş meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, tanen miktarındaki düşüşün şeker ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Çünkü kristal haldeki şeker ısı işlem ile birlikte açığa çıkmakta, dolayısıyla meyve tatlanmaktadır. Çalışmamızda da kurutma işlemi sonrası meyvelerin tanen içeriklerinde araştırmacıların sonuçlarına paralel olarak azalmaların olduğu saptanmıştır. Nitekim Gonzalez ve ark. (2021) ısı işlem sonrası çözünebilir formdaki tanenin çözünemez duruma dönüştüğü ve bu nedenle tanen miktarının azaldığı şeklinde açıklamışlardır. Çalışmada antioksidan kapasite açısından taze ve kurutulmuş meyvelerin antioksidan kapasitelerinde çeşitler bazında farklılıkların olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli (p ≤0.05) olduğu belirlenmiştir. Çeşitler bazında değerlendirildiğinde en yüksek antioksidan kapasitenin ‘Fuyu’ çeşidinde (11.51 mg TEAC g⁻¹) en düşük antioksidan kapasitenin ise ‘Hachiya’ çeşidinde (5.32 mg TEAC g⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Kurutulmuş meyvelerde ise en yüksek antioksidan kapasitenin ‘Hana Fuyu’ (4.21 mg TEAC g⁻¹) en düşük antioksidan kapasitenin ise ‘Hachiya’ çeşidinde (1.79 mg TEAC g⁻¹) olduğu saptanmıştır. ‘Fuyu’ çeşidinin kurutma işlemi sonrası yaklaşık olarak %73 oranında antioksidan kapasitesinde azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Park ve ark. (2006), trabzon hurması meyvelerini güneşte (1 ay süreyle) ve 60°C’de (12 saat süreyle) kurutmuşlar ve bu işlemlerin meyvelerin besin, mineral ve toplam fenolik madde içerikleri ile antioksidan aktiviteleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Taze hurmaların polifenol ile antioksidan içeriklerinin kuru meyvelere göre daha yüksek bulunmasına rağmen kuru hurmaların da

antioksidan içeriğinin yadsınamayacak düzeyde olduklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Milczarek ve ark. (2020) kurutma sonrası

meyvelerdeki antioksidan içeriklerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Taze ve kurutulmuş meyvelerin çözünebilir tanen içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi

Table 2. Soluble tannin content and total antioxidant capacity of fresh and dried fruits

Çeşitler Cultivars	Çözünebilir tanen içeriği (g GAE 100g ⁻¹) Soluble tannin content (g GAE 100g ⁻¹)		Toplam antioksidan kapasite (mg TEAC g ⁻¹) Total antioxidant capacity (mg TEAC g ⁻¹)	
	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit
Hachiya	0.60±0.01 Aa ^{x,y,z}	0.41±0.01 Ba	5.32±1.68 Ac	1.79±0.44 Bb
Rojo Brillante	0.48±0.04 Ab	0.32±0.03 Bab	6.86±0.19 Abc	2.52±0.41 Bb
Hana Fuyu	0.45±0.02 Ab	0.28±0.02 Bb	8.72±2.49 Ab	4.21±1.11 Ba
Fuyu	0.41±0.05 Ab	0.25±0.05 Bb	11.51±3.64 Aa	3.12±0.21 Bab

X: Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p ≤0.05 düzeyinde önemlidir.

Y: Büyük harfler Taze*Kurutulmuş meyve arasındaki farkı göstermektedir.

Z: Küçük harfler çeşitler arasındaki farkı göstermektedir.

Taze ve kurutulmuş trabzon hurması meyvelerinde gerçekleştirilen fenolik bileşen analizi sonucunda, meyvelerin fenolik bileşenlerinin kurutma sonrası azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Çeşitler bazında değerlendirildiğinde taze meyvelerde en yüksek gallik, klorogenik ve kafeik asit miktarı 'Rojo Brillante' çeşidinde (sırasıyla, 245, 11.20 ve 4.10 µg g⁻¹), en düşük gallik asit miktarı 'Fuyu' (49.60 µg g⁻¹) çeşidinde, en düşük klorogenik asit miktarı 'Hachiya' (4.30 µg g⁻¹) çeşidinde ve en düşük kafeik asit miktarı ise 'Hana Fuyu' (1.50 µg g⁻¹) çeşidinde belirlenmiştir. Taze*kurutulmuş meyve örneklerinde gallik asit miktarında en fazla düşüş yaklaşık %85 oranla 'Rojo Brillante' çeşidinde meydana gelmiştir. Klorogenik asit miktarında ise en fazla düşüş %81 oranla 'Fuyu' çeşidinde meydana gelmiştir. Kafeik asit miktarında ise en fazla düşüş %87.5 oranla 'Fuyu' çeşidinde meydana gelmiştir. Yine çeşitler değerlendirildiğinde; en yüksek kateşin, p-kumarik asit, sinamik asit ve kamferol miktarı 'Fuyu' çeşidinde (sırasıyla, 23.60, 1.80, 2.40 ve 8.80 µg g⁻¹) en düşük kateşin ve p-kumarik asit miktarı 'Hachiya' çeşidinde (sırasıyla, 2.10 ve 0.30 µg g⁻¹), en düşük sinamik asit ve kamferol miktarı 'Rojo Brillante' çeşidinde (sırasıyla, 1.40, 4.50 µg g⁻¹) tespit edilmiştir. Taze*kurutulmuş meyve örneklerinde kateşin, p-kumarik ve sinamik asit miktarında en fazla düşüş 'Fuyu' çeşidinde (sırasıyla, %20, %90 ve %83), kamferol miktarında ise %76 oranla 'Hachiya' çeşidinde meydana gelmiştir. Kurutma sonrası 'Rojo Brillante' çeşidinde sinamik asit tespit edilememiştir. Taze meyvelerde en yüksek epikateşin miktarı 'Hachiya'

(25.50 µg g⁻¹) çeşidinde ve en düşük epikateşin miktarı ise 'Hana Fuyu' (4.80 µg g⁻¹) çeşidinde elde edilmiştir. Taze*kurutulmuş meyve örneklerinde en fazla düşüş %96.5 oranla 'Hachiya' çeşidinde meydana gelmiş ve 'Fuyu' çeşidinde kurutma sonrası epikateşin tespit edilememiştir. Taze meyvelerde en yüksek kuersetin miktarı 'Hana Fuyu' çeşidinde (17.90 µg g⁻¹) ve en düşük kuersetin miktarı ise 'Rojo Brillante' (6.60 µg g⁻¹) çeşidinde belirlenmiştir. Kurutma sonrası 'Hachiya', 'Rojo Brillante' ve 'Hana Fuyu' çeşitlerinde kuersetin bileşeni tespit edilemezken, 'Fuyu' çeşidinde %77 oranında azalma meydana gelmiştir. Park ve ark. (2006), taze Trabzon hurması meyvelerinin kuru meyvelere göre daha yüksek fenolik bileşen içerdiğini bildirmişlerdir. Bubba ve ark. (2009), Trabzon hurması meyvelerinin olgunlaşmanın ilk periyodunda yüksek oranda fenolik, glukoz ve fruktoz bileşenlerini içerdiğini ancak sonraki periyotlarda hızlıca azaldığını saptamışlardır. Yine benzer şekilde Gorinstein vd. (1998) ve Karhan vd. (2003), taze trabzon hurması meyvelerinin, tam olgunlaşmış meyvelerden daha yüksek fenolik madde içerdiğini, olgunlaşma periyodu ilerledikçe fenolik içeriklerinde de düşüşlerin olduğunu bildirmişlerdir. Zhao ve ark. (2021), kurutulmuş trabzon hurması meyvelerinin taze meyvelerden daha düşük fenolik bileşen içerdiğini saptamışlardır. Nitekim çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulguların önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu ve kurutma sonrası fenolik bileşenlerde bozulmalar sonucu düşüşlerin meydana geldiği bir kez daha vurgulanmıştır.

Çizelge 3. Taze ve kurutulmuş meyvelerin fenolik bileşen içerikleri

Table 3. Phenolic compound analysis of fresh and dried fruits

Çeşitler Cultivars	Gallik Asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) Gallic acid ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Kateşin ($\mu\text{g g}^{-1}$) Catechin ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Klorojenik Asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) Chlorogenic acid ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Kafeik Asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) Caffeic acid ($\mu\text{g g}^{-1}$)	
	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit
Hachiya	230.6±0.12 Ab ^{x,y,z}	26.20±0.23 Bb	2.10±0.62 Ad	1.90±0.85 Bd	4.30±0.61 Ad	2.10±0.12 Bb	2.50±0.86 Ac	1.30±0.34 Bb
Rojo Brillante	245.0±0.27 Aa	36.80±0.44 Ba	4.90±0.97 Ac	3.30±0.94 Bcf	11.20±0.30 Aa	3.70±0.10 Ba	4.10±0.45 Aa	1.60±0.32 Ba
Hana Fuyu	51.60±0.37 Ac	1.20±0.74 Bc	16.00±0.93 Ab	13.80±0.71 Bb	6.40±0.22 Ac	1.80±0.56 Bc	1.50±0.43 Ad	0.30±0.74 Bc
Fuyu	49.60±0.83 Ad	1.70±0.67 Bd	23.60±0.91 Aa	18.80±0.92 Ba	10.20±0.74 Ab	1.90±0.44 Bd	4.00±0.39 Ab	0.50±0.40 Bd

X: Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Y: Büyük harfler Tazetespit edilemediKurutulmuş meyve arasındaki farkı göstermektedir.

Z: Küçük harfler çeşitler arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 3 Devamı

Table 3 Continue

Çeşitler Cultivars	Epikateşin ($\mu\text{g g}^{-1}$) Epicatechin ($\mu\text{g g}^{-1}$)		p-kumarik Asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) p-cumaric acid ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Sinamik Asit ($\mu\text{g g}^{-1}$) Cinamic acid ($\mu\text{g g}^{-1}$)		Kuersetin ($\mu\text{g g}^{-1}$) Quercetin ($\mu\text{g g}^{-1}$)	
	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit
Hachiya	25.50±0.98 Aa ^{x,y,z}	1.10±0.58 Bb	0.30±0.61 Ad	0.10±0.77 Bb	1.60±0.19 Ac	0.30±0.24 Bb	12.80±0.58 Ac	tespit edilemedi
Rojo Brillante	18.80±0.90 Ab	2.30±0.81 Ba	1.40±0.87 Ab	0.30±0.34 Ba	1.40±0.28 Ad	tespit edilemedi	6.60±0.81 Ad	tespit edilemedi
Hana Fuyu	4.80±0.55 Ad	1.40±0.92 Bc	0.80±0.88 Ac	0.10±0.66 Bb	1.70±0.97 Ab	0.40±0.49 Ba	17.90±0.71 Aa	tespit edilemedi
Fuyu	10.90±0.76 c	tespit edilemedi	1.80±0.57 Aa	0.10±0.46 Bb	2.40±0.33 Aa	0.40±0.86 Ba	13.70±0.94 Ab	3.10±0.45 B

X: Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Y: Büyük harfler Tazetespit edilemediKurutulmuş meyve arasındaki farkı göstermektedir.

Z: Küçük harfler çeşitler arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 3 Devamı

Table 3 Continue

Çeşitler Cultivars	Kamferol ($\mu\text{g g}^{-1}$) Kaempferol ($\mu\text{g g}^{-1}$)	
	Taze meyve Fresh fruit	Kurutulmuş meyve Dried fruit
Hachiya	7.50±0.78 Ab ^{x,y,z}	1.80±0.89 B
Rojo Brillante	4.50±0.87 Ac	tespit edilemedi
Hana Fuyu	8.80±0.59 Aa	tespit edilemedi
Fuyu	8.80±0.33 Aa	tespit edilemedi

X: Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Y: Büyük harfler Tazetespit edilemediKurutulmuş meyve arasındaki farkı göstermektedir.

Z: Küçük harfler çeşitler arasındaki farkı göstermektedir.

Sonuç

Çalışmada, dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği hızla artmakta olan Trabzon hurması meyvelerinde taze ve kurutma sonrası meydana gelen biyokimyasal değişimler araştırılmıştır. Bölgede yapılan arazi çalışmalarında 'Fuyu', 'Hachiya', 'Hana Fuyu' ve 'Rojo Brillante' çeşitlerinin en çok talep edilen çeşitler olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde Trabzon hurması ile ilgili yapılan önceki çalışmalar da incelendiğinde söz konusu bölge adına verilerin yetersiz olduğu ve konu ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyacın olduğu dikkati çekmiştir. Çalışmada endüstriyel kurutma tekniği ile 4 farklı Trabzon hurması ('Fuyu', 'Hachiya', 'Hana Fuyu' ve 'Rojo Brillante') çeşidine ait taze ve kurutulmuş meyvelerin biyokimyasal içeriklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Raf ömrünün kısa olması nedeniyle son yıllarda kurutulmuş piyasa sürülen Trabzon hurmasında, kurutulduktan sonra meydana gelen biyokimyasal değişiklikler her zaman merak konusu olmuştur. Çalışmada taze Trabzon hurması meyvelerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid, toplam antioksidan ve fenolik içerik bakımından kurutulmuş meyvelere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak iklimatik özelliğe sahip bu meyvenin uzun süre saklanması mümkün olmadığı için her mevsim tüketilebilmesi adına kurutulması gerekmektedir. Araştırma sonuçları dikkate alındığında Trabzon hurması çeşitlerinin taze tüketiminin biyokimyasal içerikleri bakımından tüketiciler açısından kurutulmuş olanlarına göre daha uygun olacağı söylenebilir. Dolayısıyla tüketicilerin bu hususu göz önünde bulundurmaları önerilmektedir. Ayrıca; konu ile ilgili önceki çalışmalar incelendiğinde Türkiye'de farklı kurutma teknikleri sonrası Trabzon hurmalarında meydana gelen biyokimyasal değişimlere yönelik çalışmaların yetersiz olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın, ileride konu ile ilgili yapılacak çeşitli çalışmalar için birer kaynak olacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederiz.

Yazar Katkı Oranları: Denemenin tasarlanması ve yürütülmesi Cuma Nur KILIÇ, Adnan Nurhan YILDIRIM ve Civan ÇELİK, laboratuvar çalışmaları Cuma Nur KILIÇ ve Civan ÇELİK tarafından yapılmış olup makale yazma aşamasında tüm yazarların katkısı olmuştur.

Ekler

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2021-YL1-0141 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

*Bu makale yüksek lisans (Cuma Nur KILIÇ) tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akyıldız, A., Aksay, S., Benli, H., Kiroğlu, F., & Fenercioğlu, H. (2004). Determination of changes in some characteristics of persimmon during dehydration at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 65(1), 95-99.
- Artık, N., Murakami, H., & Tomohiko, M. (1998). Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC. *Fruit Process*, 12, 492-499.
- Birt, D. F., Hendrich, S., & Wang, W. (2001). Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, 90(2-3), 157-177.
- Bölek, S., & Obuz, E. (2014). Quality characteristics of Trabzon persimmon dried at several temperatures and pretreated by different methods. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(2), 242-249.
- Carcel, J. A., Garcia-Perez, J. V., Riera, E., & Mulet, A. (2007). Influence of high-intensity ultrasound on drying kinetics of persimmon. *Drying Technology*, 25(1), 185-193.
- Chung, H. S., Kim, D. H., Kim, H. S., Lee, Y. G., Seong, J. H., Youn, K. S., & Moon, K. D. (2017). Quality comparison of dried slices processed from whole persimmons treated with different destringency methods. *Food Science and Biotechnology*, 26(2), 401-407.
- Correa, J. L. G., Dev, S. R. S., Garipey, Y., & Raghavan, G. S. V. (2011). Drying of pineapple by microwave-vacuum with osmotic pretreatment. *Drying Technology*, 29(13), 1556-1561.
- Çelik, A., & Ercisli, S. (2008). Persimmon cv. Hachiya (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit: some physical, chemical and nutritional properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8), 599-606.
- de Mendonça, K. S., Correa, J. L., de Jesus Junqueira, J. R.,

- Cirillo, M. A., Figueira, F. V., & Carvalho, E. E. N. (2017). Influences of convective and vacuum drying on the quality attributes of osmo-dried pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) slices. *Food Chemistry*, 224, 212-218.
- Del Bubba, M., Giordani, E., Pippucci, L., Cincinelli, A., Checchini, L., & Galvan, P. (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(7-8), 668-677.
- Demir, S., Başayığit, L. (2022). Classification of some biochemical properties with J48 classification tree algorithms in hyperspectral data. *Veri Bilimi*, 5, 20-28.
- Gonzalez, C. M., Llorca, E., Quiles, A., Hernando, I., & Moraga, G. (2022). An in vitro digestion study of tannins and antioxidant activity affected by drying "Rojo Brillante" persimmon. *LWT Food Science and Technology*, 155, 1-8.
- Gonzalez, C. M., Hernando, I., & Moraga, G. (2021). Influence of ripening stage and de-astringency treatment on the production of dehydrated persimmon snacks. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(2), 603-612.
- Gorinstein, S., Kulasek, G. W., Bartnikowska, E., Leontowicz, M., Zemser, M., Morawiec, M., & Trakhtenberg, S. (1998). The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 9(4), 223-227.
- Hernandez-Carrion, M., Vazquez-Gutierrez, J.L., Hernando, I., & Quiles, A. (2014). Impact of high hydrostatic pressure and pasteurization on the structure and the extractability of bioactive compounds of persimmon "Rojo Brillante". *Journal of Food Science*, 79(1), 32-38.
- Homnava, A., Payne, J., Koehler, P., & Eitenmiller, R. (1991). Characterization of changes during ripening of oriental persimmon. *Journal of Food Quality*, 14(5), 425-434.
- Horuz, E., & Maskan, M. (2013). Hot air and microwave drying of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 285-293.
- Jia, Y., Khalifa, I., Hu, L., Zhu, W., Li, J., Li, K., & Li, C. (2019). Influence of three different drying techniques on persimmon chips' characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques. *Food and Bioprocess Processing*, 118, 67-76.
- Jo, C., Son, J. H., Shin, M. G., & Byun, M. W. (2003). Irradiation effects on color and functional properties of persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf extract and licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) root extract during storage. *Radiation Physics and Chemistry*, 67(2), 143-148.
- Karaman, S., Toker, O. S., Çam, M., Hayta, M., Doğan, M., & Kayacier, A. (2014). Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods. *Drying Technology*, 32(3), 258-267.
- Karhan, M., Artık, N., & Özdemir, F. (2003). Changes of major phenolic compounds, major carotenoids and L-ascorbic acid composition determined by HPLC in persimmon (*Diospyros kaki* L.) during ripening. *Gıda*, 28(4), 349-353.
- Khademi, O., Farrokhzad Y., & Khangholi, S. (2019). Impact of different pre-treatments and drying methods on quality and antioxidant properties of dried persimmon (*Diospyros kaki* L.) slices. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 6 (2): 137-150.
- Kim, D. O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81(3), 321-326.
- Kitagawa, H. (1984). Persimmon Culture in New Zealand. Science Information Publishing Centre. DSIR Information Series 159, Wellington, New Zealand.
- Kluge, R. A., & Tessmer, M.A. (2018). Caqui-*Diospyros kaki*. In Exotic Fruits (pp. 113-119). Academic Press.
- Kone, K. Y., Druon, C., Gnimpieba, E. Z., Delmotte, M., Duquenoy, A., & Laguerre, J. C. (2013). Power density control in microwave assisted air drying to improve quality of food. *Journal of Food Engineering*, 119(4), 750-757.
- Kumaran, A., & Joel Karunakaran, R. (2006). Antioxidant activities of the methanol extract of *Cardiospermum halicacabum*. *Pharmaceutical Biology*, 44(2), 146-151.
- Maskan, M. (2000). Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*, 44(2), 71-78.
- Matsuo, T., & Ito, S. (1978). The chemical structure of kakinin from immature fruit of the persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Agricultural and Biological Chemistry*, 42(9), 1637-1643.
- Milczarek, R. R., Vilches, A. M., Olsen, C. W., Breksa, A. P., Mackey, B. E., & Brandl, M. T. (2020). Physical, microbial, and chemical quality of hot-air-dried persimmon (*Diospyros kaki*) chips during storage. *Journal of Food Quality*, 2020, 1-15.
- Milczarek, R. R., Woods, R. D., LaFond, S. I., Breksa, A. P., Preece, J. E., Smith, J. L., & Vilches, A. M. (2018). Synthesis of descriptive sensory attributes and hedonic rankings of dried persimmon (*Diospyros kaki* sp.). *Food Science & Nutrition*, 6(1), 124-136.
- Miller, E.P., & Crocker, T.E. (1992). *Oriental Persimmon in Florida*. Florida Cooperative Extension Service, University Florida, Gainesville, FL Special Publication.
- Morel, I., Lescoat, G., Cogrel, P., Sergent, O., Padeloup, N., Brissot, P., & Cillard, J. (1993). Antioxidant and iron-chelating activities of the flavonoids catechin, quercetin and diosmetin on iron-loaded rat hepatocyte cultures. *Biochemical Pharmacology*, 45(1), 13-19.
- Mutlu, A., & Ergüneş, G. (2008). Tokat'ta güneş enerjili rafli kurutucu ile domates kurutma koşullarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1, 61-68.
- Onur, C. (1990). Trabzon hurması. *Derim (Özel Sayısı)*, 7(1), 4-47.
- Oztop, H. F., & Akpınar, E. K. (2008). Numerical and experimental analysis of moisture transfer for convective drying of some products. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 35(2), 169-177.
- Park, Y. S., Jung, S. T., Kang, S. G., Delgado-Licon, E., Ayala, A. L. M., Tapia, M. S., Belloso, O. M., Traghtenberg, S., & Gorinstein, S. (2006). Drying of persimmons

- (*Diospyros kaki* L.) and the following changes in the studied bioactive compounds and the total radical scavenging activities. *LWT Food Science and Technology*, 39(7), 748-755.
- Persic, M., Jakopic, J., & Hudina, M. (2019). The effect of post-harvest technologies on selected metabolites in persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 854-860.
- Plaza, L., Colina, C., de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., & Cano, M. P. (2012). Influence of ripening and astringency on carotenoid content of high-pressure treated persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 130(3), 591-597.
- Prosapio, V., & Norton, I. (2017). Influence of osmotic dehydration pre-treatment on oven drying and freeze drying performance. *LWT Food Science and Technology*, 80, 401-408.
- Sentandreu, E., Cerdan-Calero, M., & Navarro, J. L. (2015). Metabolite profiling of pigments from asit-hydrolysed persimmon (*Diospyros kaki*) extracts by HPLC-DAD/ESI-MSn analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 55-61.
- Singleton, V. L., & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Taira, S. (1996). Astringency in Persimmon. In *Fruit Analysis*. (pp. 97-110). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Tuzcu, Ö., & Yıldırım, B. (2000). *Trabzon Hurması (Diospyros kaki L.) ve Yetiştiriciliği*. TÜBİTAK TARP Yayınları, Ankara.
- Tülek, Y., & Demiray, E. (2014). Sıcak hava kurutma yönteminde farklı sıcaklık ve ön işlemlerin Trabzon hurmasının renk ve kuruma karakteristiklerine etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(1), 27-37.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2022). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 31.08.2022.
- Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., & Schmitzer, V. (2010). Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 119(2), 477-483.
- Yağcıoğlu, A. (1996). Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:517, İzmir.
- Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., & Siddique, F. (2016). Chemistry and functionality of bioactive compounds present in persimmon. *Journal of Chemistry*, 1-13.
- Zhao, C. C., Ameer, K., & Eun, J. B. (2021). Effects of various drying conditions and methods on drying kinetics and retention of bioactive compounds in sliced persimmon. *LWT Food Science and Technology*, 143, 111149.



Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmığın toprağın bazı özelliklerine etkisi

The effect of the pto shaft driven single-acting disc harrow on some features of the soil

Ergün ÇITIL^{1*}, Tamer MARAKOĞLU²

^{1,2} Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü KONYA

¹<https://orcid.org/0000-0003-2023-9409>; ²<https://orcid.org/0000-0002-2824-116X>

To cite this article:

Çıtıl, E. & Marakoğlu, T. (2023). Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmığın toprağın bazı özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 217-227.
DOI:10.29050/harranziraat.1252168

***Address for Correspondence:**
Ergün ÇITIL
e-mail:
ecitil@selcuk.edu.tr

Received Date:
17.02.2023
Accepted Date:
04.05.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Bu çalışmanın amacı, tarımsal faaliyetlerin zamanında yapılmasını sağlayarak, en az sayıda geçişle, toprağı daha iyi parçalanıp karıştırılması, yüzey profil düzgünlüğü, penetrasyon direnci ve kesilme direnci bakımından kuyruk milinden tahrikli tek etkili bir diskli tırmığın ve hareketini topraktan alan serbest hareketli diskli tırmığın, toprağın bazı fiziksel özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada; topraktan hareket alan tek etkili diskli tırmık ile kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmık makineleri kullanılmıştır. Toprakтан hareket alan tek etkili diskli tırmık denemeleri iki farklı disk çapı (610 mm ve 660 mm) ve üç farklı yön açısında (16°- 23° ve 30°) yapılmıştır. Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmık ise iki farklı disk çapı (610 mm ve 660 mm), üç farklı yön açısı (16°- 23° ve 30°) ve üç farklı disk devirlerinde (104.97- 119.97 ve 143.96 min⁻¹) denemeleri yapılmıştır. Bütün denemeler traktörün (4.14 kmh⁻¹) sabit ilerleme hızında gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sonucunda, toprak kesilme direnci, penetrasyon direnci, toprağın ağırlıklı ortalama çapı, toprak işleme sonrası yüzey düzgünlüğü belirlenmiştir. Bütün uygulamalarda penetrasyon direnci 0.39-2.65 MPa arasında, toprak kesilme direnci 0.32 – 2.08 N cm⁻² arasında, yüzey düzgünlük değeri %23.98- %35.05 arasında ve ağırlıklı ortalama çap değeri 2.05- 4.70 mm arasında elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda her iki çapta, bütün devirlerde ve 23° - 30° yön açılarında kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın hareketini topraktan alan tek etkili diskli tırmığa kıyasla daha üstün olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Diskli tırmık, Penetrasyon direnci, Yön açısı, Disk devri

ABSTRACT

The aim of this study is to use a single-acting disc harrow driven from the PTO in terms of better fragmentation and mixing of the soil, surface profile unevenness, penetration and shear resistance with the least number of passes, by ensuring that agricultural activities are carried out on time, and the free-moving disc harrow, which takes its movement from the soil, some physical properties of the soil. It was aimed to determine the effects on the properties. In this study; Single-acting disc harrow moving from the soil and single-acting disc harrow moving from the PTO were used. Trials of single-acting disc harrow driven by soil were carried out in two different disc diameters (610 mm and 660 mm) and three different direction angles (16°- 23° and 30°). The single-acting disc harrow driven by the power take-off shaft, on the other hand, was tested in two different disc diameters (610 mm and 660 mm), three different direction angles (16°- 23° and 30°) and three different disc speeds (104.97- 119.97 and 143.96 min⁻¹). All trials were carried out at a constant feed rate of the tractor (4.14 kmh⁻¹). As a result of the applications, soil shear resistance, penetration resistance, weighted average diameter of the soil, surface unevenness after tillage were determined. In all applications, penetration resistance is between 0.39-2.65 MPa, soil shear resistance is between 0.32 - 2.08 N cm⁻², surface unevenness value is between 23.98% - 35.05% and weighted average diameter value. It was obtained between 2.05 and 4.70 mm. As a result of the study, it can be said that the disc harrow driven from the PTO is superior in both diameters, all revolutions and 23°-30° direction angles.

Key Words: Disc harrow, Penetration resistance, Direction angle, Disc speed

Giriş

Kuyruk milinden hareketli diskli tırmık ile toprak işleme, toprağın fiziksel özelliklerinde önemli değişikliklere neden olmakta, yığın yoğunluğunu, toprak penetrasyon direncini azaltmakta, toplam poroziteyi ve agregat çapı 15 mm'den küçük olan keseklerin içeriğini artırmaktadır. Toprağın ters çevrilmesinin 33° yön açısında biraz daha iyi olmasına rağmen, 28° yön açısında daha iyi toprak işleme performansı (toprağı parçalama, yüzey düzgünlüğü) gözlemlenmiştir. Serbest hareketli diskli tırmık ile yapılan testlerde, yığın yoğunluğunda ve toprak penetrasyon direncinde daha az azalma, porozite ve agregat çapının 15 mm'den küçük olan keseklerin içeriğinde daha az artış ve toprak işleme performansı ile karşılaştırıldığında toprağı daha az çevirmiştir (Islam ve ark. 1994).

Upadhyay ve Raheman (2018), çalışmalarda elde edilen CI değerleri açısından iş kalitesi değerlendirildiğinde, geleneksel klasik makineye göre, ön bataryası PTO hareketli ofset diskli tırmığın kombine yapılandırma performansının daha iyi olduğunu açıklamıştır. 120 mm çalışma derinliğinde ve 3.6 u/v oranında PTO tahrikli ofset diskli tırmığın CI değerlerindeki düşüşün 25°, 30°, 35° ve 40° lik yön açılarında % 53 ± 2, % 56 ± 1, % 58 ± 2 ve % 58 ± 2 olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık klasik ofset diskli tırmık ile yapılan çalışma sonucu elde edilen değerler sırasıyla %28 ± 3, %31 ± 3, %34 ± 3 ve %35 ± 2 olarak bulunmuştur.

Upadhyay ve Raheman (2019), kuyruk milinden hareketlendirilen diskli tırmık ile toprak işlemeden sonra elde edilen CI değerlerinin, tüm çalışma koşullarında serbest hareketli diskli tırmık ile elde edilen değerlerden her zaman daha düşük olduğunu ve kuyruk milinden hareketlendirilen diskli tırmık ile daha iyi çalışma kalitesinin elde edildiğini belirtmişler. Kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın ilerleme hızının düşürülmesi veya u/v oranının artırılmasıyla parçalama etkisinin daha fazla olacağını bildirmişlerdir. Kuyruk milinden hareketli disklerin, düşük ilerleme hızında aynı toprak diliminde daha uzun süre çalışmasına bunun da keseklerin daha fazla

parçalanmasına yardımcı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, kuyruk milinden hareketli diskli tırmıklarda çentikli tip disklerin kesek boyutunu küçültmeye yardımcı olduğunu ve iş kalitesini artıran pozitif kesme etkisine sahip olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Toprağın kesilmesinde, yüksek nem içeriği toprağın kesilmesinde kolaylık sağlarken, diğer taraftan bitkinin kök bölgesinde sıkışmaya, yapışkan bir yapı meydana gelmesine ve toprak yüzeyinde kaymak tabakasının oluşmasına neden olmaktadır (Morrison Jr ve Allen, 1987).

Diskli tırmığın toprak parçalama kapasitesini gösteren toprak parçalama indeksi disk açıları ve ilerleme hızlarının artmasına paralel olarak hızla artmıştır. En düşük disk açıları ve hızda 0.58 oranında bulunan toprak parçalama indeksi en yüksek hız ve disk açılarında 0.92 olarak maksimum değerine ulaşmıştır (Alamin, 2017).

Kayısoğlu ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada, kültivatör, diskaro ve kombi kürümle tohum yatağı hazırlığında toprak koşullarının fiziksel açıdan özelliklerini incelemiş ve bu toprak işleme aletlerinin toprağın agregat yapısı üzerindeki etkilerini ölçmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, en iyi agregat stabilitesi diskaro ile tohum yatağı hazırlığında bulunmuştur.

Nalavade ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın düşük hızlarda düzgün toprak yer değişimi ve ters çevirme desenleri elde ettiklerini, yüksek çalışma hızlarında çalışmayı kontrol etmenin zor olduğunu ve bundan dolayı düzensiz toprak işleme desenine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Çarman ve ark. (2018), toprak işleme performansının değerlendirilmesinde toprak işleminin yüzey pürüzlülüğünün önemli bir özellik olduğunu vurgulamış ve yaptıkları çalışmada toprak işleme sistemlerinin toprak yüzey pürüzlülüğüne etkisini istatistiksel olarak önemli bulmuştur. Toprak işleme makinelerinin performansını belirlemede toprağın yüzey pürüzlülüğü, tohum yatağının hazırlanmasında ve erozyon kontrolünde önemli bir faktördür (Romkens ve Wang, 1987)

Diskli toprak işleme makinelerinin toprağı parçalama etkinliğı çalışma hızı ile doğru orantılıdır. Çalışma hızının artması disklerin çevre hızını artırdığından dolayı toprağı parçalama etkinliğini de artırmaktadır. Toprağın parçalanma etkinliğini artırmak, düşük çalışma hızlarında disklerin kuyruk milinden tahrik edilmesi ile yüksek çevre hızlarına erişmek mümkün olacaktır. Pullukla sürüm sonrası yüzeye çıkan keseklerin parçalanmasında ikileme işlemi yetersiz kalmakta ve çoğu zaman üçleme yapılmaktadır. Fazladan yapılan işlemler ekimi yapılacak olan ürünün yakıt, işgücü, makine gibi enerji girdilerini ve dolayısıyla ürünün birim başına düşen maliyetini artırmaktadır. Kuyruk milinden hareketli diskli toprak işleme makineleri ile yapılan araştırmaların çoğu, tek disk kullanılarak yapılan toprak kanalı çalışmalarına dayanmaktadır. Hareketini topraktan alan ve kuyruk milinden hareketli diskli toprak işleme alet ve makinelerin karşılaştırmalı tarla performansı ile ilgili çok sınırlı bilgi bulunmaktadır.

Bundan dolayı bu çalışmada kuyruk milinden

hareketli tek etkili diskli tırmığın ve hareketini topraktan alan tek etkili diskli tırmığın bazı toprak özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma, 38°02'44.5" N ve 32°28'33.8" E koordinatlarında bulunan Konya ili Selçuklu ilçesi Sızma mahallesinde yaklaşık 15 da olan çiftçi tarlasında yapılmıştır. Denemelerde New Holland marka TD 110D model traktör kullanılmıştır.

Topraktan hareket alan tek etkili diskli tırmık ile kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmık, makineleri kullanılmıştır. Topraktan hareket alan tek etkili diskli tırmık, denemelerde iki farklı disk çapı (610 ve 660 mm) ve üç farklı yön açısında (16°- 23° ve 30°) kullanılmıştır (Şekil 2). Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmık ise iki farklı disk çapı (610 mm ve 660 mm), üç farklı yön açısında (16° - 23° ve 30°) ve üç farklı disk devirlerinde (104.97- 119.97 ve 143.96 min⁻¹) denemelerde kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme parametreleri

Table 1. Trial parameters

Uygulamalar Applications	Çap Diameter (mm)	Yön Açısı Direction angle (°)	Disk Devri Disc speed (min ⁻¹)
Kuyruk Milinden Hareketli Diskli Tırmık <i>PTO Driven Disc Harrow</i>	(D ₁) 610	(Y ₁) 16	(N ₁) 104.97
		(Y ₂) 23	(N ₂) 119.97
		(Y ₃) 30	(N ₃) 143.96
	(D ₂) 660	(Y ₁) 16	(N ₁) 104.97
		(Y ₂) 23	(N ₂) 119.97
		(Y ₃) 30	(N ₃) 143.96
Hareketini Topraktan Alan Serbest Hareketli Diskli Tırmık <i>Free</i> <i>Moving Disc Harrow That Takes Its</i> <i>Movement From Soil</i>	(D ₁) 610	(Y ₁) 16	
		(Y ₂) 23	
		(Y ₃) 30	
	(D ₂) 660	(Y ₁) 16	
		(Y ₂) 23	
		(Y ₃) 30	

Araştırmada, Şekil 1'de verilen, kuyruk milinden hareketli tek etkili traktöre asılır tip diskli tırmık kullanılmıştır. Diskli tırmığa ve kullanılan disklere ait teknik özellikler Çizelge 2.

ve Çizelge 3' de verilmiştir. Serbest hareketli diskli tırmık olarak, kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmık disk miline bağlı olan zincir dişli mekanizması çıkarılarak kullanılmıştır.

Çizelge 2. Kuyruk Milinden Hareketli Tek Etkili Diskli Tırmık Özellikleri
Table 2. Technical Specifications of Single Acting Disc Harrow Moving from PTO

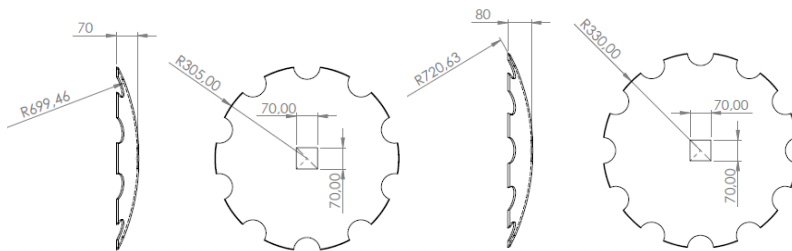
Özellikler Specifications	
Efektif iş genişliği (ortalama) (mm) Effective working width (mm)	2200
Disk sayısı Number of discs	8
Disk çapı (mm) Disc diameter (mm)	610
Diskler arası mesafe (mm) Distance between discs (mm)	260
Yön açısı Direction angle	23°
İş derinliği (mm) Working depth (mm)	210
Makine ağırlığı (kg) Machine weight (kg)	950



Şekil 1. Kuyruk Milinden Hareketli Tek Etkili Diskli Tırmık
Figure 1. PTO Driven Single Acting Disc Harrow

Çizelge 3. Denemelerde Kullanılan Disklerin Teknik Özellikleri
Table 3. Technical Specifications of the Discs Used in the Trials

Özellikler	D ₁	D ₂
Disk çapı (mm) Disc diameter (mm)	610	660
Disk derinliği (mm) Disc depth (mm)	70	80
Disk kalınlığı (mm) Disc thickness (mm)	5	5
Disk göbek delik ölçüsü (mm) Disc hub hole size (mm)	70x70	70x70
Disk kertik sayısı(adet) Number of disc notches (pcs)	10	12



Şekil 2. Denemelerde kullanılan diskler
Figure 2. Discs used in the trials

Çizelge 4. Deneme alanına ait toprağın fiziksel özellikleri

Table 4. Physical properties of the soil belonging to the trial area

Parametreler Parameters	Birimler Units	Değerler Values
Tekstür sınıfı Texture class	Tınlı Loamy	
Kil Clay	(%)	17.73
Silt Silt	(%)	30.37
Kum Sand	(%)	51.90
Hacim Ağırlığı Volume Weight	(g cm ⁻³)	1.35
Porozite Porosity	(%)	48.98
Organik madde Organic matter	(%)	1.05
Nem Humidity	(%)	16.8

Metot

Toprağın batma direnci EIJKAMP marka penetrometre ile ölçülmüştür. Ölçümlerde 1 cm² koni taban alanına ve 30° tepe açısına sahip olan koni uç kullanılmıştır.

Çalışmalarda 1 m uzunluğundaki profil üzerine 2.5 cm aralıklarla yerleştirilmiş çubuklardan oluşturulmuş profilmetre tarlanın toprak işleme sonrası yüzey düzgünlüğünün belirlenmesi için kullanılmıştır (Çarman, 1997).

Profilmetre ile yapılan ölçümler sonucunda standart sapma değeri, toprak yüzeyi ile yatay düzlem arasındaki dikey mesafenin ölçülmesiyle belirlenmiş olup aşağıdaki eşitlikte verilen formül ile hesaplamaları yapılmıştır (Kuipers, 1957).

$$R=100. \log_{10} . S \quad (1)$$

R: Tarlanın yüzey düzgünlüğü (%)

S: Ölçülen değerlerin standart sapmasıdır.

Toprağın kesilme direncinin belirlenmesinde çapı 10 cm ve yüksekliği 12 cm olan, kanatlı kesme aleti ve aletin ucuna takılan 0-80 Nm ölçüm aralığına sahip tork kolu kullanılmıştır. Kanatlı kesicilerin bir silindir yüzeyi boyunca uyguladığı dönme momenti torkmetre kolu üzerindeki göstergeden analog olarak okunmuş ve buradan elde edilen maksimum dönme momenti aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Okello, 1991).

$$\tau = \frac{T}{[\pi \cdot d^2 \left(\frac{h}{2}\right) + \left(\frac{d}{6}\right)]} \quad (2)$$

τ : Toprağın kesilme direnci (N cm⁻²)

T: Maksimum dönme momenti (N cm)

d: Kanatlı kesici aletin çapı (cm)

h: Kanat yüksekliği (cm)

Toprağın ağırlıklı ortalama çapını belirlemek amacıyla, 2-4-8-16-20-40 mm delik ölçüsündeki elekler ve 0.5 gram hassasiyetinde hassas terazi kullanılmıştır (Feuerlein, 1960; Soehne, 1963). Yapılan elek analizi sonucu 7 farklı fraksiyon elde edilerek, % değerleri bulunmuş ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak ağırlıklı ortalama çap hesaplanmıştır.

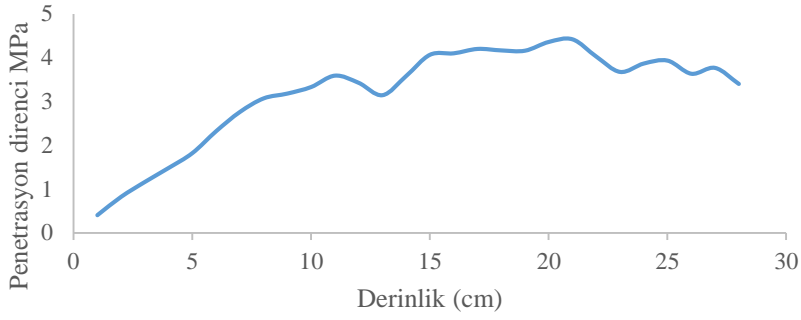
$$AOÇ = \sum Xi \cdot Wi \quad (\text{Black ve ark.1965}) \quad (3)$$

Xi : Elek tarafından ayrılan agregatların herhangi bir parçacık boyut grubunun ortalama çapı (mm).

Wi : Analiz edilen toplam kuru ağırlığının i . boyut grubundaki agregatlarının ağırlığı (g).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

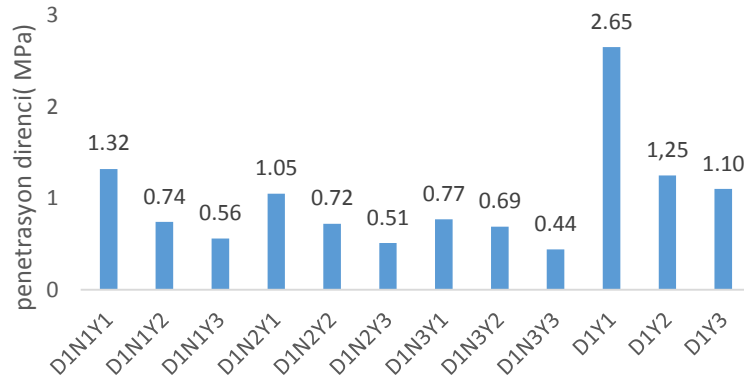
Deneme alanında toprak işleme öncesinde yapılan penetrasyon direnci ölçümlerinde 0 - 280 mm derinliğindeki sonuçlar 0.40 – 4.36 MPa arasında bulunmuştur. Toprak işleme öncesi deneme alanının penetrasyon direnci değerlerindeki değişim Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 3. Toprak işleme öncesi penetrasyon direnci
Figure 3. Penetration resistance before tillage

D₁ çap uygulamalarında elde edilen en düşük ortalama penetrasyon direnci 0.44 MPa ile D₁N₃Y₃ uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla 0.51 MPa ve 0.56 MPa ile D₁N₂Y₃ ve D₁N₁Y₃ uygulamaları takip etmiştir. En yüksek ortalama

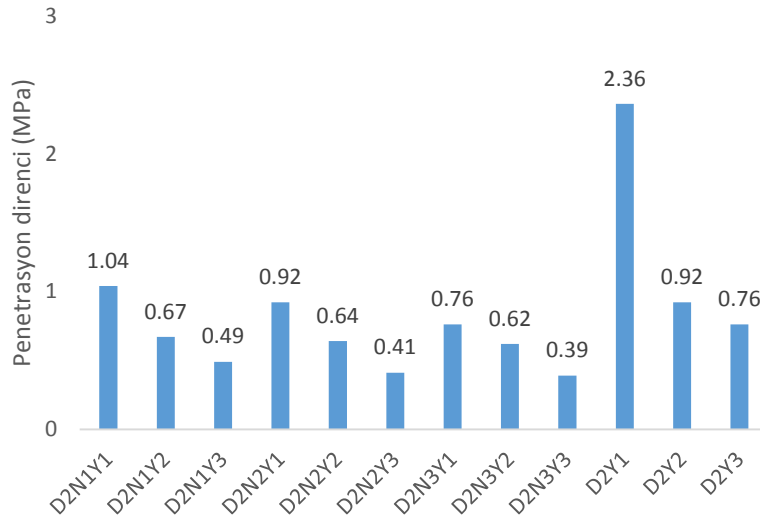
penetrasyon direnci değeri 2.65 MPa ile D₁Y₁ uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla 1.32 MPa, 1.25 Mpa ile D₁N₁Y₁ ve D₁Y₂ uygulamaları takip etmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. D₁ Uygulamalarına ait penetrasyon dirençleri
Figure 4. Penetration resistances of D₁ Applications

D₂ çap uygulamalarında elde edilen en düşük ortalama (10-20.5 cm arasındaki çalışma derinliklerinde) penetrasyon direnci 0.39 MPa ile D₂N₃Y₃ uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla 0.41 MPa ve 0.49 MPa ile D₂N₂Y₃ ve

D₂N₁Y₃ uygulamaları takip etmiştir. En yüksek ortalama penetrasyon direnci değeri 2.36 MPa ile D₂Y₁ uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla 1.04 MPa, 0.92 Mpa ile D₂N₁Y₁ ve D₂N₂Y₁-D₂Y₂ uygulamaları takip etmiştir (Şekil 5).

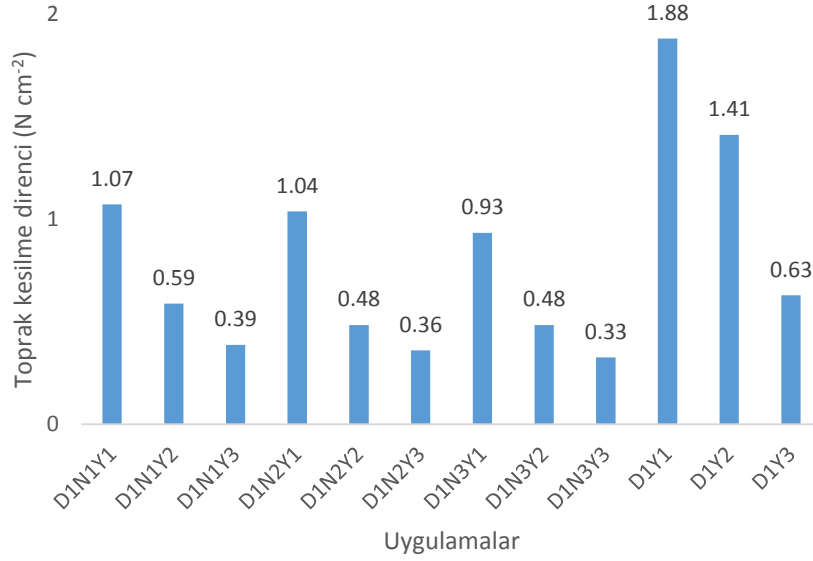


Şekil 5. D₂ Uygulamalarına ait penetrasyon dirençleri
Figure 5. Penetration resistances of D₂ Applications

Toprak işleme öncesi deneme alanından farklı noktalardan alınan toprak kesilme direnci değerlerinin ortalaması 2.47 N cm^{-2} olarak belirlenmiştir.

Denemelerden elde edilen toprak işleme sonrası en düşük ve en yüksek kesilme direnci

değerleri D_1 çapındaki disk için $0.33 - 1.88 \text{ N cm}^{-2}$ olarak belirlenmiştir. En düşük kesilme direnci 0.33 N.cm^{-2} olarak $D_1N_3Y_3$ uygulamasında elde edilmiş ve bunu 0.36 N cm^{-2} ile $D_1N_2Y_3$, 0.39 N cm^{-2} kesilme direnci ile de $D_1N_1Y_3$ uygulamaları takip etmiştir (Şekil 6).



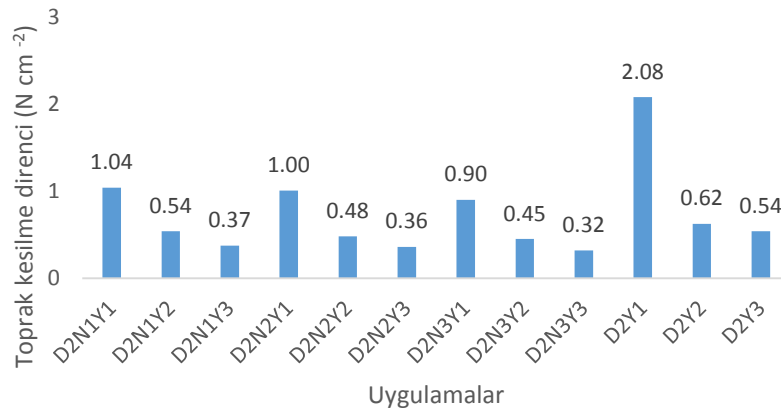
Şekil 6. D_1 Uygulamalarına ait toprak kesilme direnci değerleri
Figure 6. Earth shear resistance values for D_1 Applications

D_2 çapına ait denemelerden elde edilen en düşük ve en yüksek kesilme direnci değerleri $0.32 - 2.08 \text{ N cm}^{-2}$ olarak belirlenmiştir. En düşük kesilme direnci 0.32 N cm^{-2} ile $D_2N_3Y_3$ uygulamasından elde edilirken bunları 0.36 N cm^{-2} ve 0.37 N cm^{-2} kesilme direnci değeri ile $D_2N_2Y_3$ ve $D_2N_1Y_3$ uygulamaları takip etmiştir (Şekil 7).

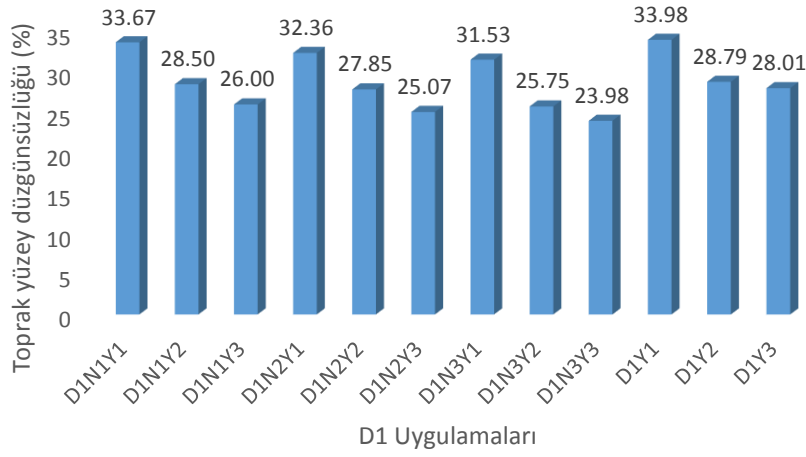
Her iki çaptaki disklerde de Y_1 yön açısındaki uygulamaların kesilme direnci değerleri diğer uygulamalar içerisindeki değerlerden daha fazla bulunmuştur.

Toprak işleme öncesi yüzey profil düzgünlüğü değeri $\%2.16$ olarak elde edilmiştir.

D_1 çapındaki disk uygulamalarında elde edilen yüzey profil düzgünlüğü değerleri $\%23.98 - 33.98$ arasında değişim göstermiştir. En düşük yüzey profil düzgünlüğü değeri $\%23.98$ ile $D_1N_3Y_3$ uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek değer ise $\%33.98$ ile D_1Y_1 uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 8).



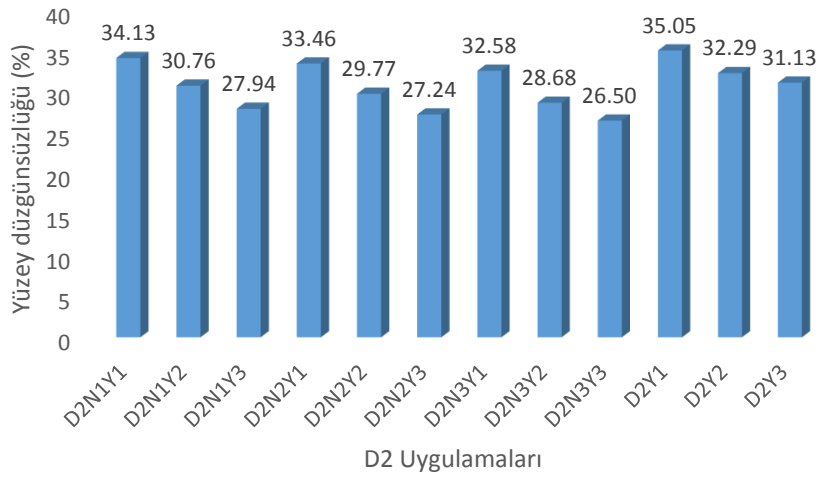
Şekil 7. D_2 Uygulamalarına ait toprak kesilme direnci değerleri
Figure 7. Earth shear resistance values for D_2 Applications



Şekil.8. D₁ Uygulamalarına ait yüzey profil düzgünlüğü
Fig.8. Surface profile irregularity of D₁ Applications

D₂ çapındaki disk uygulamalarında elde edilen yüzey profil düzgünlüğü değerleri %26.50-35.05 arasında değişim göstermiştir. En düşük yüzey profil düzgünlüğü değeri %26.50 ile

D₂N₃Y₃ uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek değer ise %35.05 ile D₂Y₁ uygulamasından elde edilmiştir(Şekil 9).

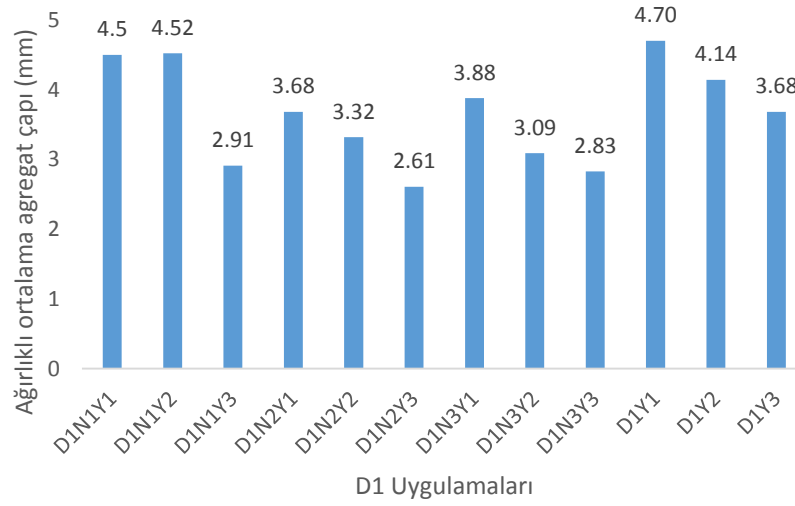


Şekil.9. D₂ Uygulamalarına ait yüzey profil düzgünlüğü
Fig.9. Surface profile irregularity of D₂ Applications

Uygulamalar arasında en yüksek yüzey profil düzgünlüğü değerlerinin Y₁ uygulamalarında elde edilmesinin sebebi düşük yön açısından dolayı iş derinliğinin az olması ve disklerin yeteri kadar toprak hacmi kesmemesi, kesilen toprağı da bir önceki diskin kestiğı toprağın üzerine doğru atamamasından kaynaklandığı söylenebilir. Y₃ uygulamalarının yüzey profil düzgünlüğünün düşük olmasının sebebi ise yüksek yön açısı ve yüksek devir sayısından dolayı parçalamanın etkin olması ve disklerin birbirinin üzerine doğru boşluk

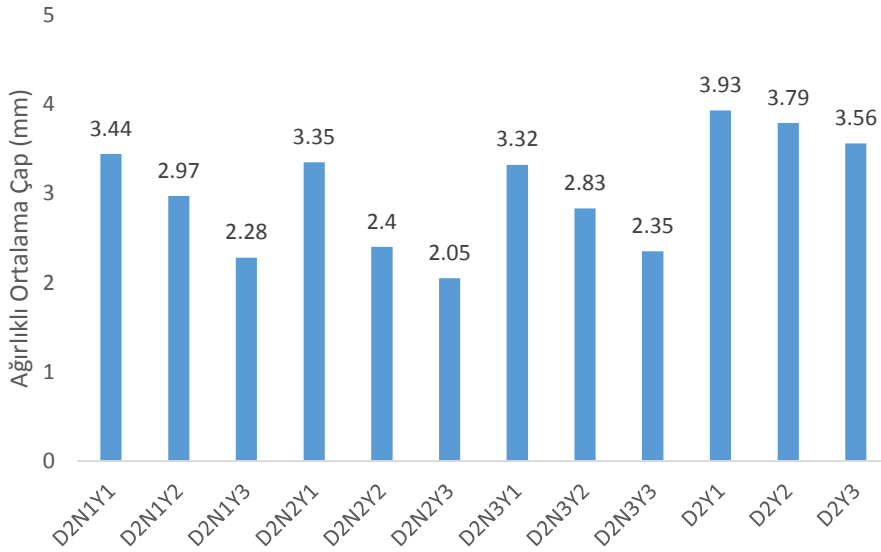
kalmayacak şekilde toprağı daha düzgün profil bırakacak şekilde atması olarak açıklanabilir.

Yapılan ölçüm ve hesaplamalar sonucunda D₁ uygulamalarında ağırlıklı ortalama çap 2.61-4.70 mm arasında değişim göstermiştir. En düşük ağırlıklı ortalama çap değeri 2.61 değeri ile D₁N₂Y₃ uygulamasından elde edilirken bunu sırayla 2.83 mm ile D₁N₃Y₃, 2.91 mm ile D₁N₁Y₃ uygulamaları takip etmiştir. En yüksek değerler ise sırasıyla 4.70 mm, 4.52 mm ve 4.5 mm olarak D₁Y₁, D₁N₁Y₂ ve D₁N₁Y₁ uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 10).

Şekil.10. D₁ Uygulamalarına ait ağırlıklı ortalama çap (AOÇ)Fig.10. Weighted average diameter (MWD) of D₁ Applications

D₂ uygulamalarında ise ağırlıklı ortalama çap 2.05-3.93 mm arasında değişim göstermiştir. En düşük ağırlıklı ortalama çap değeri 2.05 değeri ile D₂N₂Y₃ uygulamasından elde edilirken bunu sırayla 2.28 mm ile D₂N₁Y₃, 2.35 mm ile D₂N₃Y₃

uygulamaları takip etmiştir. En yüksek değerler ise sırasıyla 3.93 mm, 3.79 mm ve 3.56 mm olarak D₂Y₁, D₂Y₂ ve D₂Y₃ uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 11).

Şekil.11. D₂ Uygulamalarına ait ağırlıklı ortalama çap (AOÇ)Fig.11. Weighted average diameter (MWD) of D₂ Applications

Sonuçlar

Kuyruk milinden hareketli diskli tırmıklarda ve hareketini topraktan alan serbest hareketli diskli tırmıklarda da yön açısı ve disk devri arttıkça penetrasyon direnç değerleri azalma göstermiştir. Kuyruk milinden hareketli diskli tırmık uygulamalarında aynı çap ve aynı yön açısındaki bütün penetrasyon direnç değerleri, hareketini topraktan alan serbest hareketli diskli tırmıklardaki değerlerden düşük bulunmuştur.

Denemelerden sonra yapılan penetrasyon direnci ölçümlerinde bütün uygulamalar içinde en düşük penetrasyon direnci 0.39 MPa olarak D₂N₃Y₃ uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar içinde en fazla penetrasyon direnci değerleri (Geleneksel) topraktan hareket alan diskli tırmığın Y₁ uygulamalarından elde edilmiştir. Kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın kullanıldığı uygulamalarda her iki disk çapında da disk devirleri ve yön açıları arttıkça toprak işleme derinliği de artmıştır buna bağlı olarak

penetrasyon direnci değerleri disk çapı ve yön açısı arttıkça azalmaktadır. Kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın kullanıldığı uygulamalarda her iki disk çapında da yön açıları arttıkça toprak işleme derinliği de arttığı için disk çapı ve yön açısı arttıkça kesilme direncinin azaldığı görülmüştür. Bu değerler incelendiğinde kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın ideal çalışma derinliğinde toprağı yeterince parçaladığı ve bundan dolayı da kesilme direnci değerlerinin düşük çıktığı sonucuna ulaşılmaktadır. Benzer şekilde, Upadhyay ve Raheman (2018), Ön bataryadaki diskleri kuyruk mili ile döndürülerek çalıştırılan ve arka bataryası pasif olan çift etkili ofset diskli tırmık ile serbest dönü hareketli klasik ofset diskli tırmığı karşılaştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda, işlenen toprağın koni indeksindeki azalma, çeki kuvvetinde önemli azalma sağlaması, düşük güç harcaması ve daha iyi iş kalitesi açısından, en uygun 35⁰lik yön açısı ve en uygun u/v oranını ise 3.6 olduğunu belirlemişlerdir. Uygulamalar arasında en yüksek yüzey profil düzgünlüğü değerlerinin Y₁ uygulamalarında elde edilmesinin sebebi düşük yön açısından dolayı iş derinliğinin az olması ve disklerin yeteri kadar toprak hacmi kesememesi, kesilen toprağı da bir önceki diskin kestiğı toprağın üzerine doğru atamamasından kaynaklandığı söylenebilir. Y₃ uygulamalarının yüzey profil düzgünlüğünün düşük olmasının sebebi ise yüksek yön açısı ve yüksek devir sayısından dolayı parçalamanın etkin olması ve disklerin birbirinin üzerine doğru boşluk kalmayacak şekilde toprağı daha düzgün profil bırakacak şekilde atması olarak açıklanabilir. Aynı şekilde, Nalavade ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada kuyruk milinden hareketli diskli tırmığın düşük hızlarda düzgün toprak yer değişimi ve ters çevirme desenleri elde edilmiştir. Ancak, yüksek çalışma hızında çalışmayı kontrol etmenin zor olduğunu, bunun da düzensiz toprak işleme desenine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Denemeler sonucunda disk çapı ve disk devir sayısı arttıkça, ağırlıklı ortalama çap (AOÇ) değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, düşük ilerleme hızında, diskli tırmığın

toprak işleme süresinin, daha yüksek ilerleme hızlara göre daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Bütün uygulamalarda aynı çap ve aynı devir de yön açısının toprak parçalanmasına etkili olduğu görülmüştür. Uygulamalardan elde edilen sonuçlardan her iki disk çaplarında da yön açısı artışına bağlı olarak ağırlıklı ortalama çapın azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Arvidsson et al.(2004) Kuru koşullar altında diskli tırmıkla çalışmada büyük agregaların oranının az olmasının çalışma derinliği ile bağlantılı olduğunu bildirmiştir.

Kuyruk milinden hareketli tek etkili diskli tırmık, penetrasyon direnci, toprağı parçalama ve karıştırma, toprak kesilme direnci ve yüzey profil düzgünlüğü bakımından hareketini topraktan alan serbest hareketli diskli tırmığa kıyasla daha iyi sonuçlar verdiğinden, tarla trafiğinin azaltılarak toprak sıkışıklığını önlemek ve tarımsal faaliyetlerdeki girdi maliyetlerini azaltılmak için kuyruk milinden hareketli toprak işleme makinelerinin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Ekler

Bu makale Ergün ÇITIL'ın "Kuyruk Milinden Hareketli Tek Etkili Diskli Tırmığın Toprak İşleme Performansının Belirlenmesi" isimli tez projesinden üretilmiştir. Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından: 21111002 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: Denemeleri yapmış, elde edilen verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

Alamin, M. A. A., 2017, Bireysel Yataklandırılmış Yaylı Goble Diskaroda Disk Yön ve Durum Açılarının İşletme Parametreleri Üzerindeki Etkisi ve Boyutsal Analiz Yöntemiyle Modellemesi.

- Arvidsson, J., Keller, T. ve Gustafsson, K., 2004, Specific draught for mouldboard plough, chisel plough and disc harrow at different water contents, *Soil and Tillage Research*, 79 (2), 221-231.
- Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E., 1965. *Methods of Soil Analysis. Part I.* American Society of Agronomy, Inc. Publisher. Madison, Winconsin, USA.
- Çarman, K., Çıtıl, E., Marakoğlu, T., Gür, K. ve Kırılmaz, H., 2018, Comparison of Strip Tillage Systems for Sillage Maize Production in Middle Anatolia, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32 (3), 430-435.
- Çarman, K., 1997, Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in Middle Anatolia, *Soil and Tillage Research*, 40 (3-4), 201-207.
- Feuerlein, W., 1960, Die Pflugarbeit und ihre Beurteilung, *Grundlagen der Landtechnik-Konstrukteurhefte* (12).
- Islam, M., Salokhe, V., Gupta, C. ve Hoki, M., 1994, Effects of PTO-powered disk tilling on some physical properties of Bangkok clay soil, *Soil and Tillage Research*, 32 (2-3), 93-104.
- Kayısoğlu, B., Taşeri, L. ve Bayhan, Y., 1996, İkinci sınıf toprak işleme aletlerinin toprağın bazı fiziksel özellikleri ve agregat stabilitesine etkisi. 6, *Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, s, 594, 603.
- Kuipers, H., 1957, A reliefmeter for soil cultivation studies, *netherlands Journal of Agricultural science*, 5 (4), 255-262.
- Morrison Jr, J. E. ve Allen, R. R., 1987, Planter and drill requirements for soils with surface residues, *Southern Region No-tillage Conf. on Conservation Tillage, Misc-Pub-MP-Agri-Exp-Stn (1636)*, 44-58.
- Nalavade, P., Soni, P., Salokhe, V. ve Niyamapa, T., 2013, Development a Powered Disc Harrow for on farm Crop Residue Management, *Int. Agric. Eng. J*, 22, 49-60
- Okello, A., 1991, A review of soil strength measurement techniques for prediction of terrain vehicle performance, *journal of agricultural engineering research*, 50, 129-155.
- Romkens, M. ve Wang, J., 1987, Soil roughness changes from rainfall, *Transactions of the ASAE*, 30 (1), 101-0107.
- Soehne, W. H., 1963, Aspects of tillage, *Canadian Journal of Agricultural Engineering*, 5 (1), 2-3
- Upadhyay, G. ve Raheman, H., 2018, Performance of combined offset disc harrow (front active and rear passive set configuration) in soil bin, *Journal of terramechanics*, 78, 27-37.
- Upadhyay, G. ve Raheman, H., 2019, Comparative analysis of tillage in sandy clay loam soil by free rolling and powered disc harrow, *Engineering in agriculture, environment and food*, 12 (1), 118-125.



Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği işletmelerinin enerji kullanımlarının ve bazı mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma

A study on the determination of energy uses and some mechanization characteristics of some cattle breeding businesses

İsmail BOYAR^{1*} , Can ERTEKİN² 

^{1,2}Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-6703-6022>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2987-2438>

To cite this article:

Boyar, İ. & Ertekin, C. (2023). büyükbaş hayvan yetiştiriciliği işletmelerinin enerji kullanımlarının ve bazı mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 228-238.
DOI: 10.29050/harranziraat.1256968

*Address for Correspondence:
İsmail BOYAR
e-mail:
ismailboyar@akdeniz.edu.tr

Received Date:

27.02.2023

Accepted Date:

25.04.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Ülkemizde birim enerji maliyetlerinde son yıllarda meydana gelen artışlar birçok sektörü enerji verimliliği konusunda çalışmalar yapılmasına mecbur bırakmıştır. Fakat, hayvancılık ve tarım makinaları kullanımına yönelik yapılan enerji verimliliği ve enerji kullanımı çalışmalarının sayısının az olması ve detaylı olmaması dikkat çekmiştir. Çalışmanın amacı büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde enerji kullanımının ve makina güç gereksinimlerinin ortaya çıkarılması üzerine planlanmıştır. Bu kapsamda minimum 13 maksimum 3 055 büyükbaş hayvana sahip farklı büyüklüklerdeki, ortalama %72 kapasite doluluk oranında, toplam 51 adet hayvancılık işletmesi ile yüz yüze veya telefon ile görüşülmüş, yerinde incelemeler ile birlikte veriler toplanmıştır. Çalışma, İzmir, Aydın, Denizli, Isparta ve Burdur illerinin dışındaki illerde bulunan işletme sahipleriyle (%18) telefonla görüşülerek yürütülmüştür. Bu kapsamda işletme sahiplerinin, eğitimleri, tecrübeleri, makina varlıkları, elektrik enerjisi tüketimleri, işçilik süreleri, makina teknik özellikleri gibi bilgiler toplanmış, yorumlanmış ve değerlendirilmiştir. İşletmelerin ortalama süt verimi 21.87 L çıkarken, minimum ve maksimum değerler sırasıyla 14.29 ve 37.5 L olarak belirlenmiştir. İşletmelerin sağlam hayvan başına ortalama aylık elektrik enerjisi kullanımları 91.3 kWh, 1 L süt üretimi için 3.4 kWh olarak bulunmuştur. Sonuç olarak işletmelerin büyüklük ve farklı parametrelere göre elektrik enerjisi kullanımları grafikler ile açıklanmış, birim tüketimler hesaplanmıştır. Çalışma, bu konuda yapılacak daha detaylı araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur ve yapılacak sonraki araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hayvancılıkta mekanizasyon, Tarımda enerji kullanımı, Büyükbaş hayvan yetiştiriciliği

ABSTRACT

The increase in unit energy costs in our country in recent years has forced many sectors to work on energy efficiency. However, it is noteworthy that the number of energy efficiency and energy use studies conducted for the use of livestock and agricultural machinery is low and not detailed. The aim of this study was planned to reveal the energy use and machine power requirements in cattle breeding. In this context, a questionnaire forms were filled in face-to-face or by the phone with a total of 51 livestock businesses of different sizes, with an average occupancy rate of 72%, minimum 13 and maximum 3 055 cattle. The study was conducted by phone interviews with owners (18%) located in provinces other than İzmir, Aydın, Denizli, Isparta and Burdur. In this context, information such as owners, education, experience, machine sets, electrical energy consumption, labor working hours, machine technical specifications were collected, interpreted and evaluated. While the average milk yield of the businesses was 21.87 L, the minimum and maximum values were determined as 14.29 and 37.5 L, respectively. The average monthly electrical energy use of the businesses per milking animal was found to be 91.3 kWh and 3.4 kWh for 1 L of milk production. As a result, the electrical energy use of

the businesses according to their sizes and different parameters was explained with graphics and unit consumptions were calculated. The study revealed that there is a need for more detailed research on this subject and it is thought that it will shed light on future research.

Key Words: Mechanization in livestock, Energy use in agriculture, Cattle breeding

Giriş

Ülkemiz 2018 yılında 15 943 586 baş sığır varlığı ve %1.02'lik pay ile dünyada 22. sırada yer almaktadır (FAO, 2022). Hayvan varlığımız 2019 yılında yaklaşık %10'luk bir artış göstererek 17 688 139 baş olmuştur (TÜİK, 2022). Bölgelere göre bakıldığında, %21'lik payla İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri sığır varlığında ilk sırada yer alırken, ardından %16'lık pay ile Ege ve %14'lük pay ile Karadeniz Bölgeleri gelmektedir. Ayrıca ülkemiz 2018 yılında 20 milyon ton süt üretimiyle dünya genelinde 9. sırada ve %2.8 paya sahiptir. Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Çin sırasıyla yaklaşık 98, 89 ve 62 milyon tonluk süt üretimiyle ilk üç sırada yer almaktadırlar. Bu üç ülke, dünyadaki inek sütünün %35'ini üretmektedirler (FAO, 2022). Artan nüfusa bağlı bitkisel ve hayvancılık ürünlerine olan ihtiyacın artışı, günümüzde göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir hal almıştır. Özellikle COVID-19 virüsünden kaynaklanan pandemi döneminde gıda ürünlerine olan talebin arttığı görülürken, ülkeler için de kendine yetebilir bir bitkisel ve hayvansal üretim politikasının önemi bir kez daha dikkat çekmiştir. Artan nüfusa bağlı olarak artan talebin yanında, kaliteli ürün arayışı da son yıllarda önem kazanmıştır. Kaliteli ürün eldesinin ve verim artışının önündeki en büyük engellerden birisi de girdi maliyetlerinin artmasıdır. Tarımda, toprak hazırlığı, bakım, hasat-harman gibi işlemlerde gübre, yakıt ve bitki koruma ürünleri gider kalemlerinin içinde en büyük yüzdeye sahipken, artan birim fiyatlardan dolayı enerji maliyetleri de bu kalemler arasında büyüyen bir orana sahiptir (Karadaş, 2016).

Ülkemizde sanayi, tarım ve hizmet sektörlerindeki enerji yoğunluğuna bakıldığında, hizmet ve sanayi sektöründe toplam enerji tüketimleri azalırken üretim çıktılarında artışlar görülmektedir. Tarım sektöründe ise her geçen yıl enerji yoğunluğunda ciddi artışlar görülmeye

devam etmektedir (Yılmaz, 2012).

Ülkemiz tarımında tüketilen elektrik enerjisi 1976 yılında 450 milyon kWh olup, toplam tüketimin sadece %2.7'sini oluşturmaktadır. (Ayık, 1983). Bu değer 2000 yılında 1.75 milyar kWh (Öztürk ve Bereket Barut, 2005), 2021 yılında ise 13.359 milyar kWh değerine ulaşmıştır (TÜİK, 2022). Yapılan çalışmalar sonucunda tarım ve hayvancılık sektöründe her geçen yıl enerji tüketiminin arttığı açıkça görülmektedir. Enerji, günümüzde ülkelerin bağımsızlık duruşlarını etkileyen en önemli etkenlerden birisi olurken, dünya genelinde enerji tüketimlerinin belirlenmesi konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar doğrultusunda birçok sektörde ülke politikalarını belirleyecek uygun adımlar atılarak gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilmeye çalışılmaktadır.

Türkiye tarımı incelendiğinde, ülkemiz ekonomisinde tarım sektörünün payı 2017 yılında %6.2 olup, toplam istihdamdaki payı ise yaklaşık %20'dir. Gayrisafi Yurtiçi Hasıla'da (GSYH) tarım sektörünün payı 161.3 milyar TL olurken, hayvancılık 117.7 milyar TL ile bu rakamın %73'ünü oluşturmaktadır. 2002 yılında yaklaşık 10 milyon baş olan büyükbaş canlı hayvan varlığı, 2017 yılında %62.27'lik bir artışla 16 milyon başa yükselmiştir. Yine, 2002 yılında 8.5 milyon ton olan çiğ süt üretimi, 2017 yılında %146.18'lik bir artışla 20.5 milyon tona ulaşmıştır (Tapkı ve ark., 2018). Tarımsal üretimde gün geçtikçe kullanımı artan tarımsal mekanizasyon araçları; tarımsal üretimde işgücü verimliliğini artıran, maliyetleri düşüren, modern üretim teknolojilerinin kullanılmasını ve işlemlerin zamanında, isteklere uygun şekilde yapılmasını sağlayan, ürün kalitesini ve verimini artıran önemli bir girdi olmasının yanında (Anonim, 2006), mekanizasyon kullanımındaki artış sonucunda ülke genelinde bu sektördeki enerji tüketimi de artmıştır.

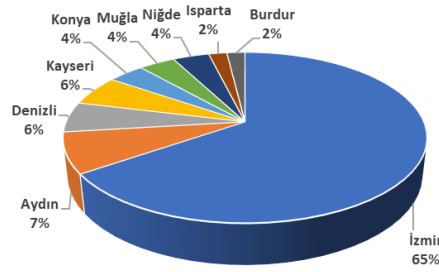
Yapılan araştırmalarda, büyükbaş hayvan gübresi yönetimi ve çevreye olan etkileri (Toruk ve Ülger, 2001; Atılğan ve ark., 2006; Boyacı ve ark., 2011; Polat ve ark., 2012; Aydın ve Derinöz, 2013; Soyer, 2014), hayvan gübresinin bitki gelişimleri üzerine olan etkileri (Karadoğan ve ark., 1997; Tangolar ve ark., 2007; Özbek, 2011; Göksu, 2012; Akyol, 2013; Arslan, 2016; Özkan ve Gülerüz, 2016), ahır gübresi dağıtma makinaları (Toraman, 2004; Yumak ve ark., 2006; Özbek ve Konak, 2009; Boz ve ark., 2010; Kuş ve Yıldırım, 2010; Sessiz ve ark., 2014; Sessiz ve ark., 2016; Özbek ve Konak, 2017; Ünal ve ark., 2017; Yılmaz, 2017), süt sığırcılığı işletmelerinin mevcut durumu, mekanizasyon özellikleri ve geliştirilmesi (Kuraloğlu, 1998; Erkan, 2005; Üçer, 2008; Uygur, 2015; Güzel, 2016; Yiğmatepe, 2017; Kaya, 2019;), süt sağımda mekanizasyon sistemleri (Gönülo, 1998; Işık ve Ünal, 2003; Apaydın, 2010; Sessiz ve ark., 2014; Seçer, 2019), büyükbaş hayvancılıkta robotik ve yazılım uygulamaları konularında (Türkyılmaz, 2005; Atasever ve Erdem, 2008; Memmedova, 2012; Mundan ve ark., 2014; Özer, 2014; Özuduruk, 2014; Örs ve Oğuz, 2016; Akar Çıkrıkçı, 2019) günümüze değin birçok proje ve lisansüstü çalışma yapılmıştır. Hayvancılıkta mekanizasyonda girdi kalemlerinde önemli bir rol oynayan enerji kullanımı ve güç gereksinimi konusunda yapılan çalışmalar ise çoğunlukla sağım odası ve sağım makinaları ile sınırlı kalmış görölmektedir (Duman, 2014; Akbaş ve ark., 2018; Keskin, 2019; Ünal ve ark., 2019). Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde en yakın 37 yıl önce (Ayık, 1983) büyükbaş hayvan ahırđ içi mekanizasyonunda kullanılan enerji tüketimi ve güç gereksinimlerinin değerlendirildiği görölmüştür. Çalışmanın yapıldığı tarihten itibaren değişen birim enerji tüketim bedellerinin ve makine ekipman güç gereksinimlerinin değerlik

göstermesi kaçınılmazdır. Yapılacak çalışma ile ilgili konunun güncelliğinin literatüre kazandırılması hedeflenmektedir.

Bu çalışmada, büyükbaş süt üretimi yapan hayvancılık işletmelerinde enerji tüketimleri ve güç gereksinimleri hesaplanarak, gerekli görölen düzenlemeler ile tasarruf olanakları belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, farklı büyüklüklerdeki işletmeler bazında gerek duyulan insan işgücü, elektrik enerjisi tüketimi, alet-makine-ekipman güç gereksinimleri tespit edilmiştir. Bu tespitler sonucu birim süt/et üretimi için gerek duyulan enerji tüketiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmaya başlamadan önce Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı iller belirlenmiş ve bu illerin Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birlik başkanları ile görüşölmüştür. Görüşmeler sonrası alınan işletme bilgileri ile tesadüfen belirlenen işletmeler telefon görüşmesi yapılarak ön bilgilendirme verilmiş ve yüz yüze görüşmeyi kabul eden tüm işletmeler çalışma takvimi uygunluklarına göre ziyaret edilerek kabul etmeyen fakat çalışmaya katkı sağlamak isteyen işletmeler ile COVID-19 pandemi koşulları da gözeticilerle telefon görüşmesi yapılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Veri toplama formu (anketler), işletmeler yerinde ziyaret edilerek gerekli olan bilgilerin toplanması ile doldurulmuştur. Veri toplama amacıyla, formun yüz yüze doldurulması ve gözlem olmak üzere iki ayrı uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 42'si yüz yüze olmak üzere toplam 51 hayvancılık işletmesi ile çalışma gerçekleştirilmiştir. COVID-19 pandemi koşullarından dolayı 9 işletme ile sadece telefon ile görüşölebilmıştır. Çalışma kapsamındaki işletmelerin yer aldđı illerin dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Veri toplanan hayvancılık işletmelerinin illere göre dağılımı

Figure 1. Distribution of livestock businesses for which data was collected by provinces

Veri toplama formu dahilinde işletmelerin iletişim bilgileri, işletme özellikleri, işçi çalışma süreleri, traktör ve elektrik enerjisi kullanım, su tüketim ve makina ekipman güç gereksinim değerleri toplanmış, incelenmiş ve yorumlanarak değerlendirilmiştir.

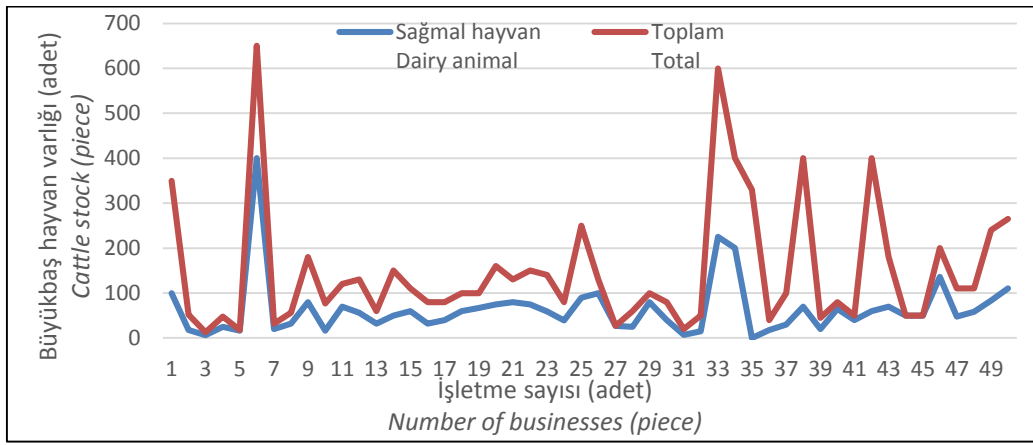
Araştırma Bulguları ve Tartışma

İşletme sahiplerinin %42'si lise mezunu iken, %23'er oranla üniversite ve ilkokul mezunları yer almış, son olarak da %12 payla ortaokul mezunları takip etmiştir. %42'lik payla 46 ve üzeri yaşta olan işletme sahiplerinin büyük bir çoğunluğunun orta yaş üzerinde olduğu görülmektedir. Yaş dağılımını %29'luk payla 36-45 yaş arası ve %25'lik payla 26-35 yaş arası takip etmektedir. İşletmelerin %37'si 20 ve üzeri yıl tecrübeye sahip kişiler tarafından yönetilirken, bu rakam %19'luk payla 11-15 yıl ve %17'lik payla 16-20 yıl arası olarak değişmiştir. Kaplan ve Çiçek (2022), Tokat ilinde yaptıkları bir çalışmada büyük baş süt sığırı yetiştiriciliği yapan işletmelerin yaş ortalamasının 47.3 olduğunu belirtmiş ve eğitim durumlarının %39.6 olarak ilkokul mezunu olduğunu söylemişlerdir. Yapılan mevcut çalışmada işletme sahiplerinin eğitim durumlarının daha yüksek olduğu görülmüş ve bu işletmelerin daha planlı üretime yönelik mekanizasyon ekipmanları kullandığı, buna bağlı olarak da süt verimlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

İşletme büyüklüklerine bakıldığında %50'lik oranla 0.5 ha ve altı işletmeler yer alırken, bunu

sırasıyla %31 ile 0.5-1 ha ve %19 ile 1.0 ha ve üzeri işletmeler takip etmiştir. İşletmeler arasında en büyük olarak nitelendirilebilecek işletme maksimum 4 500 baş kapasiteye sahipken, işletmelerin %40'ı 151 baş ve üzeri, %29'u 51-100 baş ve %19'u 101-150 baş arası kapasiteye sahiptir. İşletmelerin 37'sinde balık kılıçığı tipinde sağım odası bulunduğu, 12 işletmede halk arasında kilit arkası olarak adlandırılan ve ahır içinde yemlik bölümünde hayvanların yem tüketimi esnasında sağım yapılmasına olanak sağlayan makineler ile sağımın yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca 1 işletmede paralel tip sağım odası görülmüş, 1 işletmeninde sağım işlemini sağım robotu ile gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

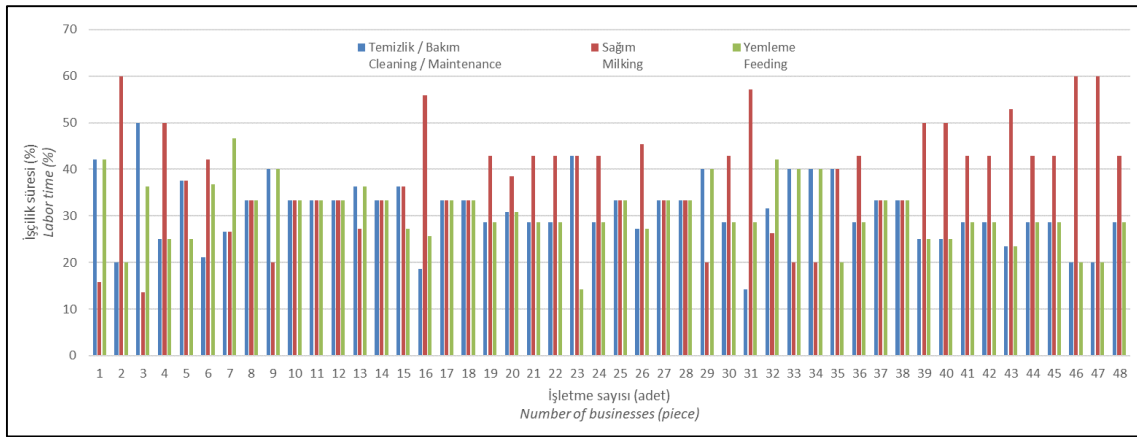
En büyük işletme 1 350'si sağmal olmak üzere toplam 3 055 baş, en küçük olan ise 9'u sağmal olmak üzere toplam 13 baş hayvan varlığına sahiptir. İşletmelerin hayvan varlığı Şekil 2'de verilmiştir. En büyük işletme grafiklerdeki değişimlerin görülmesinde sorun yarattığı için görsellerden çıkarılmıştır. Kapasitelerine göre değerlendirilen işletmelerde minimum doluluk oranı %45 iken, %100 doluluk oranında çalışan işletmelerde görülmüş ve tüm işletmelerin ortalama doluluk oranı %72.05 olarak belirlenmiştir. İşletmeler hayvan ırkı açısından değerlendirildiğinde, %59 payla siyah alaca (Holstein) ırkı çoğunlukta yer alırken, %35 ile siyah alaca ve simental, %6 ile de siyah alaca, simental ve montofon ırkı hayvanların işletmelerde yetiştirildiği belirlenmiştir.



Şekil 2. İşletmelerin hayvan varlığına göre büyüklükleri
Figure 2. Sizes of the businesses by the number of cattle

İşçilik süreleri değerlendirildiğinde sağımın en çok zaman alan işlem olduğu görülmüştür. Sadece toplam hayvan varlığı 20 baş ve altında olan işletmelerin sağım süreleri diğer işlemlere göre daha kısa sürmüştür. Bu sürelerin değerlendirilmesinde robot sağım makinası

kullanan, 24 saat boyunca sürekli sağım yapan aynı zamanda en büyük hayvan varlığına sahip olan ve temizlik/bakım işlemlerini 6 ayda bir yapan işletmeler değerlendirme dışı tutulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. İşçilik sürelerinin işletmelere göre dağılımı
Figure 3. Distribution of labor times by businesses

İncelenen işletmeler değerlendirildiğinde ortalama traktör gücünün 55 kW olduğu görülmüştür. Bunun yanında 6, 18 ve 34. işletmelerde birden fazla traktör tespit edilmiş olup bu traktörlerin ortalama traktör gücü

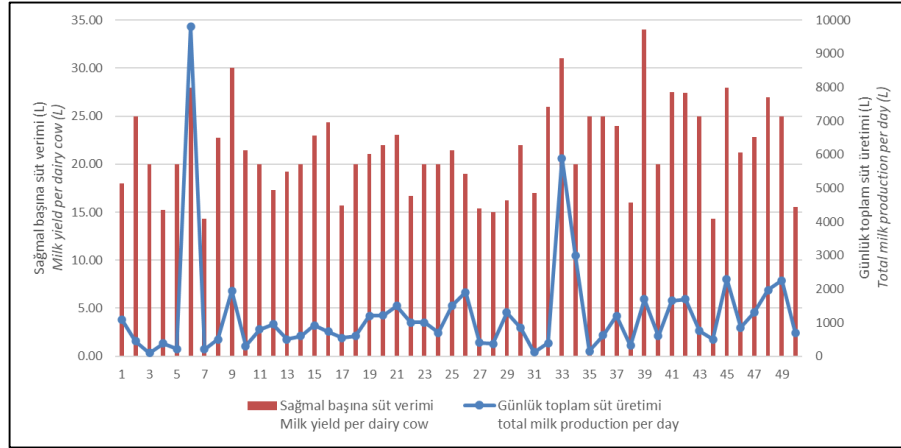
grafikte verilmiştir. Minimum yakıt tüketimi 26.84 L/ay, maksimum ise 3 597.31 L/ay olarak belirlenirken çalışma kapsamında incelenen tüm işletmelerin ortalama yakıt tüketimi 351.34 L/ay olarak belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. İşletmelerin ortalama traktör gücü ve yakıt tüketimleri
Figure 4. Average tractor power and fuel consumption of businesses

İşletmelerin günlük süt verimlerine bakıldığında en yüksek 9 800 L (650 baş, İzmir/Bergama), en düşük 100 L (13 baş İzmir/Bergama) ve ortalama 1 230 L olarak görülmüştür. Bununla beraber en yüksek süt verimi hayvan başına günlük 34 L, en düşük 14.2 L ve ortalama 21.5 L olarak tespit edilmiştir. Ayrıca hayvan varlığı en çok olan ve değerlendirmelerde grafik dışı tutulan işletmede, günlük süt üretimi 50 625 L, ortalama süt verimi 37.5 L olarak

bulunmuştur (Şekil 5). Özdemir ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada Balıkesir ilinde 66 işletmeyi incelemiştir. Bu inceleme sonucunda sağmal hayvan başına günlük süt verimini yerli inekte ortalama 12.73, kültür ineğinde 18.38, melez inekte 15.64 L olarak bulmuşlardır. Ortalama günlük süt verimini ise 15.58 L ile yapılan mevcut çalışmaya göre daha düşük olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 5. İşletmelerin günlük toplam süt verimi
Figure 5. Daily total milk yield of businesses

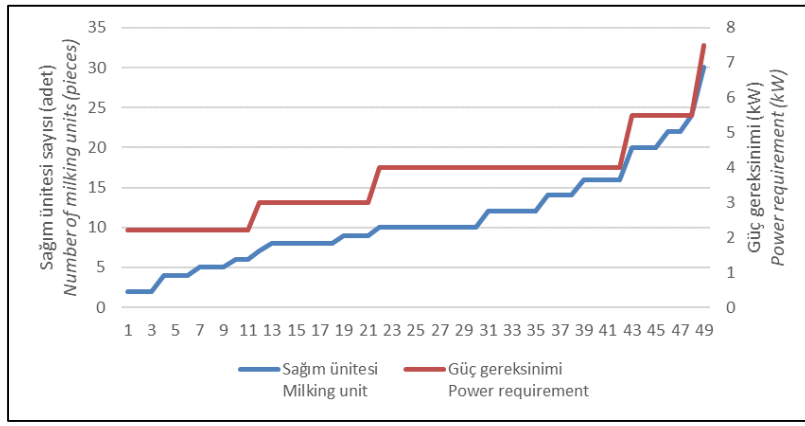
Sağım odalarında bulunan süt sağım sistemlerinde sağmal hayvan sayısına göre farklı büyüklükte vakum pompalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı büyüklükteki vakum pompalarını çalıştırmak için de farklı büyüklükte elektrik motorları kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaya göre aynı anda sağılacak hayvan sayısına göre kullanılan vakum pompalarının elektrik motoru güçleri Çizelge 1’de verilmiştir. 34 adet ve üzeri sağım ünitesi kapasitesine sahip sağım odalarında ise birden fazla vakum

pompasının aynı sisteme bağlanmasıyla gerekli vakum değeri sağlanmaya çalışılmaktadır. İncelenen işletmelerde her grupta yer alan vakum pompaları görülmüş ve bu vakum pompalarının güç gereksinimleri Şekil 6’da detaylı olarak verilmiştir. Duman, (2014) tarafından yapılan bir çalışmada 214, 48 ve 17 baş sağmal ineği bulunan üç farklı büyüklükteki işletmenin sağım sisteminin günlük enerji tüketimi sırasıyla 68.58, 35.76 ve 13.17 kWh olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Farklı sağım ünitesi sayılarına göre gerekli motor güçleri

Table 1. Required motor powers according to different milking unit numbers

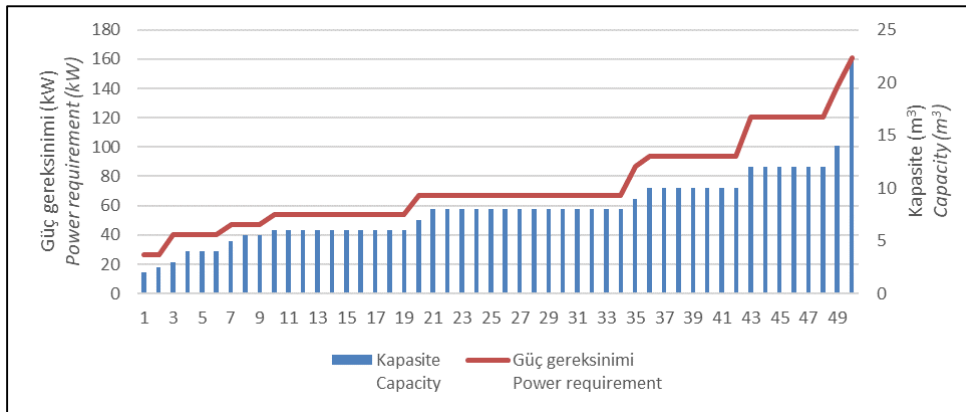
Sağım ünitesi sayısı (adet) Number of milking units (pieces)	1-6	7-9	10-16	17-24	25-34
Motor gücü (kW) Motor power (kW)	2.2	3	4	5.5	7.5



Şekil 6. Sağım ünitesi başına düşen güç gereksinimi
Figure 6. Power requirement per milking unit

Yem karma makinası kullanmayan bir işletme değerlendirme dışı tutularak incelenen işletmelerde bulunan bu makinaların kapasiteleri ve güç gereksinimleri Şekil 7’de verilmiştir. Yüklenebilir yem miktarı olarak en küçük kapasiteye sahip yem karma makinası 2 m³ olurken, güç gereksinimi 26.8 kW olarak hesaplanmıştır. En büyük yem yükleme

kapasitesine sahip yem karma makinası ise özel tasarım 22 m³ bir makina olurken, toplam güç gereksinimi 160 kW’dır. İncelenen işletmelerin yüklenebilir yem miktarı olarak ortalama yem karma makinası kapasitesi 8.03 m³ olarak bulunurken, ortalama güç gereksinimi 73.32 kW’dır.



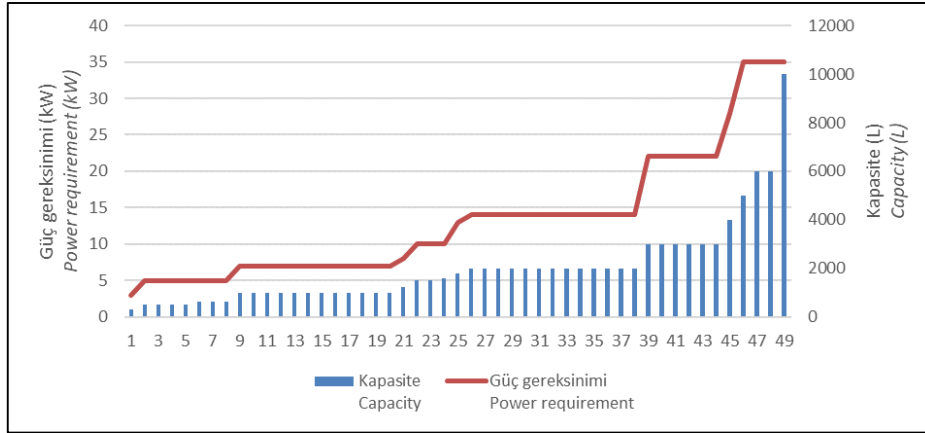
Şekil 7. İşletmelerin yem karma makinası kapasiteleri ve güç gereksinimleri
Figure 7. Feed mixer capacities and power requirements of businesses

İki işletmede süt soğutma tankı bulunmadığından dolayı değerlendirme 49 işletme ile gerçekleştirilmiştir. İşletmelerde toplam 14 farklı büyüklükte süt soğutma tankı olduğu görülürken, bunların kapasitesi 300-10 000 litre arasında değişmiştir. Bazı işletmelerde birden fazla süt soğutma tankının olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Sağmal hayvan sayısı 1 350 olan işletmede soğutma tankları ile birlikte enerji tüketimini azaltan soğutucu eşanjörler kullanılmaktadır. Kocaman (2019), yaptığı çalışmada eşanjörlerin hayvancılık işletmelerinde ısıtıcı olarak kullanılabileceğinden bahsederken, yapılan bir başka çalışmada sağımdan sonra 18-

20°C olan sütün eşanjörler yardımıyla 5°C’ye düşürülüp enerji tasarrufu sağlanabileceğinden bahsedilmiştir (Kondal, 2019). En küçük kapasiteli süt soğutma tankının güç gereksinimi 3 kW, en büyüğünün ise 35 kW’dır. İncelenen işletmelerin ortalama kapasite ve güç gereksinimi sırasıyla 2 018.37 litre ve 13.36 kW’dır. Edirne’de yapılan bir başka çalışmada incelenen işletmelerin 0-5 baş sağmal hayvanı bulunan işletmelerin %97.5, 6-10 baş sağmal hayvanı bulunan işletmelerin %98.8, 11-30 baş sağmal hayvanı bulunan işletmelerin %92.6’sında süt soğutma tankının bulunmadığı, 31 baş ve üzerinde ise sadece %60’ının süt soğutma tankına sahip olduğu görülmüştür (İmri, 2018).

Yapılan bir başka lisansüstü çalışmada süt soğutma tanklarının işletme genelinde tüketilen enerjinin yüzdeleri oranları belirlenmiştir. Sağmal inek sayısı 214, 48 ve 17 baş olan üç farklı

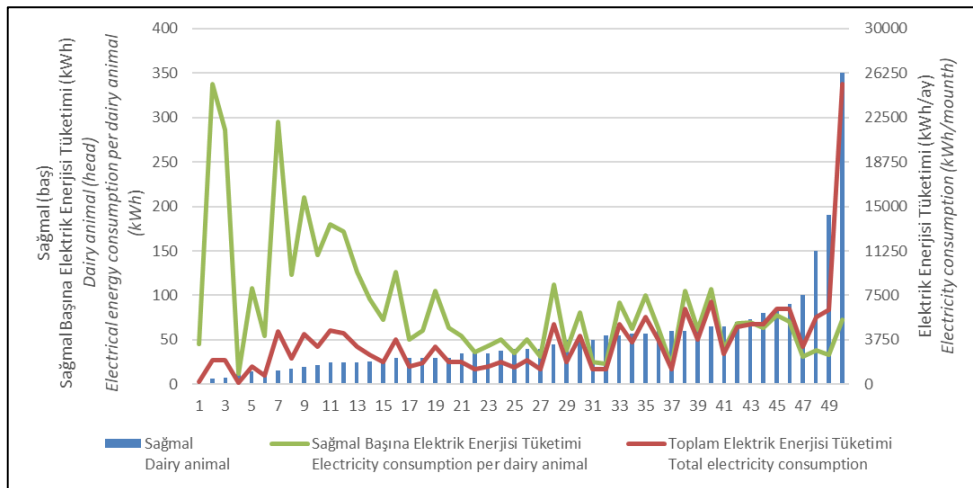
işletmede süt soğutma tanklarının sırasıyla günlük 201.97, 36.36 ve 31.38 kWh elektrik enerjisi tükettikleri tespit edilmiştir (Duman, 2014).



Şekil 8. İşletmelerin süt soğutma tankı kapasiteleri ve güç gereksinimleri
Figure 8. Milk cooling tank capacities and power requirements of businesses

En küçük 5, en büyük ise 1 350 baş sağmalın (en büyük işletme grafiğe eklenmemiştir) bulunduğu 51 işletmede gerçekleştirilen çalışmaya göre aylık en düşük elektrik enerjisi kullanımı 11 baş sağmalı bulunan işletmede 126.58 kWh olarak belirlenmiştir. En büyük kapasiteye sahip işletmede (3 055 baş, İzmir/Bergama) ise aylık toplam 165 550.63 kWh elektrik enerjisi kullanımı görülmüştür. Hayvan varlığı sayısı arttıkça, sağmal başına düşen elektrik enerjisi tüketimi azalmıştır (Şekil 9). Duman (2014) yaptığı çalışmada sağım ve

soğutma sistemlerinin tükettiği enerjinin toplam enerji tüketimine olan oranını, Ludington ve Johnson (2003), tarafından yapılan benzer çalışmada bulunan %44 değerinden daha yüksek bulmuştur. Bunun sebebinin ülkemizde sağım ve soğutma işlemleri haricinde mekanizasyon enerji girdisinin daha düşük olduğunu belirlemiştir. İnceledikleri 214, 48 ve 17 baş sağmal kapasiteye sahip üç işletmede sırasıyla günlük ortalama elektrik enerjisi tüketim değerlerini, 270.55, 72.12 ve 44.55 kWh olarak tespit etmiştir.



Şekil 9. İşletmelerin sağmal hayvan başına ve toplam elektrik enerjisi tüketimleri
Figure 9. Per milk animal and total electrical energy consumption of businesses

Sonuçlar

İşletmelerin tümü incelendiğinde küçük ölçekli işletmelerin mekanizasyonda gelişmişlik açısından

büyük ölçekli işletmelere göre modern teknolojik alet ve makinalardan uzak olduğu görülmüştür. Bu durum ortalama süt verimine de yansımış, büyük ölçekli ve mekanizasyon durumu gelişmiş olan

işletmelerin süt verimlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Küçük ölçekli işletmelerde ise süt soğutma tanklarının yüksek elektrik enerjisi tüketen sınıfta, sağım makinalarının taşınabilir basit makinalar, yem karma makinalarının da 20 yaşından büyük veya sabit tip olduğu tespit edilmiştir.

Küçük ölçekli işletmeler ile orta ölçekli işletmelerin ortalama elektrik enerjisi tüketimleri hemen hemen aynı görülürken, sağmal başına incelendiğinde elektrik enerjisi tüketiminin orta ölçekli işletmelerde daha düşük olduğu görülmektedir. Bunu destekler olarak işletmelerin sağmal sayısı arttıkça sağmal hayvan başına tüketilen elektrik enerjisinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında ortalama aylık elektrik enerjisi kullanımı 91.3 kWh, 1 litre süt eldesi için 3.4 kWh elektrik enerjisi gerektiği görülmüştür. İşletmelere elektrik enerjisi kullanımını azaltmaya ve daha verimli kullanmaya yönelik bilgilerin yanı sıra yenilenebilir enerji kaynakları olanakları ile enerji verimliliği yüksek makinalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Ekler

Bu çalışmanın özeti 33. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi'nde sunulmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkısı: Prof. Dr. Can ERTEKİN ve Arş. Gör. İsmail BOYAR araştırma konusunu tasarlamış, Arş. Gör. İsmail BOYAR birincil verileri elde etmiş, verileri incelemiş, değerlendirme ve yorumlamaları yaparak makaleyi yazmıştır. Prof. Dr. Can ERTEKİN'in okuma, inceleme ve düzeltmeleri sonucu çalışma sonuçlandırılmıştır.

Kaynaklar

Akar Çıkrıkçı, C., 2019. Türkiye'de Robotik Sağım Sistemiyle Çalışan İşletmelerin Sürü Yönetim Performans

Değerlerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S:13-18. Tekirdağ.

- Akbaş, T., Çetin, M., Hacıyusufoğlu, A. F., 2018. Bazı Sabit Süt Sağım Tesislerinde Kullanılan Vakum Pompalarının Kurulu Elektrik Gücünün İncelenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 14, 294-301.
- Akyol, N., 2013. Sıvı Hayvan Gübresinin Pamuk Tarımında Üst Gübre Olarak Kullanılabilirliği ve Uygun Doz Araştırması. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 7-11. Aydın.
- Anonim, 2006. Türkiye'de Tarım. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara.
- Apaydın, E., 2010. Malkara Bölgesinde Uygulanan Süt Sağım ve Soğutma Mekanizasyon Zincirleri Üzerine Bir Araştırma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 30-36. Tekirdağ.
- Arslan, M., 2016. Antalya Sahil Koşullarında Silajlık Sorgum Yetiştiriciliğinde Organik Gübrelemenin Etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 9 (2): 01-05.
- Atasever, S., Erdem, H., 2008. Süt Sığırlarında Mastitis ile Sütün Elektriksel İletkenliği Arasındaki İlişkiler. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(2), 131-136.
- Atılğan, A., Erkan, M., Saltuk, B., Alagöz, T., 2006. Akdeniz Bölgesindeki Hayvancılık İşletmelerinde Gübrenin Yarattığı Çevre Kirliliği. Ekoloji, 15, 58, 1-7.
- Ayık, M., 1983. Süt İnekçiliği İşletmelerinde Elektrik Enerjisi Gereksinimi. MPM-Verimlilik 1983/4, s. 15-34, Ankara.
- Boyacı, S., Akyüz, A., Kükürtcü, M., 2011. Büyükbaş Hayvan Barınaklarında Gübrenin Yarattığı Çevre Kirliliği ve Çözüm Olanakları. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1): 49-55.
- Boz, M., Çarman, K., Özbek, O., 2010. Çiftlik Gübresi Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal ve İşletme Özelliklerinin İş Kalitesine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 24 (2): 40-44.
- Duman, A., 2014. Süt Sağım Mekanizasyonunda Enerji Maliyetlerinin ve Enerji Verimliliğini Etkileyen Unsurların Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ.
- Erkan, M., 2005. Mersin Yöresindeki Büyükbaş Hayvancılık Tesislerinin Mevcut Durumu ve Bu Tesislerde Ortaya Çıkan Atıkların Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S:50-56. Adana.
- FAO, (2022). Livestock Primary Data. Erişim Adresi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>
- Göksu, E., 2012. Bezelye (Pisum Sativum L.)'de Kimyasal, Organik ve Mikrobiyal Gübrelemenin Verim ve Verim Özelliklerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi. S:26, Bursa.
- Gönüloğlu, E., 1998. Trakya Bölgesinde Kullanılan Sağım Makinalarının Sağım Performanslarının Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri

- Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi. S: 58-69. Edirne.
- Güzel, M., 2016. Kahramanmaraş İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Ve Mekanizasyon Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S:24. Kahramanmaraş.
- Işık, E., Ünal, H., 2003. Yerli Yapım Süt Sağma Makinasının Performans Değerlerinin Saptanması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 17(1): 79-93.
- İmri, V. 2018. Edirne İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi. s:36. Tekirdağ.
- Kaplan, K., & Çiçek, A. 2022. Süt üretimini etkileyen faktörlerin path analizi ile belirlenmesi: Tokat ili örneği. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg. 26(1): 101-108.
- Karadaş, K., 2016. Ağrı İli Tarım İşletmelerinde Buğday Üretim Maliyetinin Hesaplanması. Alinteri, 31 (B), S. 33-41. ISSN: 1307-3311.
- Karadoğan, T., Özer, H., Oral, E., 1997. Çiftlik Gübresi ve Mineral Gübrelemenin Patates Yumrusunun Direncine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 28 (2), 227-234.
- Kaya, A., 2019. Karaman İli Süt Sığırcılık İşletmelerinin Yapısal ve Mekanizasyon Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. S:26-84. Konya.
- Keskin, K., 2019. Süt Sağım Sistemlerinde Değişken Devirli Vakum Pompasının Kullanılması ile Elde Edilen Kazanımların Belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 22-27. Tekirdağ.
- Kocaman, K. 2019. Hayvancılık İşletmelerinde Kullanılan Su Isıtma Sistemlerinin Enerji Tüketimlerinin Güneş Enerjisinden Karşılama Potansiyeli. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği ABD, Yüksek Lisans Tezi. s:3. Tekirdağ.
- Kondal, M. 2019. Süt ve Süt Ürünleri Endüstrisinin Sorunları ve Çözüm Önerilerinin Analizi: Tekirdağ Örneği. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD, Yüksek Lisans Tezi. s:18. Tekirdağ.
- Kuraloğlu, H., 1998. Bursa İline Bağlı Mustafakemalpaşa ve Karacabey İlçelerinde Sağımda Mekanizasyon Uygulamaları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 48-50. İzmir.
- Kuş, E., Yıldırım, Y., 2010. Katı Ahır Gübresi Dağıtma Makinaları Genel Özellikleri. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi 22-23 Eylül. Hatay
- Ludington, D., Eric, J., 2003. Dairy Farm Energy Audit Summary. Ithaca, NY: DLTech, Inc.
- Memmedova, N., 2012. Süt Sığırlarında Mastitisin Bazı Yapay Zeka Yöntemleri Kullanılarak Erken Dönemde Tespiti. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi. S: 16-53.
- Mundan, D., Selçuk, H., Orçin, K., Karakafa, E., Akdağ, F., 2014. Modern Süt Sığırı İşletmelerinde Robotlu Sağım Sistemlerinin Ekonomik Açından Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 3(1), 42-48.
- Örs, A., Oğuz, C., 2016. Süt Sağım Robotları, Satın Almaya Değer mi? XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs.
- Özbek, O., 2011. Sıvı Ahır Gübresi Dağıtma Makinalarında Farklı Uygulayıcıların Azot Kaybı ve Mısır Verimine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi. S: 38-75. Konya.
- Özbek, O., Konak, M., 2009. Çarpma Plakalı Şerbet Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal ve İşletme Özelliklerinin Dağılım Düzensizliğine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23 (48): 51-56.
- Özbek, O., Konak, M., 2017. Sıvı Ahır Gübresi Dağıtma Makinalarında Farklı Uygulayıcıların Azot Kaybına Etkisi. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences. 31 (1), 1-10.
- Özdemir, Y., Kınıklı, F., & Engindeniz, S. 2021. Süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları üzerine bir araştırma: Balıkesir'in Gönen ilçesi örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(4), 1001-1011.
- Özer, A. S., 2014. Seyyar Süt Sağım Makinasının Gömülü Sistem ile Otomasyonu. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 17-24. Konya.
- Özkan, G., Güteryüz, M., 2016. Bazı Organik Gübre Uygulamaları ile Kimyasal Gübre Uygulamasının Çilekte (*Fragaria x ananassa* L.) Meyvelerin Kimyasal İçerikleri Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi. 47 (2): 77-83.
- Öztürk, H. H. ve Bereket Barut, Z., 2005. Türkiye tarımında enerji kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara, S:1253-1264.
- Özüduruk, H., 2014. Süt Sağım Robotu Tasarım ve İmalatı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 7-8. İstanbul.
- Polat, H. E., İnce, M. A., Ahatoğlu, Ö., Karakaş, H., 2012. Ankara İli'ndeki Yoğun Hayvancılık Alanlarında Uygun Gübre Depolama koşullarının Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 25(2): 103-109.
- Seçer, S., 2019. Süt Sağım Tesisleri ile İlgili 1983, 1996 ve 2007 Yıllarına Ait ISO Standartlarının Karşılaştırılması. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 132-133. Isparta.
- Sessiz, A. M. Denli, M. Tutkun. 2014. The Mechanization Properties of Cattle Farms in Diyarbakır Province, Turkey. V International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014". Jahorina, 23-26 October 2014, Bosnia and Herzegovina.
- Sessiz, A., M. Denli.2016. Diyarbakır İli Hayvancılık Sanayisinin Mevcut Durumu ve İhtiyaçları. Uluslararası Diyarbakır Sempozyumu. 2-5 Kasım 2016. Diyarbakır.
- Tangolar, S., Özdemir, G., Gürsöz, S., Çakır, A., Tangolar., S. G., 2007. Bazı Organik Gübre Uygulamalarının Asmanın (*Vitis Vinifera* L. Çiloreş) Fenolojik Gelişmesi ile Salkım, Tane ve Şıra Özellikleri Üzerine Etkisi.

- Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(2), 319-325.
- Tapkı, N., Kaya, A., Tapkı İ., Dağıstan, E., Çimrin, T., Selvi, M. H., 2018. Türkiye’de Büyükbaş Hayvancılığın Durumu ve Yıllara Göre Değişimi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 23(2):324-339.
- Toraman, M. C., 2004. Ahır Gübresinin Savurmasız Harman Makinesi ile Parçalanması Olanakları. Yüzüncüyıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 18-25. Van.
- Toruk, F., Ülger, P., 2001. Hayvancılık İşletmelerinde Gübre Mekanizasyonunun Mevcut Durumunun Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül, Şanlıurfa.
- TÜİK, (2020). Bölgesel İstatistikler. Erişim Adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/degiskenlerUzerindenSorgula.do>
- TÜİK, (2022). Enerji İstatistikleri. Erişim Adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Cevre-ve-Enerji-103>
- Türkyılmaz, M. K., 2005. Süt Sığırcılık İşletmelerinde Sağım Robotu Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 2(1): 61-64.
- Uygur, A. M., 2015. İzmir İli Süt Sığırcılığının Mevcut Durumu ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi. S:4. İzmir.
- Üçer, E., 2008. Örnek Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki Süt Sağım Mekanizasyonunda İşgücü Gereksinimleri ve Maliyetlerin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S:32-44. Aydın.
- Ünal, H., Erdoğan, H., Gürcan, S., Satioğlu, S., Özgür, F., 2017. Sıvı Gübre Dağıtma Makinasının Farklı Çalışma Hızlarındaki İşletme Özelliklerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(1), 49-60.
- Ünal, H., Ural, Ş., Bayat, H., 2019. Süt Sağım Makinası Vakum Pompalarında Farklı Vakum Basınçlarının Bazı Parametre Değerlerine Etkilerinin Belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi 8(1): 51-58.
- Yığmatepe, V. K., 2017. Sultansuyu Tarım İşletmesi Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinde Girdi ve Maliyetlerin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 16-26. Tokat.
- Yılmaz, A., 2012. Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi. Aydın.
- Yılmaz, C., 2017. Düşey Tamburlu Ahır Gübresi Dağıtma Makinasının Aydın İlinde Örnek Bir Tarımsal İşletmede Kullanımına İlişkin Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. S: 37-41. Aydın.
- Yumak, H., Toraman, M. C., Uçar, T., 2006. Çiftlik Gübresinin Savurmasız Harman Makinası ile Parçalanması Olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, 6-8 Eylül 2006, Çanakkale.



Konya kapalı havzası sulama şebekelerinde tarımsal su ayak izinin değerlendirilmesi

Evaluation of agricultural water footprint in Konya closed basin irrigation schemes

Belgin ÇAKMAK^{1*} , Elifnaz TORUN² 

^{1,2}Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

¹<https://orcid.org/0000-0003-3557-8411>; ²<https://orcid.org/0000-0003-1712-3819>

To cite this article:

Çakmak, B. & Torun, E. (2023). Konya kapalı havzası sulama şebekelerinde tarımsal su ayak izinin değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 239-252.

DOI: 10.29050/harranziraat.1272930

*Address for Correspondence:

Belgin ÇAKMAK

e-mail:

bcakmak@ankara.edu.tr

Received Date:

29.03.2023

Accepted Date:

24.05.20223

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Su, gıda güvenliğinin sağlanmasında en önemli unsurdur. İklim değişikliğinin su kaynaklarına en önemli etkilerinden biri de kuraklık ve su kıtlığı olarak belirtilmektedir. Özellikle artan sıcaklıklar ve azalan yağışlar sonucu sulama suyu ihtiyacının karşılanamayacağı ve gıda erişilebilirliği ve yeterliliği ve istikrarının tehdit altına girebileceği öngörülmektedir. Sürdürülebilir gıda ihtiyacının karşılanması ve sanayinin ihtiyacı olan tarım ürünlerinin üretilmesi için suyun verimli kullanılması gerekmektedir. Son yıllarda suyun verimli kullanımının değerlendirilmesinde su ayak izi analizleri kullanılmaktadır. Tarımda, su ayak izi düşük olan ürünlerin üretilmesi, mavi su ayak izinin düşürülmesi veya yeşil su ayak izinin yükseltme olanakları araştırılmaktadır. Bu çalışmada Konya Kapalı Havzasındaki sulama şebekelerinde bitkisel üretimde mavi ve yeşil su ayak izi hesaplanarak değerlendirilmiştir. Araştırma alanında, yeşil net sulama suyu ihtiyacı 13059-1280 m³ da⁻¹ arasında, mavi net sulama suyu ihtiyacı ise 166025.81-30950 m³ da⁻¹ arasında elde edilmiştir. Mevsimlik yeşil toplam sulama suyu ihtiyacı 608765.89-59048617.84 m³, mevsimlik mavi toplam sulama suyu ihtiyacı 6529366.65-492393320.21 m³ arasında tespit edilmiştir. Yeşil su ayak izi 605130.28-59048617.84 m³ mavi su ayak izi de 6492626.51- 492393320.21 m³ arasında bulunmuştur. Mavi su ayak izini azaltmak için araştırma alanında yağmur sularının su hasadı teknikleri ile toprakta tutulması sağlanmalı, tarımda suyun verimli kullanımına yönelik önlemler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sulama şebekesi, Konya kapalı havzası, Tarım, Su ayak izi

ABSTRACT

Water is the most important element in ensuring food security. One of the most important effects of climate change on water resources is stated as drought and water scarcity. Especially because of increasing temperatures and decreasing precipitation, it is foreseen that the irrigation need will not be met, and food availability, adequacy and stability may be threatened. It is necessary to use water efficiently in order to meet the need for sustainable food and to produce agricultural products that the industry needs. In recent years, water footprint analysis has been used to evaluate the efficient use of water. In agriculture, the possibilities of producing crops with a low water footprint, reducing the blue water footprint, or increasing the green water footprint are being investigated. In this study, blue and green water footprints in irrigation schemes in Konya Closed Basin in plant production were calculated and evaluated. The need for green net irrigation water was between 13059-1280 m³ da⁻¹, and the need for blue net irrigation water was between 166025,81-30950 m³ da⁻¹. The seasonal green total irrigation water requirement was determined as 608765.89-59048617.84 m³, and the seasonal blue total irrigation water requirement was determined between 6529366.65-492393320.21 m³. Green water footprint was found between 605130.28-59048617.84 m³ and blue water footprint was found between 6492626.51- 492393320.21 m³. To reduce the blue water footprint, rainwater should be kept in the soil with water harvesting techniques in the research area, and measures should be taken to save water and reduce water losses in agriculture.

Key Words: Irrigation scheme, Konya closed basin, agriculture, water footprint

Giriş

Su, stratejik bir kaynak olup gıda güvencesinin temel unsurudur. Sulama, verim arttırıcı bir girdi olup gıda ihtiyacının büyük bir bölümü sulama yapılan tarım alanlarından sağlanmaktadır. Artan nüfusa bağlı olarak gıda ihtiyacının artması tarımsal su ihtiyacını da önemli oranda arttırmaktadır. Bununla birlikte su kirliliği, yağışların giderek azalması ve bilinçsiz su kullanımı kullanılabilir su kaynaklarını kısıtlamakta ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir (Aküzüm ve Çakmak, 2008). İklim değişikliğinin yaşandığı günümüzde, havzalarda sektörel su tahsis planlarının hazırlanarak, plana göre su kaynakları yönetilmeli ve suyun verimli kullanımı sağlanmalıdır.

Dünya genelinde temiz ve sağlıklı suya erişim ile gıda güvenliği sorununun yakın gelecekte ortaya çıkması beklenmektedir. Su güvenliği olmadan gıda güvenliğinin sağlanması mümkün değildir (Çakmak, 2016). Dünyada 2.1 milyar insan temiz içme suyundan, 4.4 milyar insan da güvenli sanitsiyondan yoksun bulunmaktadır (UNICEF, 2017). Suyun azalması, kirlenmesi veya suya erişilememesi; başlıca gıda üretiminin riske girmesi ve göçler gibi birçok soruna yol açacaktır. 2030 yılında su kıtlığı nedeniyle 700 milyon kişinin yaşadığı yerden göç edeceği tahmin edilmektedir.

Ülkemizde ekonomik olarak sulanabilir tarım arazisi 8.5 milyon hektar olarak belirlenmiştir. Bu alanın yaklaşık %54'ü DSİ tarafından 2021 yılı sonuna kadar sulamaya açılmıştır. Böylece ülkemizde diğer kurumlarla birlikte sulamaya açılan toplam alan yaklaşık 6.85 milyon hektara ulaşmıştır. Ülkemizin yıllık kullanılabilir su potansiyeli olan 112 milyar m³'ün 2021 yılı verilerine göre 58.41 milyar m³ 'ü kullanılmıştır. Bunun 45.05 milyar m³ 'ünün (%77) tarımda sulama amaçlı kullanıldığı, 13.36 milyar m³ 'ünün (%23) ise içme-kullanma ve sanayi amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir (Anonim, 2022). Ülkemizin nüfusu, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2021 yılı itibarıyla 84 680 273 ve kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2021 yılında 1,323 m³ 'tür. Bu verilere göre

Türkiye'nin su stresi yaşayan ülkeler arasında yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2022).

Su yönetimi, su kaynaklarının planlı bir şekilde geliştirilmesini, dağıtılmasını ve kullanılmasını kapsamaktadır. Günümüzde su yönetimi, bir taraftan daha az su ile daha fazla gıda üretmek, diğer taraftan da sel ve kuraklıkla mücadele planları hazırlamak, çiftçi eğitim programları yapmak ve çevreyi koruyan sulama teknolojilerini uygulamak zorundadır. Bu nedenle bir taraftan su kayıplarını ve fazla su kullanımını önleyecek tasarruf tedbirleri alınmalı diğer taraftan da suyun verimli kullanımı sağlanmalıdır. Su verimliliği ve su tasarrufu, birbirine yakın ancak farklı kavramlardır. Su verimliliği "bir ürünün veya hizmetin üretiminde en az miktarda su kullanımı" ya da "aynı miktarda su ile daha fazla ürünün ya da hizmetin üretilmesi" olarak tanımlanmaktadır. Su verimliliği, israfın engellenmesi ve azaltılması veya su kullanımından elde edilen faydanın yükseltilmesini, su tasarrufu ise kısıtlı su kullanımını hedeflemektedir.

Son yıllarda su kaynakları yönetiminde, su kullanımı güncel bir gösterge olan su ayak izi analizleri ile değerlendirilmektedir. Bir bireyin, sektör ve/veya ülkenin üretim süreçlerinde kullandığı toplam su hacmi su ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Fakat bir ülkede tüketilen mal ve hizmetlerin tamamı o ülkede üretilmediği için; su ayak izi, yurt içinde üretilen ve ithal edilen ürünlerin üretim sürecinde tüketilen su kaynaklarının toplamını ifade etmektedir (Hoekstra ve Hung, 2003).

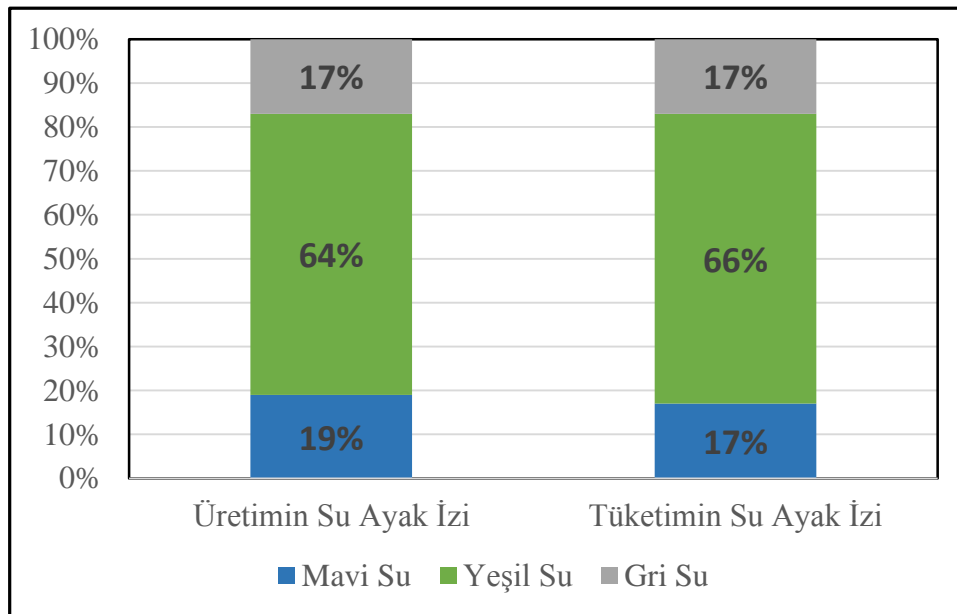
Su ayak izi hem doğrudan su kullanımını hem de üretimdeki dolaylı su kullanımını kapsadığı için geleneksel su kullanım göstergelerinden farklıdır (Hoekstra, 2003). Su ayak izi; mavi, yeşil ve gri su ayak izi olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Mavi su ayak izi; bir ürünü ya da hizmeti üretmek için kullanılan yüzey ve yeraltı tatlı su kaynaklarının toplam hacmidir. Yeşil su ayak izi; bir malın üretiminde kullanılan yağmur suyunun toplamı olarak ifade edilir. Gri su ayak izi; mevcut su kalite standartlarına bağlı olarak, kirlilik yükünün uzaklaştırılması ya da azaltılması için kullanılan tatlı su hacmidir (Hoekstra, 2003). Su kirliliğine

yönelik bir gösterge olup, gri su ayak izi hesaplanırken nüfus ve endüstriyel büyüme dikkate alınır (Çakmak ve Gökalp, 2011).

1996-2005 yılları arasında küresel ölçekte kişi başına düşen ortalama su ayak izi değeri, 1,385 m³ yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu değer Çin'de 1,071, Hindistan'da 1.089 ve ABD'de ise 2,842 m³ yıl⁻¹ olarak belirlenmiştir. Türkiye'de ortalama kişi başına ortalama su ayak izi değeri ise 1,977 m³ yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Hoekstra ve Mekonnen, 2012). Ülkemizde kişi başına ortalama su ayak izi değerinin dünya ortalamasından fazla olduğu görülmektedir.

Üretimin su ayak izi, bir ülke içerisinde üretilen ürünlerin tamamı için gereken toplam su (yeşil, mavi ve gri) miktarı olup bir ülkede suyun nasıl kullanıldığının ve bu kullanımın sürdürülebilir olup olmadığına bir göstergesidir. Türkiye'de 2006-2011 yıllarını kapsayan süreçte üretimin su ayak izi 139.6 milyar m³ yıl⁻¹'dir. Türkiye'nin üretiminde

ve tüketiminde, en büyük payı yeşil su ayak izi almaktadır (Şekil 1). Bu durum, Türkiye'de üretim ve tüketimin yağış miktarına ve iklim koşullarına bağlı olduğunun göstergesidir. Üretimin su ayak izinin %89'unu tarım sektörü, %7'sini evsel kullanım ve %4'ünü ise endüstriyel kullanım oluşturmaktadır. Tarım sektöründe, bitkisel üretimin su ayak izinin yaklaşık %66'sını yeşil, yaklaşık %20'sini ise mavi su ayak izi oluşturmaktadır (WWF Türkiye, 2014). Tüketimin su ayak izi; bir ülkede tüketilen mal ve hizmetlerin üretiminde kullanılan tatlı su miktarı olup Türkiye'de tüketimin su ayak izi 140.2 milyar m³ yıl⁻¹'dir. Tüketimin su ayak izinde, %66 ile yeşil su ayak izi, %17 mavi su ayak izi ve %17 ile gri su ayak izi pay almaktadır. Sektörler arasında tarım %89 ile tüketimin su ayak izinde en yüksek orana sahiptir. Endüstriyel ve evsel kullanım, tüketimin su ayak izinin sırasıyla %6'sını ve %5'ini oluşturur (WWF Türkiye, 2014).



Şekil 1. Bileşenlerine göre Türkiye'de üretimin ve tüketimin su ayak izi (WWF Türkiye, 2014)

Figure 1. Water footprint of production and consumption in Turkey by components (WWF Turkey, 2014)

Bu çalışmada Konya Kapalı Havzası sulama şebekelerinde 2021 yılı verilerine göre bitkisel üretimin mavi ve yeşil su ayak izi hesaplanarak tarımsal su ayak izi değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Konya ilinde 1 858 692 ha alanda tarım yapılmaktadır. Konya ilinde, Çiftçi Kayıt ve Türkvat

Sistemine kayıtlı toplam 133629 çiftçi ile tarımsal faaliyet yapılmaktadır. Yıllık yağış miktarı 300-760 mm arasında değişmektedir. Konya ilinde 609 299 ha alanda sulu tarım yapılmaktadır. Konya ilinde ideal koşullarda toplam tarım alanı 1 858 692 ha olup bitki su ihtiyacı; 4.1 milyar m³ hesaplanmıştır. Yeraltı ve yerüstü kullanılabilir su miktarı ise; 3.1 milyar m³ olup mevcut sulanan alanlar için su potansiyelinin yeterli olmadığı görülmektedir

(KTOM, 2022).

Bu çalışmada Konya Kapalı Havzası sulama şebekeleri materyal olarak alınmıştır (Çizelge 1). Sulama şebekelerinin 2021 yılı verileri göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Sulama

şebekelerine ilişkin veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) raporlarından temin edilmiştir (Anonim, 2022). Bitkilere ilişkin veriler ise TAGEM tarafından geliştirilen SUET yazılım uygulamasından alınmıştır.

Çizelge 1. Konya kapalı havzası sulama şebekeleri (Anonim, 2022)

Table 1. Konya closed basin irrigation schemes (Anonymous, 2022)

Sulama şebekesi <i>Irrigation scheme</i>	İşletmeye açıldığı yıl <i>Year of operation</i>	İşleten teşkilat <i>Operating organization</i>	Sulama alanı (ha) <i>Irrigation area (ha)</i>	Sulanan alan (ha) <i>Irrigated area (ha)</i>
Çumra	1912	Sulama Birliği	59560	59555
Altınapa	1968	Konya Büyükşehir Belediyesi	1015	260
Kireli	2002	Sulama Birliği	10511	1471
İvriz	1983	Sulama Birliği	36108	36108
Damlapınar	2015	Sulama Birliği	1020	479
Suğla	1998	Sulama Birliği	9530	5709
Gembos-Yeşildağ	2012	Sulama Birliği	3007	1193
Seydişehir	2014	Sulama Birliği	7202	3344
Gevrekli	1987	Sulama Birliği	4438	2138

Bir ülkedeki ulusal su ayak izi, tarımsal, evsel ve endüstriyel sektörlerden kaynaklanan su ayak izlerinin toplamına eşit olmaktadır. Farklı ülkelerde bitkisel üretimin ve bitkilerin su ayak izleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir. Ülkelerin beslenme alışkanlıkları, bitkisel ürünlerin tüketimini etkilemekte ve su ayak izi farklılık göstermektedir. Benzer şekilde bitki su tüketimi ve yağışlara bağlı olarak bitkilerin de su ayak izi yetiştiği ülke/bölgeye göre değişmektedir. Yeşil su ayak izi, tarımsal üretimin yağışlara bağlı olduğunu göstermektedir. Mavi su ayak izi ise, bitkisel üretimde sulamanın ve suyun verimli kullanımının önemini vurgulamaktadır (WWF Türkiye, 2014).

Bu çalışmada bitkisel üretimin su ayak izinin belirlenmesinde Chapagain ve Hoekstra (2004) tarafından geliştirilen su ayak izi yöntemi kullanılmıştır. Bitkisel üretimde, su ayak izi büyük ölçüde bitkilerin su tüketim miktarlarına bağlıdır. Su ayak izinin belirlenmesi akış şeması Şekil 2'de verilmiştir. Bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan su, yağışlar ve sulama suyu olmak üzere iki temel

unsurdan oluşmaktadır. Araştırma alanında, Chapagain ve ark. (2006) tarafından geliştirilen su ayak izi yöntemiyle $m^3 \text{ yıl}^{-1}$ ve $m^3 \text{ ton}^{-1}$ cinsinden su ayak izi değerleri hesaplanmıştır. Yeşil ve mavi su ihtiyacı, CROPWAT 8.0 programı ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar için gerekli meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden alınmıştır.

Bitkisel üretimin su ayak izi, ülkede yetiştirilen bitkilerin su ayak izlerinin toplamıdır. Bitkisel üretimin su ayak izinin hesaplanabilmesi için öncelikle yeşil ve mavi bitki su tüketiminin hesaplanması gerekmektedir (Chapagain ve Hoekstra, 2004). Bu çalışmada bitki su tüketimi ile etkili yağış CROPWAT 8.0 programı ile hesaplanmış ve etkili yağışın belirlenmesinde USDA-SCS modülü kullanılmıştır. Araştırma alanındaki sulama şebekelerinde 2021 yılı bitki deseni Çizelge 4'te verilmiştir. Bitki su tüketimi (ET, $m^3 \text{ ha}^{-1}$), mavi ve yeşil su ihtiyacının toplamı olarak hesaplanmaktadır (Chapagain ve Hoekstra, 2004).

Çizelge 2. 1996-2005 yıllarını kapsayan süreçte bazı ülkelerin bitkisel üretimden kaynaklanan ortalama su ayak izleri (milyar m^3 yıl $^{-1}$) (Mekonnen ve Hoekstra, 2011a)

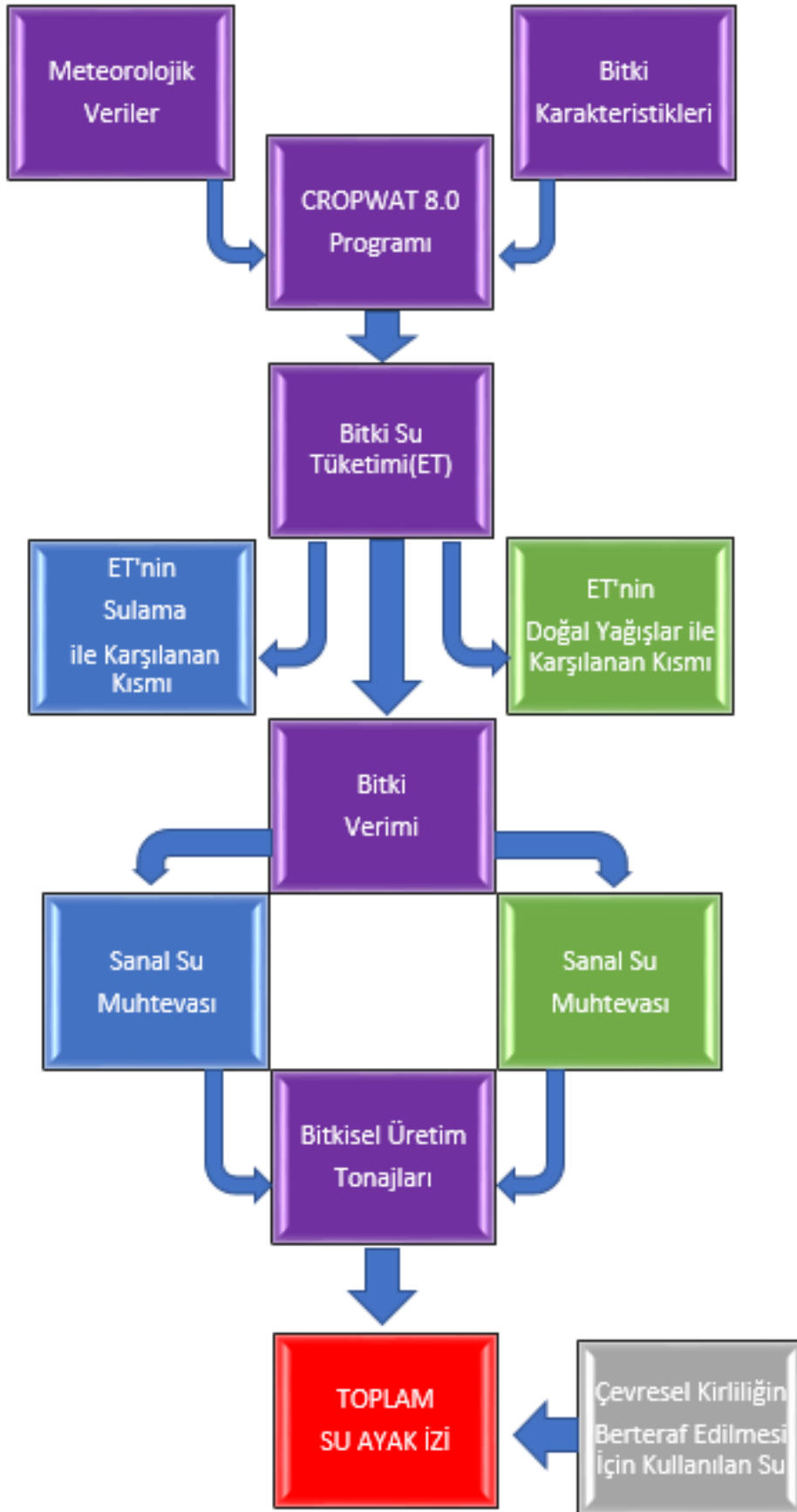
Table 2. Average water footprints (billion m^3 year $^{-1}$) from crop production in some countries over the period 1996-2005 (Mekonnen and Hoekstra, 2011a)

Ülke Country	Yeşil Green	Mavi Blue	Gri Grey	Toplam Total
Hindistan / India	716.0	231.4	99.4	1046.8
Çin / China	623,9	118.9	223.8	966.6
ABD / USA	612.0	95.9	118.2	826.1
Rusya / Russia	304.8	10.4	11.6	326.8
Brezilya / Brazil	303.7	8.9	16.0	328.6
Endonezya / Indonesia	285.5	11.5	20.9	317.9
Nijerya / Nigeria	190.6	1.1	0.6	192.3
Arjantin / Argentina	157.6	4.3	5.0	166.9
Kanada / Canada	120.3	1.6	18.2	140.1
Türkiye / Turkey	75.7	15.2	9.4	100.3
İran / Iran	43.0	39.8	8.8	91.6
Pakistan / Pakistan	40.6	74.3	21.8	136.7
Suriye / Syria	14.0	6.9	2.4	23.3
Irak / Iraq	9.0	12.7	2.2	23.9
Dünya / World	5771	899	733	7404

Çizelge 3. Bazı bitkilerin dünya ortalaması olarak su ayak izleri (m^3 ton $^{-1}$) (Mekonnen ve Hoekstra, 2011a)

Table 3. Water footprints (m^3 ton $^{-1}$) of some crops as world average (Mekonnen and Hoekstra, 2011a)

Bitkiler Crops	Yeşil Green	Mavi Blue	Gri Grey	Toplam Total
Buğday /Wheat	1 277	342	207	1826
Silajlık mısır / Silage maize	947	81	194	1222
Sorgum /Sorghum	2857	103	87	3047
Patates / Patato	191	33	63	287
Ş.Pancar /Sugar beet	82	26	25	133
Fasulye / Bean	320	54	188	562
Badem / Almond	4632	1908	1507	8047
Ceviz / Walnut	2805	1299	814	4918
Zeytin / Olive	2470	499	45	3014
Ayçiçeği / Sunflower	3017	148	201	3366
Kavun / Melon	5087	56	41	5184
Pamuk / Cotton	2282	1306	440	4028
İspanak / Spinach	118	14	160	292
Domates / Tomato	108	63	43	214
Hıyar /Cucumber	206	42	105	353
Patlıcan / Eggplant	234	33	95	362
Soğan / Onion	192	88	65	345
Muz / Banana	660	97	33	790
Limon / Lemon	432	152	58	642
Elma /Apple	561	133	127	821



Şekil 2. Tarımsal su ayak izi akış şeması (Avcı ve ark., 2022)

Figure 2. Agricultural water footprint flow chart (Avcı et al., 2022)

Çizelge 4. Araştırma alanındaki sulama şebekelerinde 2021 yılı bitki deseni (%) (Anonim, 2022)
Table 4. Plant pattern (%) in irrigation schemes in the research area in 2021 (Anonymous, 2022)

Bitki çeşidi Crop type	Sulama şebekeleri Irrigation schemes								
	Çumra	Altınapa	Kireli	İvriz	Damlapınar	Suğla	Gembos- Yeşildağ	Seydişehir	Gevrekli
Hububat Cereals	55.00	-	34.00	48.00	3.00	27.00	11.00	23.00	17.00
Şekerpancarı Sugarbeet	8.00	-	59.00	1.00	17.00	20.00	-	29.00	39.00
Yem Bitkisi Forage Crops	2.00	-	1.00	5.00	37.00	6.00	4.00	3.00	4.00
Baklagil Legume	4.00	-	-	-	12.00	7.00	58.00	20.00	1.00
Patates Potato	-	-	-	-	1.00	1.00	-	1.00	4.00
Haşhaş (Kapsül) Poppy (Capsules)	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-
Haşhaş (Tohum) Poppy (Seed)	1.00	-	-	-	6.00	17.00	-	17.00	26.00
Bostan Orchard	17.00	-	5.00	14.00	17.00	20.00	9.00	3.00	3.00
Mısır Maize	2.00	-	-	5.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00
Sebze Vegetable	-	100.00	1.00	-	1.00	-	10.00	-	-
Meyve Fruit	11.00	-	-	27.00	-	-	2.00	-	2.00
Ayçiçeği Sunflower	-	-	-	-	-	-	4.00	-	-
Çilek Strawberry	-	-	-	-	1.00	1.00	-	3.00	2.00

Yeşil bitki su tüketimi, bitki su tüketiminin etkili yağış miktarı ile karşılanan miktarıdır. Etkili yağışın (P_e) bitki su tüketimine eşit veya fazla olması durumunda yeşil bitki su tüketimi, bitki su tüketimine eşit olmaktadır (Eşitlik 1). Bitki su tüketiminin etkili yağıştan fazla olduğu durumda ise yeşil bitki su tüketimi P_e 'ye eşit olmaktadır (Eşitlik 2).

$$ET \leq P_e \quad \text{ise} \quad ET_{\text{yeşil}} = ET \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$ET > P_e \quad \text{ise} \quad ET_{\text{yeşil}} = P_e \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Eşitliklerde; ET_{mavi} , bitki su tüketiminin yüzey ve yeraltı suyundan karşılanan miktarı (mm); $ET_{\text{yeşil}}$, bitki su tüketiminin yağışlardan karşılanan miktarı (mm); P_e , etkili yağışı, ET ise bitki su tüketimini ifade etmektedir.

Bitki su tüketimi ile etkili yağış miktarı arasındaki fark mavi bitki su tüketimi veya net sulama suyu miktarı olarak ifade edilmektedir. Bitki su tüketiminin etkili yağış miktarına eşit ve/veya fazla olduğu durumda mavi bitki su tüketimi (d_n , $ET_{\text{mavi-teorik}}$), bitki su tüketimi ile etkili yağış miktarı arasındaki farkta eşit olup Eşitlik 3 ile hesaplanmaktadır. Etkili yağış miktarının bitki su tüketiminden fazla olduğu durumda ise sulamaya ihtiyaç kalmayacağından mavi bitki su tüketimi sıfıra eşit olmaktadır (Eşitlik 4).

$$ET \geq P_e \quad \text{ise} \quad ET_{\text{mavi-teorik}} = ET - P_e \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$ET < P_e \quad \text{ise} \quad ET_{\text{mavi-teorik}} = 0 \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Mavi bitki su tüketimi (d_n , $ET_{\text{mavi-teorik}}$), teorik olarak bitki tarafından ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarını ifade etmektedir. Bu miktar, sulama

suyunun kaynaktan bitkiye ulaşması sırasında oluşan su kayıplarını kapsamamaktadır. Bu nedenle, mavi bitki su tüketimi (d_n , $ET_{mavi-teorik}$) sulama randımanına (E) bölünerek toplam sulama suyu ihtiyacı hesaplanmaktadır. Bitki su tüketiminin su ayak izi bileşenleri ($m^3 ha^{-1}$), bitkinin büyüme mevsimindeki yeşil ve mavi bitki su ihtiyacı (su ihtiyacı WR, mm gün⁻¹) miktarlarına bağlı değerlerdir. Bu bileşenler ($m^3 ha^{-1}$), aşağıdaki eşitliklerden faydalanılarak hesaplanmaktadır.

$$WR_{mavi} = WR_{mavi-teorik}/E \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$WR_{yeşil}(m^3 yıl^{-1}) = WR_{yeşil}(m^3 ha^{-1}) \times \text{Sulanan alan (ha yıl}^{-1}) \quad (\text{Eşitlik 8})$$

$$WR_{mavi}(m^3 yıl^{-1}) = WR_{mavi}(m^3 ha^{-1}) \times \text{Sulanan alan (ha yıl}^{-1}) \quad (\text{Eşitlik 9})$$

Birim üretim miktarı başına yeşil ve mavi su ayak izi ($m^3 ton^{-1}$) bileşenleri; bitki yetiştirme mevsimi boyunca kullanılan yeşil ve mavi su hacminin ($m^3 yıl^{-1}$) yıllık üretim miktarına ($ton yıl^{-1}$) bölünmesiyle (Eşitlik 10 ve Eşitlik 11) hesaplanmaktadır (Mekkonen ve Hoekstra, 2011b). Yeşil ve mavi su ayak izi bileşenleri

$$WR_{yeşil}(m^3 ton^{-1}) = WR_{yeşil}(m^3 yıl^{-1}) \times \text{Üretim miktarı (ton yıl}^{-1}) \quad (\text{Eşitlik 10})$$

$$WR_{mavi}(m^3 ton^{-1}) = WR_{mavi}(m^3 yıl^{-1}) \times \text{Üretim miktarı (ton yıl}^{-1}) \quad (\text{Eşitlik 11})$$

$$V = P/A \quad (\text{Eşitlik 12})$$

$$SSM_{mavi} = ET_{mavi}/V \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$SSM_{yeşil} = ET_{yeşil}/V \quad (\text{Eşitlik 14})$$

$$SSM_{toplam} = SSM_{mavi} + SSM_{yeşil} \quad (\text{Eşitlik 15})$$

$$SA_{toplam} = \sum SSM \times P \quad (\text{Eşitlik 16})$$

Eşitliklerde;

V = verim ($ton ha^{-1}$),

P= üretim miktarı (ton),

A= ekilen alan (ha),

SSM_{mavi} = mavi sanal su muhtevası ($m^3 ton^{-1}$),

$SSM_{yeşil}$ = yeşil sanal su muhtevası ($m^3 ton^{-1}$),

SSM_{toplam} = toplam sanal su muhtevasıdır ($m^3 ton^{-1}$)

ve

SA= Su ayak izidir (m^3).

CROPWAT 8.0 programında Penman-Monteith yöntemi ile araştırma alanına ait bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra araştırma alanı için üretim miktarı, bitki su tüketimi, sulanan

$$WR_{yeşil}(m^3 ha^{-1}) = 10 \sum WR_{yeşil}(mm) \quad (\text{Eşitlik 6})$$

$$WR_{mavi}(m^3 ha^{-1}) = 10 \sum WR_{mavi}(mm) \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Yetiştirme mevsiminde yeşil, mavi ve toplam su ayak izi değerleri; bitkisel üretim için kullanılan suyun toplam hacmi ($m^3 yıl^{-1}$) cinsinden hesaplanmaktadır. Kullanılan yıllık su hacmini gösteren ($m^3 yıl^{-1}$) su ayak izi göstergesi, $m^3 ha^{-1}$ cinsinden elde edilen su ayak izi değeri ile sulama yapılan alan (ha) değerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır.

toplanarak $m^3 ton^{-1}$ cinsinden toplam su ayak izi değeri bulunmaktadır (Chapagain, 2006; Muratoğlu, 2018). Her bitkinin su ayak izi (m^3) ise sanal su muhtevası (SSM) ile üretim miktarının çarpımıyla (Eşitlik 16) elde edilmektedir (Chapagain ve Hoekstra, 2004).

ekim alanı, sulama şebekelerinin özellikleri, sulama randımanı kullanılarak bitkisel üretimin mavi ve yeşil su ayak izi hesaplanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırmada materyal olarak alınan Konya Kapalı Havzasında bulunan 9 sulama şebekesinde, yeşil, mavi ve toplam net sulama suyu ihtiyacı belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'te görüldüğü üzere sulama randımanı en düşük Kireli sulama şebekesinde %22, en yüksek ise Çumra sulama şebekesinde %75'tir. Sulanan alan en az Damlapınar sulama şebekesinde 479 ha, en fazla ise Çumra sulama şebekesinde 58560 ha'dır. Yeşil su ihtiyacı ($WR_{yeşil}$) en fazla Damlapınar'da $13059 m^3 ha^{-1}$ ve en az Altınapa'da $1280 m^3 ha^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni, Damlapınar sulama alanında yaklaşık %30 hububat ve baklagil, Altınapa'da ise sadece meyve

yetiştirilmesidir. Mavi su ihtiyacı (WR_{mavi}) ise en fazla Seydişehir'de $166025.81 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ve en az Altınapa'da $30950 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak elde edilmiştir (Şekil 3). Su tüketim miktarı yüksek olan şekerpancarı (%29), baklagil (%20) ve bostan (%17) yetiştirildiği için Seydişehir sulama alanında mavi su ihtiyacı yüksektir. Altınapa'da sulanan alan oldukça küçük olup 100 ha 'dır.

Araştırma alanındaki sulama şebekelerinde mevsimlik yeşil, mavi ve toplam sulama suyu ihtiyaçları Çizelge 6'da verilmiştir. Mevsimlik yeşil ve mavi sulama suyu ihtiyacı en fazla Çumra sulama şebekesinde, en az ise Damlapınar sulama

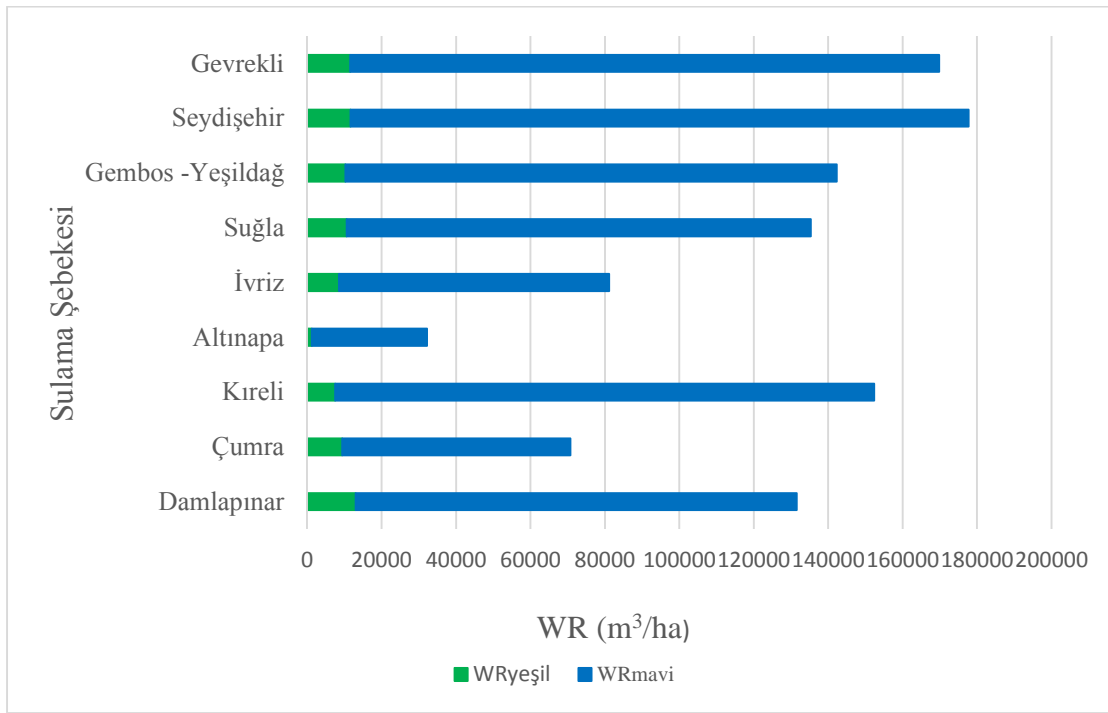
şebekesinde elde edilmiştir (Şekil 4). Toplam mevsimlik sulama suyu ihtiyacını; sulama randımanı, bitki su tüketimi ve bitkinin ekim alanı etkilemektedir. Araştırma alanında sulama randımanı en düşük Kireli sulamasında, birim alan için yeşil ve mavi net sulama suyu ihtiyacı $7553 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ve $144772.27 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ile mevsimlik yeşil ve mavi sulama suyu ihtiyacı 1229623.61 m^3 ve 30740255.93 m^3 olarak belirlenmiştir. Sulama randımanı en yüksek Çumra sulamasında ise mevsimlik yeşil toplam sulama suyu ihtiyacı 59048617.84 m^3 , mevsimlik mavi toplam sulama suyu ihtiyacı 492393320.21 m^3 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Araştırma alanında 2021 yılına ilişkin birim alan için yeşil ve mavi net sulama suyu ihtiyacı
Table 5. Green and blue irrigation water requirement per unit area for 2021 in the research area

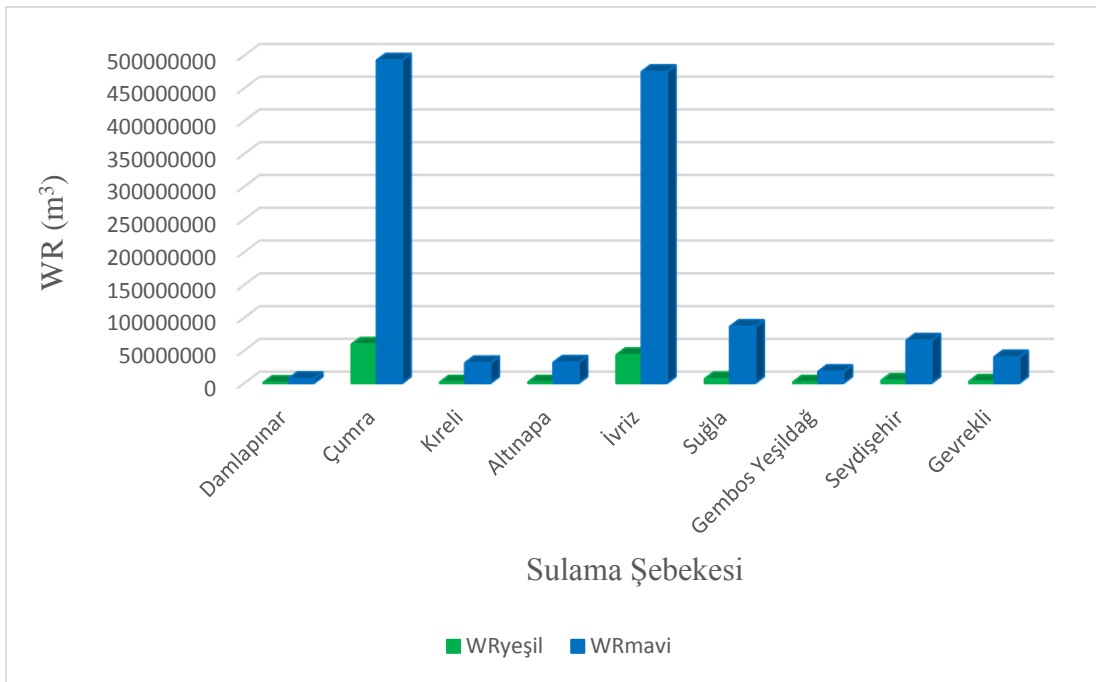
Sulama Şebekesi Irrigation Scheme	Sulanan Alan (ha) Irrigated Area (ha)	$WR_{yeşil}$ ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) WR_{green} ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	WR_{mavi} ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) WR_{blue} ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	WR_{toplam} ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) WR_{total} ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
Damlapınar	479.00	13059.00	118508.77	131567.77
Çumra	59555.00	9449.00	61286.13	70735.13
Kireli	1471.00	7553.00	144772.27	152325.27
Altınapa	260	1280.00	30950.00	32230.00
İvriz	36108.00	8598.00	72550.00	81148.00
Suğla	5709.00	10633.00	124717.50	135350.50
Gembos -Yeşildağ	1193.00	10315.00	132002.70	142317.70
Seydişehir	3344.00	11693.00	166025.81	177718.81
Gevrekli	2138.00	11596.00	158213.51	169809.51
Ortalama Average	12250.78	9352.89	112114.08	121466.97
Toplam Total	110257.00	84176.00	1009026.69	1093202.69

Çizelge 6. Araştırma alanında 2021 yılına ilişkin mevsimlik yeşil ve mavi toplam sulama suyu ihtiyacı
Table 6. Seasonal green and blue total irrigation water requirement for 2021 in the research area

Sulama Şebekesi Irrigation Scheme	Sulama Randımanı (%) Irrigation efficiency (%)	$WR_{yeşil}$ (m^3) WR_{green} (m^3)	WR_{mavi} (m^3) WR_{blue} (m^3)	WR_{toplam} (m^3) WR_{total} (m^3)
Damlapınar	57.00	608765.89	6529366.65	7138132.54
Çumra	75.00	59048617.84	492393320.21	551441938.1
Kireli	22.00	1229623.61	30740255.93	31969879.54
Altınapa	24.00	1299200.00	31414250.00	32713450
İvriz	54.00	43052823.96	474925379.33	517978203.3
Suğla	40.00	6412348.80	86076876.60	92489225.4
Gembos- Yeşildağ	37.00	1295860.46	17361664.51	18657524.97
Seydişehir	31.00	3809518.24	65095166.97	68904685.21
Gevrekli	37.00	2440655.28	39583163.14	42023818.42
Ortalama Average		13244157.12	138235493.7	151479650.8
Toplam Total		119197414.09	1212705193.34	1363316857.48



Şekil 3. Araştırma alanında yeşil ve mavi sulama suyu ihtiyacı ($m^3 ha^{-1}$)
Figure 3. Green and blue irrigation water requirement ($m^3 ha^{-1}$) in the research area



Şekil 4. Araştırma alanında mevsimlik yeşil ve mavi sulama suyu ihtiyacı (m^3)
Figure 4. Seasonal green and blue irrigation water requirement (m^3) in the research area

Üretim miktarı ve verim değerlerinden yararlanılarak mavi ve yeşil sanal su muhtevası ile su ayak izi değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 8). Yeşil sanal su muhtevası en fazla $3743.87 m^3 ton^{-1}$ ile Damlapınar sulama şebekesinde, en az $64.00 m^3 ton^{-1}$ ile Altınapa sulama şebekesinde elde edilmiştir. Mavi sanal su muhtevası ise en fazla Gevrekli sulama şebekesinde $29050.33 m^3 ton^{-1}$, en az Altınapa sulama şebekesinde $1547.50 m^3 ton^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Yeşil su ayak

izi en düşük Damlapınar sulama şebekesinde $605130.28 m^3$, en fazla Çumra sulama şebekesinde $59048617.84 m^3$ olarak elde edilmiştir. Mavi su ayak izi de en düşük Damlapınar sulama şebekesinde $6492626.51 m^3$, en fazla Çumra sulama şebekesinde $492393320.21 m^3$ olarak tespit edilmiştir. Araştırma alanında göz önüne alınan sulama şebekelerinde toplam yeşil su ayak izi yaklaşık $0.119 \times 10^9 m^3$, toplam mavi su ayak izi de yaklaşık

1.241x10⁹ m³tür. Ülkemizde bitkisel üretimde yeşil ve mavi su ayak izi sırasıyla 75.7 ve 15.2 milyar m³ yıl⁻¹ olarak belirlenmiştir (Mekonnen ve Hoekstra, 2011a). Araştırma alanında, dünya genelinin aksine yağışların azalması ve yağışlardan yeterince yararlanılamaması nedeniyle yeşil su ayak izi daha düşük elde edilmiştir.

Iraz (2021), Fırat havzasında tarımsal üretimde yeşil, mavi ve gri su ayak iz değerlerini sırasıyla 6.33 milyar m³, 15.89 milyar m³ ve 3.07 milyar m³

olarak saptamıştır. Yapılan bir başka çalışmada, Türkiye’de 97 adet bitki göz önüne alınarak toplam tarımsal su ayak izi 106.85 milyar m³ olarak belirlenmiştir. Toplam su ayak izinin %44’ü yeşil su ayak izi ve %56’sı ise mavi su ayak izi olarak belirlenmiştir. Tahıl grubu bitkilerde en yüksek mavi ve yeşil su ayak izi buğdayda elde edilmiştir. Mısır, buğday, şeker pancarı, yonca, gibi bitkilerin su ayak izlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Avanoz, 2020).

Çizelge 7. Araştırma alanındaki sulama şebekelerinde 2021 yılı bitki verimleri (kg da⁻¹)

Table 7. Plant yields (kg da⁻¹) in 2021 in irrigation schemes in the research area

Bitki çeşidi Crop type	Sulama şebekeleri Irrigation schemes									
	Çumra	Altnapa	Kireli	İvriz	Damlapınar	Suğla	Gembos Yeşildağ	Seydişehir	Gevrekli	
Hububat Cereals	670	-	350	420	350	530	500	400	450	
Şekerpancarı Sugarbeet	6 660	-	7 100	6 800	6 000	6 000	-	6000	6 000	
Yem Bitkisi Forage Crops	1 200	-	2 000	850	2 000	600	2 000	2 000	600	
Baklagil Legume	350	-	-	-	200	200	200	200	200	
Patates Potato	-	-	-	-	4 000	4 000	-	6 000	5 000	
Haşhaş (Kapsül) Poppy (Capsules)	-	-	-	-	50	-	-	-	-	
Haşhaş (Tohum) Poppy (Seed)	-	-	-	-	55	-	-	-	-	
Bostan Orchard	200	-	-	-	2 500	1 500	-	120	200	
Mısır Maize	1 440	-	5 000	4 000	5 000	6 000	5 000	6 000	6 000	
Sebze Vegetable	500	-	-	4 000	500	600	500	600	1 600	
Meyve Fruit	-	2 000	1 000	-	2 500	-	4 500	-	-	
Ayçiçeği Sunflower	165	-	-	300	-	-	200	-	250	
Çilek Strawberry	-	-	-	-	-	-	1 500	-	-	
Diğer Other	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Ülkemizde su ayak izi ile ilgili bir başka çalışmada Dicle havzasında buğday, fıstık, mısır, pamuk ve üzüm gibi yaygın olarak tarımı yapılan bitkilerin su ayak izi değerleri hesaplanmıştır. Tarımsal üretimde verimliliğin artırılması ve su kayıplarının azaltılması koşuluyla yeşil su ayak izi en yüksek olan buğday bitkisinin ekiminin teşvik

edilmesi önerilmiştir (Muratoğlu, 2018). Muratoğlu (2019), 2010-2018 yılları için Yukarı Dicle Havzasında mavi, yeşil ve yıllık ortalama su ayak izi değerlerini sırasıyla 3.4x10⁹ m³ yıl⁻¹, 3.7x10⁹ m³ yıl⁻¹ ve 7.2x10⁹ m³ yıl⁻¹ olarak saptamıştır.

Muratoğlu (2020), Diyarbakır ilinde tarımsal

üretimin su ayak izinin mavi ve yeşil bileşenlerini sırasıyla $1.43 \times 10^6 \text{ m}^3$ ve $1.50 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tarımsal faaliyetlerde kullanılan mavi su oranının %49'a karşılık geldiği bildirilmiştir. Küresel ölçekte 1996-2005 yıllarında yapılan araştırmada tarımsal aktivitelerde yeşil su oranı %78, mavi su oranı %12 ve gri su oranı %10 olarak belirlenmiştir. Bu rakamlar, yeşil suyun küresel gıda üretimindeki önemini doğrulamaktadır. Mavi su ayak izinin fazla olduğu bölgeler genellikle kurak-yarı kurak bölgelerdir. Küresel olarak kuru tarımda su verimliliğini artırarak verim düzeyini dört katına kadar artırmanın mümkün olduğu belirtilmektedir. Ancak, kurak- yarı kurak bölgelerde mavi su uygulanmadığı takdirde, küresel olarak mevcut tahıl üretimi önemli ölçüde düşecektir (Mekonnen ve Hoekstra, 2011a, 2011b).

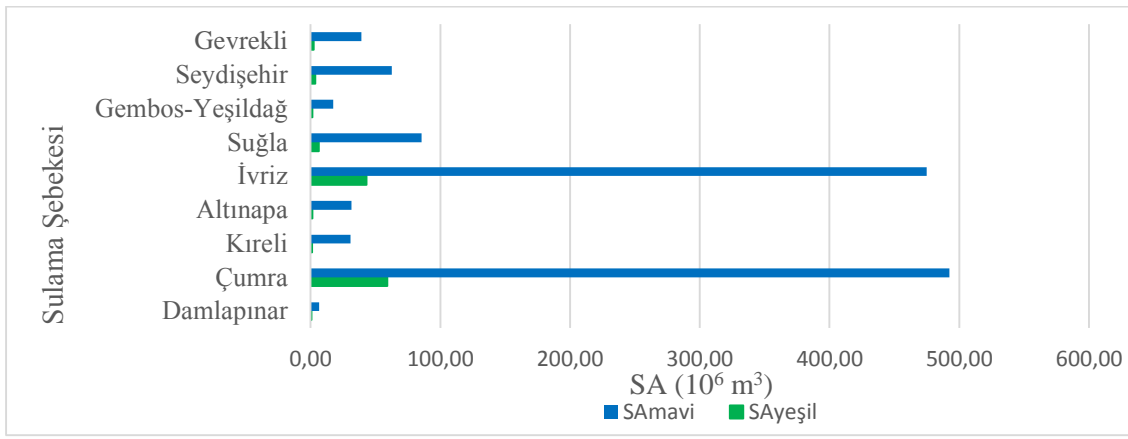
Yerli ve ark. (2019), Van ilinde yaptıkları çalışmada yörede yaygın olan yetiştirilen bitkilerin su ayak izi değerlerini hesaplamıştır. Araştırma sonucunda en yüksek su ayak izi yonca bitkisine ait olup $638\ 827\ 875 \text{ m}^3$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda su ayak izi yüksek olan yonca bitkisi yerine ekonomik değeri daha yüksek ve su ayak izi daha az olan ürünlerin yetiştirilmesi önerilmiştir.

Ülkemizde farklı bölgelerde farklı araştırmacılar tarafından yürütülen su ayak izi analizlerinde elde edilen sonuçlar yukarıda özetlenmiştir. Yapılan çalışmalarda bitkisel üretimde mavi su ayak izi yeşil su ayak izine göre daha yüksek belirlenmiştir. Araştırma alanında elde edilen su ayak izi değerlerinin ülkemiz genelinde tespit edilen su ayak izi değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 8. Araştırma alanındaki sulama şebekelerine ait sanal su muhtevası ve su ayak izi değerleri

Table 8. Virtual water content and water footprint values of irrigation schemes in the research area

Sulama Şebekesi <i>Irrigation Scheme</i>	SSM _{yeşil} ($\text{m}^3 \text{ ton}^{-1}$) VWC_{green} ($\text{m}^3 \text{ ton}^{-1}$)	SSM _{mavi} ($\text{m}^3 \text{ ton}^{-1}$) VWC_{blue} ($\text{m}^3 \text{ ton}^{-1}$)	SA _{yeşil} (m^3) WF_{green} (m^3)	SA _{mavi} (m^3) WF_{blue} (m^3)	SA _{toplam} (m^3) WF_{total} (m^3)	SA _{toplam} (10^6 m^3) WF_{total} (10^6 m^3)
Damlapınar	3743.87	15711.4 2	605130.28	6492626.51	7097756.79	7.10
Çumra	1858.41	14323.7 6	59048617.84	492393320.21	551441938.05	551.44
Kireli	597.49	13071.3 0	1229623.61	30740255.93	31969879.54	31.97
Altınapa	64.00	1547.50	1299200.00	31414250.00	32713450.00	32.71
İvriz	819.50	9520.46	43052823.96	474925379.33	517978203.29	517.98
Suğla	1449.09	15004.4 2	6369017.49	85465157.25	91834174.74	91.83
Gembos-Yeşildağ	2591.01	24507.8 6	1295860.46	17361664.51	18657524.97	18.66
Seydişehir	1819.60	28503.2 3	3667063.84	62659332.65	66326396.49	66.33
Gevrekli	2147.26	29050.3 3	2408200.44	39076977.19	41485177.63	41.49
		Ortalama Average	13219504.21	137836551.5	151056055.72	151.06
		Toplam Total	118975537.9 2	1240528963.5 9	1359504501.5 1	1359.5



Şekil 5. Araştırma alanındaki sulama şebekelerine ait su ayak izi değerleri

Figure 5. Water footprint values of irrigation schemes in the research area

Öneriler

Dünyada son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle tarımsal ürünlerde kayıplar yaşanmaktadır. Kuraklıktan etkilenen alanların ve kuraklığın şiddetinin önemli ölçüde artacağı ve 2050 yılında su kıtlığı yaşanacağı beklenmektedir. Bu noktada suyun verimli kullanımı gerekmektedir. Suyun verimli kullanımı için su ayak izinin azaltılması esastır. Genellikle gelişmiş ülkelerde su ayak izi değerleri daha düşük olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise yüksek su ayak izi değerleri, birim üretim için daha fazla su kullanımından kaynaklanmaktadır.

Bitkisel üretimde suyun verimliliğini arttırmak için su ayak izinde yağışlardan daha fazla yararlanmak ve yeşil su kullanım etkinliğini arttırmak gereklidir. Bu amaçla bitki deseninin değiştirilmesi ya da bitkilerin ekim-hayat takviminin yağışlardan yararlanılacak döneme getirilmesine yönelik ulusal/bölgesel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Su kaynaklarının verimli kullanımının sağlanması için yeşil sudan daha fazla faydalanmaya ve mavi sudan tasarruf sağlamaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Yeşil su ayak izinin arttırılması, yağışlardan en üst düzeyde yararlanarak mümkün olabilir. Bu amaçla su hasadı tekniklerinin uygulanması ve uygun bitki deseni planlaması ile yağışlar toprakta tutulmalıdır.

Türkiye’de su kaynaklarının planlama ve yönetiminde su ayak izi göz önüne alınmalıdır. Kalkınma planlarında su yönetim strateji ve hedeflerinde su ayak izine yer verilmelidir. Su

ayak izini azaltmadan suyun verimli kullanımı mümkün değildir. Böylece hem su tasarrufu sağlanarak etkin su kullanımı gerçekleşecek hem de daha az su ile daha fazla mal ve hizmet üretilmiş olacaktır. İklim değişikliğinin Türkiye’yi etkilediği, kuraklık ve çölleşme belirtilerinin görüldüğü bir gerçektir. Bu durumda tarımda, yeşil su ayak izini arttıracak su verimliliği uygulamalarına önem verilmelidir.

Su ayak izini azaltmak, suyun verimli kullanımını sağlamak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak, tüm paydaşların ortak bir politika izlemesi ile mümkün olabilir. Türkiye’nin su kaynaklarına yönelik muhtemel riskler ve tehditler belirlenmeli ve bunları gidermeye/azaltmaya yönelik önlemler alınmalı, su ayak izi analizleri yapılmalı, kalkınma planlarında sektörlere yönelik stratejiler su politikaları ile bütünleştirilmeli, sektörlerde üretim zincirleri boyunca su kullanımı izlenmelidir.

Türkiye’de suyun verimli kullanımı için tüm sektörlerde su kayıplarının önlenmesi, yasal altyapının oluşturulması toplum bilincinin arttırılması gerekmektedir. Su verimliliğinin sağlanması için suya göre tarım, kayıpların kontrolü, su ayak izi, arıtılmış atık suların kullanımı gibi konularda ARGE çalışmaları teşvik edilmelidir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığı beyan ederiz.

Yazar Katkısı: Araştırmayı Belgin ÇAKMAK tasarlamış, Elifnaz TORUN ile birlikte yürütmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular Belgin

ÇAKMAK ve Elifnaz TORUN tarafından incelenmiş ve makale Belgin ÇAKMAK tarafından yazılmıştır.

Kaynaklar

- Aküzüm, T., & Çakmak, B. (2008). Gıda güvenliği açısından su yönetiminin değerlendirilmesi. *Standard Ekonomik ve Teknik Dergi*, Y/47, (549), 55-63.
- Anonim, 2022
DSİ 2021 Faaliyet Raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Ankara.
- Avanoz, Z. (2020). *Türkiye’de tarımsal üretimin su ayak izinin hesaplanması* (Master's thesis, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Avcı, S., Torun, E., Çolak, M.S. & Yıldırım, A.C. (2022). New approaches in agricultural water management: Water footprint. *7th Ankara International Congress on Scientific Research*, (pp. 278-284). 02-04 December 2022, Ankara, Turkey.
- Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2004). Water footprints of nations.
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savenije, H. H., & Gautam, R. (2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological economics*, 60(1), 186-203.
- Çakmak, B. (2016). *Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri: Küresel İklim Değişikliği ve Tarımda Su Kullanımına Etkisi* (pp. 197-227). Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.
- Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1), 87-95.
- Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water: An introduction. *Virtual water trade*, 13, 108.
- Hoekstra, A. Y., & Hung, P. Q. (2003). Virtual water trade. *International expert meeting on virtual water trade* (Vol. 12, pp. 1-244). December, 2003.
- Iraz, E. (2021). *Fırat havzasının su ayak izinin hesaplanması* (Master's thesis, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- KTOM, (2022). *T.C. Konya Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Konya Tarımı*. Retrieved from: <https://konya.tarimorman.gov.tr/Belgeler/konyatari m2022%2007062022.pdf>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011a). National Water Footprint Accounts: The Green, Blue and Grey Water Footprint of Production and Consumption Volume 2: Appendices Value of Water Research Report Series No: 50. UNESCO-IHE, Netherlands.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011b). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth Systems Science*, 15, 1577–1600.
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3), 401-415.
- Muratoğlu, A. (2018). Dicle Havzasının Su Ayak İzinin Hesaplanması. *1st International Potable Water and Waste Water Symposium*, (475-486). 06-07 December 2008, Afyonkarahisar, Turkey.
- Muratoglu, A. (2019). Water footprint assessment within a catchment: A case study for Upper Tigris River Basin. *Ecological Indicators*, 106, 105467. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2019.10546>
- Muratoğlu, A. (2020). Üretimin su ayak izinin incelenmesi: Diyarbakır ili için bir vaka çalışması. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(2), 845-85
- UNICEF, (2017). *UNICEF Basın Bülteni*. Retrieved from: <https://www.unicef.org/turkiye/bas%C4%B1n-b%C3%BCltenleri/21-milyar-insan-temiz-i%C3%A7me-suyundan-bu-say%C4%B1n%C4%B1n-iki-kat%C4%B1ndan-fazlas%C4%B1-da-g%C3%BCvenli>
- WWF Türkiye, (2014). *Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu*. Retrieved from: http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su_ay ak_izi_raporweb.pdf
- Yerli, C., Üstün Ş., Kızıloğlu, F.M., Tüfenkçi, Ş., Örs, S. (2019). Van İlinde Silajlık Mısır, Patates, Şeker Pancarı ve Yoncanın Su Ayak İzi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 195-203.



Ozonlanmış arap zamkının reolojik, termal ve yapısal özelliklerinin incelenmesi

Investigation of rheological, thermal and structural properties of ozonated gum arabic

Zeynep Tuğba ÖZASLAN^{1*} , Şenol İBANOĞLU² 

^{1,2} Gaziantep Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

¹<https://orcid.org/0000-0002-2458-7825>; ²<https://orcid.org/0000-0002-0727-4747>

To cite this article:

Özaslan, Z.T & İbanoğlu, Ş. (2023). Ozonlanmış arap zamkının reolojik, termal ve yapısal özelliklerinin incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 253-264.

DOI: 10.29050/harranziraat.1184313

*Address for Correspondence:

Zeynep Tuğba ÖZASLAN

e-mail:

zeyneptugba90@gmail.com

Received Date:

05.10.2022

Accepted Date:

29.04.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Arap zamkı (AZ) gıda sanayisinde birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılan, oldukça karmaşık bir yapıya sahip bir heteropolisakkarittir. Bu çalışmada, %20 (AZ 20) ve %32 (a/a) (AZ 32) konsantrasyonlara sahip AZ numuneleri 60 dk boyunca ozonlanmış ve ozonlama işlemi işleminin sonucunda reolojik, termal ve kimyasal yapı özellikleri araştırılmıştır. Ozonlama işlemi boyunca AZ 20 ve AZ 32 numuneleri için sırasıyla litrede 0,021 ve 0,023 g ozon tüketilmiştir. Ozonlama, AZ solüsyonlarının viskozitesini, akışını ve kıvam indeksini önemli ölçüde azaltmıştır (P<0,05). AZ numunelerinin genel kimyasal yapısında belirgin bir değişiklik gözlenmemesine rağmen, Fourier dönüşümlü spektroskopi analizi ile –OH bantlarının absorpsiyonunda bir artış tespit edilmiştir. Taramalı diferansiyel kalorimetre ile yapılan termal analiz sonuçları tepe sıcaklıklarının azaldığını gösterirken, indirgen şeker miktarları da (galaktoz ve arabinoz) artış göstermiştir. Elde edilen sonuçlar ozonlama işleminin arap zamkının reolojik ve termal özellikleri değiştirdiğini göstermiştir. Ozonlama işleminin, ilgili sektörlerde uygulanan geleneksel oksidasyon metotlarına karşı çevre dostu bir alternatif olabileceğini sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arap zamkı, Fourier dönüşüm spektroskopi, indirgen şeker, reoloji, yeşil kimyasal

ABSTRACT

Gum arabic is heteropolysaccharide with complex structure that is widely used in the food industry. In this study, gum arabic samples with 20% (AZ 20) and 32% (AZ 32) concentrations (w/w) were ozonated for 60 minutes and rheological, thermal, and chemical structure properties were investigated. During ozonation process, AZ 20 and AZ 32 samples consumed 0.021 and 0.023 g ozone/liter, respectively. Ozonation reduced viscosity, flow, and consistency index of AZ samples (P<0.05). Although no significant change was observed in overall chemical structure of AZ samples, an increase in absorption of –OH bands were detected by FTIR analysis. Thermal analysis results showed that peak temperatures decreased, while amount of reducing sugars (galactose and arabinose) increased. While the ozonation process provides valuable contributions to sectors related to rheological and thermal properties of samples, it is thought that oxidation method applied can provide important advantages as it is cheap, easy to apply, and environmentally friendly.

Key Words: Gum arabic, Fourier transform spectroscopy, reducing sugar, rheology, green chemical

Giriş

Ozon gazı (O₃), oksijen molekülüne serbest bir oksijen atomunun bağlanması ile oluşan renksiz, keskin bir kokuya sahip ve oldukça aktif olan bir gazdır. Ozon gazı, Gıda ve İlaç İdaresi tarafından, "Genellikle güvenilir olarak" ifade edilmektedir (Brodowska ve ark., 2018). Ozon gazı ilk olarak suyun ve gıda ekipmanlarının dezenfekte edilmesinde kullanılmıştır. Ozon gazının, oksidasyon işlemini gerçekleştirdikten sonra, hızlı bir şekilde oksijene dönüştüğü ve oksidize ettiği yüzeyde hiçbir kalıntı bırakmadığı belirtilmiştir (Pandiselvam ve ark., 2019). İlerleyen çalışmalar, ozon gazının yüksek oksidasyon aktivitesine sahip olduğunu ve bu sebeple oksidasyon ajanı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Meyve ve sebzeler, ozonlanmış su ile yıkanarak mikrobiyal inaktivasyon sağlanmış ve onların raf ömrünün uzatılması sağlamıştır. Benzer şekilde ozonun gaz veya sulu formunun, et ve et ürünlerinde ve tavuk ürünlerinde, bakliyat ve hububat ürünlerinde mikrobiyal inaktivasyonu sağlayarak raf ömrünün uzamasına katkıda bulunduğu tespit edilmiştir (Güzel - Seydim ve ark., 2004). Bununla beraber, nişasta gibi makromoleküllerin ozonlanması sonucunda, makromoleküllerin reolojik, termal ve fonksiyonel özelliklerini geliştirdiğini ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır (Chan ve ark., 2011; Çatal ve İbanoğlu, 2014). Bu anlamda ozon gazı geleneksel oksidasyon yöntemleri ile kıyaslandığında, ozonlama yönteminin yüksek oksidasyon kapasitesine sahip, hızlı, etkili ve çevre dostu bir alternatif olarak değerlendirilmiştir (Pandiselvam ve ark., 2019).

Arap zamkı (AZ), *Acacia senegal* ve *Acacia seyal* ağaçlarından elde edilen ve akasya zamkı olarak da adlandırılan bir katkı maddesidir (Sanchez ve ark., 2018). Arap zamkının yapısında hem amino gruplarını hem de karboksilik gruplarını içerdiği ve oldukça karmaşık ve dallı bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir (Mariod, 2018). Soğuk ve sıcak suda kolayca çözünen AZ'nin karbonhidrat içeriği çoğunlukla D-galaktoz ve D-arabinoz yapılarından oluştuğu ve bu yapıların toplam sakızın yaklaşık %97'sini oluşturduğu ifade edilmiştir. Bunun yanı

sıra AZ, arabinogalaktan-protein ve glikoprotein gibi protein bileşenlerini içerdiği, ve protein yapıları AZ'nin %3'ünden (a/a) daha az olduğu bilinmektedir (Ali ve ark., 2018). AZ, tekstil, seramik, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde kullanılmasının yanı sıra gıda endüstrisinde şekerleme, unlu mamuller, süt ürünleri ve alkolsüz içeceklerde stabilizatör, kıvam arttırıcı, emülgatör ve kapsülleme materyali olarak da yaygın bir şekilde kullanıldığı rapor edilmiştir (Sanchez ve ark., 2018). Arap zamkının, kimyasal yapısını inceleyebilmek ve onun reolojik, termal veya fonksiyonel özelliklerini geliştirebilmek için fiziksel (Al-Asaf ve ark., 2007), kimyasal (Kumar ve Khan, 2005) ve enzimatik (Randall ve ark., 1989) modifikasyonlara tabi tutulduğu bildirilmiştir. Örneğin, Kumar ve Khan (2005), arap zamkının koloidal manganez dioksit (MnO₂) ile oksidatif bozunmasını incelemişler ve çalışma sonucunda arap zamkının indirgeyici bir yapıya sahip olduğu ve bu indirgeme özelliğinin arap zamkının iskeletinde bulunan -OH gruplarından kaynaklandığı tespit etmişlerdir. Öte yandan Sarika ve ark. (2014), arap zamkının oldukça dallı bir yapıya sahip olduğu için jelatin gibi protein bazlı yapılarla ya zayıf bağlar oluşturduğunu ya da hiç bağ oluşturmadığını ifade etmişlerdir. Bu nedenle arap zamkı peroksidat kullanılarak modifiye edilmiş ve böylece Shiff bazı reaksiyonu uygulanabilir hale dönüştürülmüş ve bu sayede oksitlenmiş AZ, aldehit grupları ile jelatinin amino grupları arasında çapraz bağ oluşturabilmiştir.

Gıda sektöründe çeşitli amaçlarla ve sıklıkla kullanılan arap zamkını modifiye etmek için yukarıda belirtildiği üzere çeşitli yöntemlere başvurulmuştur. Arap zamkının modifikasyonu sonrasında elde edilen sonuçlarda reolojik termal ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirildiği belirtilmiştir (Sanchez ve ark., 2018; Ali ve ark., 2018). Bunun yanı sıra ozonlama işlemi çeşitli gıda ve katkı maddelerinin oksidasyonu için kullanılmış ve sonuç olarak, ürünlerin hem karakteristik özellikleri hem de uygulanabilirliği hususunda başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Pandiselvam ve ark., 2019). %6 konsantrasyona sahip AZ'nin ozonlanmasına dair daha önce yapmış olduğumuz

çalışmada da, AZ'nin reolojik, termal ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirildiğine dair sonuçlar elde edilerek raporlanmıştır (Özaslan ve İbanoğlu, 2022). Yapılan çalışmada, %6 konsantrasyon seçilmesinin temel sebebi, AZ'nin bu konsantrasyonda reolojik açıdan ilginç bir şekilde hem Newtonian hem de non-Newtonian davranış sergilemesi (Sanchez ve ark., 2002) ve ozonlama işleminin bu akış şekli üzerindeki etkisini belirlemekle beraber, düşük AZ konsantrasyonu kullanımını gerektiren gıda sistemleri için ozonla modifiye edilmiş AZ'nin reolojik, termal ve fonksiyonel özelliklerini nasıl etkileyebileceğine dair sonuçları ortaya koymaktır. Ozonlanmış %6 konsantrasyona sahip AZ numunelerinin FTIR analizi sonuçlarına göre, numunelerin kimyasal yapısında değişiklik gözlenmemiş fakat -OH bağlarının absorbasının arttığı gözlemlenmiştir. Absorbanstaki bu artış, ozonlamanın etkisi ile AZ numunelerinin viskozitelerinin düşmesini desteklemektedir. DTK sonuçları incelendiğinde ise, AZ numunelerinin 60 dk ozonlanması sonucunda tepe sıcaklığının düşerek enerji kazancı sağlandığı ortaya koyulmuştur. Ozonlama süresinin artmasına bağlı olarak, ozonlanmış AZ'lerin fenolik ve antioksidan bileşik içeriğinin arttığı gözlemlenmiş, modifiye edilmiş AZ numunelerinin besinsel değerlerinin arttığı rapor edilmiştir. Mevcut çalışmada ise, %20 ve %32 konsantrasyona sahip arap zamkının ozonlanması sonucunda reolojik, termal ve yapısal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. AZ çözeltisinin viskozitesi benzer molekül ağırlığına sahip diğer polisakkaritlere kıyasla düşüktür ve onların akış davranışının %20-30 zamk konsantrasyonuna kadar veya daha yüksek konsantrasyonlarda Newtonian davranış sergilediği ifade edilmiştir (Sanchez ve ark. 2002). Ayrıca, ilgi çekici bir şekilde, %10-25 arasındaki konsantrasyonlara sahip AZ dispersiyonlarının, %30-50 arasındaki konsantrasyonlara sahip dispersiyonlardan daha belirgin kayma incelenmesi davranışı sergilemiş ve bu durum mikroagregatların varlığına bağlanmıştır (Mothé ve Rao, 1999). Öyle ki, Sanchez ve ark. (2002)'nin %20 ve %32 konsantrasyona sahip AZ örneklerinin reolojik analiz sonuçları bu ifadeyi

desteklemektedir. Bunun yanısıra AZ gıda endüstrisinde bazı ürünler için düşük konsantrasyonlarda kullanılırken (süt ürünlerinde %1,3; içecek endüstrisinde %2 gibi), bazı ürünler için yüksek konsantrasyonlarda (sert şekerlemelerde %46,3; yumuşak şekerlemelerde %85 gibi) kullanılabilir (Verbeken ve ark., 2003). %6 konsantrasyona sahip AZ numunelerinin ozonlanmasının aksine, yüksek konsantrasyonlardaki AZ örneklerinin (%20 ve %32 gibi) ozonlanarak modifiye edilen örneklerin reolojik, termal ve yapısal özelliklerinin belirlenerek gıda endüstrisindeki kullanımına yönelik olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece arap zamkının hem yüksek konsantrasyonlardaki özellikleri incelenirken hem de ozonlama metodunun kullanılmasıyla ucuz, yerinde uygulanabilen, çevre dostu ve sürdürülebilir bir yöntem kullanılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Malzemeler

%4.0 (a/a) kül içeriğine sahip ve sprey kurutucu ile kurtulmuş arap zamkı (AZ) (pH 5.0), Merc firmasından (K31691328, Almanya) satın alınmıştır. Analizlerde kullanılmış olan DNS (609-99-4), D (+) galaktoz (59-23-4), L(+) arabinoz (5328-37-0) Sigma-Aldrich firmasından (Taufkirchen, Almanya) alınmıştır.

Numunelerin hazırlanması

20 g ve 32 g arap zamkı (AZ) farklı beherler içerisinde sırasıyla 80 g ve 68 g saf su ile karıştırılmış (%20, %32, a/a) ve nihai karışım, bir manyetik karıştırıcı üzerinde (800 rpm) 25°C'de 30 dk boyunca karıştırılmıştır. Çözeltiler 18 saat boyunca +4°C'de tutularak tam hidrasyonu sağlanmıştır.

Numunelerin ozonlanması

Bu araştırmada daha önceki çalışmamızda (Özaslan ve İbanoğlu, 2022) kullandığımız ozonlama metodu kullanılmıştır. Ozon gazı, atmosferik havayı kullanan entegre bir oksijen

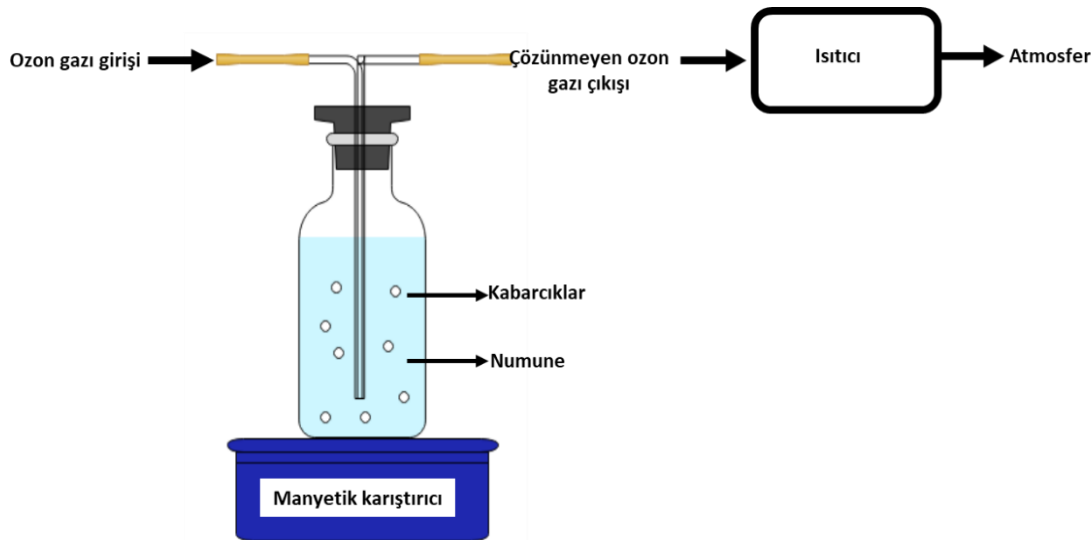
üretim ünitesine sahip bir ozon jeneratöründen (OMS, İzmir, Türkiye) elde edilmiştir. Koronal deşarj prensibine göre çalışan jeneratörün maksimum kapasitesi 60 g ozon gazı s⁻¹'tir. Ozon gazı, 0,5 cm çapında, ozona dayanıklı silikon bir bağlantı borusu ile jeneratörden 500 mL'lik bir cam şişeye yönlendirilmiştir. 500 mL'lik cam şişe, ozon gazının damıtılmış sudaki çözünürlüğünü kabarcıklar oluşturarak artırmak için bir gaz dağıtıcı uca sahiptir. Oluşturulan kabarcıklar ozon gazının homojen bir şekilde numuneye dağıtılmasını sağlamıştır. Bununla beraber ozonlama şişesinin altına yerleştirilen bir manyetik karıştırıcı, yine ozon gazının numuneye homojen bir şekilde dağıtılmasını sağlamak amacıyla yerleştirilmiştir

(Şekil 1). Tüketilen ozon gazı dozajını belirlemek için, numuneye giren ozon gazı dozajı ve kullanılmayan (yani numune ile reaksiyona girmeyen ve numune içerisinde çözünmeyen ozon gazı) ozon gazı dozajı van Leeuwen (2015) tarafından yapılan çalışmada belirtildiği şekilde hesaplanmıştır. Numuneler (AZ20-O, AZ30-O) sırasıyla, 0,021 g tüketilen ozon L⁻¹ ve 0,023 g tüketilen ozon L⁻¹'ye karşılık gelecek şekilde 60 dk boyunca ozonlanmıştır. Ozonlama işlemi süresince çözünmeyen ozon gazı, ozonlama sistemindeki diğer borudan çıkarak, önce ısıtıcıya gönderilmiş ve oksijen gazına dönüştürülerek atmosfere salınmıştır. Numuneler Çizelge 1' de belirtildiği gibi isimlendirilmiştir.

Çizelge 1. Numunelerin adlandırılması

Table 1. Name of samples

Numune adı Name of samples	Açıklama Explanation
AZ20	%20 konsantrasyona sahip arap zamkı Gum arabic with 20% concentration
AZ20-O	%20 konsantrasyona sahip ozonlanmış arap zamkı Ozonated gum arabic with 20% concentration
AZ32	%32 konsantrasyona sahip arap zamkı Gum arabic with a concentration of 32%
AZ32-O	%32 konsantrasyona sahip ozonlanmış arap zamkı Ozonated gum arabic with a concentration of 32%



Şekil 1. Numunelerin ozonlama işleminin şematik gösterimi

Figure 1. Schematic representation of the ozonation process of the samples

Reolojik analizler

Bohlin CVOR reometresi (Malvern, Worcestershire, UK) 25°C sabit sıcaklıkta numunelerin reolojik özelliklerini analiz etmek için kullanılmıştır. Bir koni ve plaka geometrisi (55 mm çap, 0,7 mm boşluk) kullanılmış ve numunelerden

yaklaşık olarak 1-2 mL alınarak plaka üzerine yerleştirilmiştir. Olası buharlaşmayı önlemek için numuneler silikon yağı ile kaplanmıştır. Numunelerin viskozite değerleri, kesme hızına karşı ölçülmüştür (Li ve ark., 2009). Reolojik sonuçlardan elde edilen veriler, sabit kesme hızı

altında "Power Law" modeline (Denklem 1) uyarlanmıştır (Miao ve ark., 2018). Analizler üç kez tekrar edilmiştir.

$$\tau = Ky^n \quad \text{Denklem [1]}$$

τ = kesme gerilimi (Pa),

γ = kesme hızı (s^{-1}),

K = tutarlılık indeksi ($Pa \cdot s^n$),

n = akış davranış indeksi (birimsiz).

Termal özellikler

Numunelerin termal özelliklerini ölçmek için bir diferansiyel tarama kalorimetresi (DTK) kullanılmıştır (DSC 6, Perkin Elmer, Norwalk, ABD) (Daoub ve ark., 2018). Yaklaşık 30-40 mg numune paslanmaz çelik DSC tavaasına yerleştirildi ve tava hermetik olarak kapatılmıştır. Tava içeriği 30'dan 400°C'ye ısıtılmıştır (ısıtma hızı: 10°C dk⁻¹; nitrojen gazı salınım oranı: 40 mL dk⁻¹). Referans olarak hava geçirmez şekilde kapatılmış boş bir tava kullanılmıştır. Analizler üç kez tekrar edilmiştir.

Fourier dönüşüm spektroskopisi

Bölüm 2.2'de tarif edildiği şekilde hazırlanan numuneler, 400-4000 cm⁻¹ tarama aralığı ve 1 cm⁻¹ çözünürlük ile bir Perkin Elmer ATR-FTIR Spektrometre 400 (Waltham, ABD) ile analiz edilmiştir. Numuneler küçük kristal bölge üzerine yerleştirilmiştir ve basınçla elmas yüzeye itilerek spektrumlar elde edilmiştir (Daoub ve ark., 2018).

İndirgen şeker tayini

Numunelerin indirgen şeker miktarı DNS yöntemi ile tayin edilmiştir (Wang ve ark., 2017).

Numuneler öncelikle, 10 dk boyunca 12.600 Fg'de santrifüj edilmiştir. Bir mL süpernatant daha sonra bir beher içinde 4 mL DNS solüsyonu ile karıştırılmıştır. Beher içeriği, bir su banyosu kullanılarak 85°C'de 5 dk ısıtılmıştır ve daha sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. Numuneler, bir kuvars küvet (Optima SP-300, Slovakya) kullanılarak 540 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Numunelerin galaktoz ve arabinoz içeriği, analiz edilecek tek tek şekerlerin standart eğrileri ($g L^{-1}$) kullanılarak hesaplanmıştır. Analizler üç kez tekrar edilmiştir.

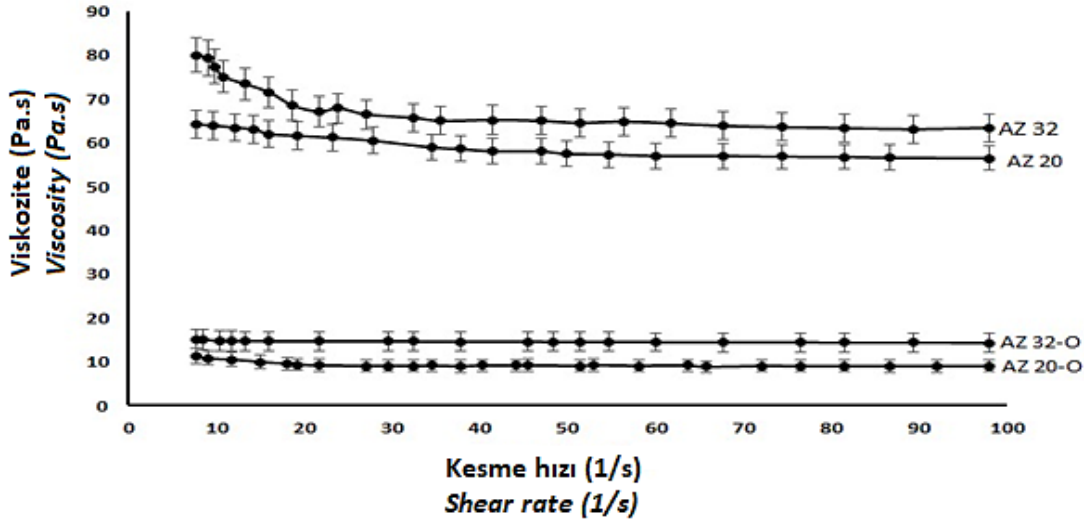
İstatistiksel analiz

ANOVA testleri, Duncan'ın çoklu karşılaştırma ve varyasyon katsayısı testleri SPSS yazılımı kullanılarak yapılmıştır (SPSS, Inc., Versiyon 21, IBM Corporation 1989, 2012, Chicago, ABD). İstatistiksel analizler sırasında P < 0,05 güven aralığı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Reolojik analizler

Şekil 2, kontrol ve 60 dk boyunca ozonlanmış olan %20 ve %32 konsantrasyona sahip arap zamklarının reolojik değişimlerini göstermektedir. Sonuçlar incelendiğinde ozonlama işleminin, AZ 20 numunesinin viskozitesinin yaklaşık olarak %85 ve AZ 32 numunesinin viskozitesinin yaklaşık olarak %75 oranında düştüğü tespit edilmiştir. Ozonlama işlemine maruz bırakılarak AZ numunelerinin arasındaki glikozidik bağların kırılmasını sağlayan ozon gazı buna bağlı olarak viskozitenin düşmesine sebep olmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. AZ 20, AZ 20-O, AZ 32 ve AZ 32-O numunelerinin reolojik özelliklerinin değişimi (hata barları %5 güvenilirlik seviyesini göstermektedir)

Figure 2. Change of rheological properties of AZ 20, AZ 20-O, AZ 32 and AZ 32-O samples

Ozon gazının öncelikle sıvı fazdaki AZ numunelerinin glikozidik bağlarını okside ettiği ve bunları parçalayarak AZ'de dal yapısının bozulmasına neden olduğu düşünülmektedir (Ali ve ark., 2018). FTIR sonuçları da, glikozidik bağların kırıldığını desteklemiştir. Şekil 3'de de görüldüğü gibi AZ 20-O ve AZ 32-O numunelerinin -OH absorpsiyon değerlerinin arttığı ve bu artışın da AZ'nin yapısındaki halkalar arasındaki glikozidik bağların kırılmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ancak, birincil alkollerin oksidasyon reaksiyonlarına dayanarak, spektrum sonuçlarında (özellikle 1700 cm^{-1} civarındaki bantlarda) karboksilik asit bantlarının olmaması, ozon oksidasyonunun halka yapılarını bozacak kadar güçlü olmayabileceğini düşündürmektedir (Ali ve ark., 2018). Artan -OH absorpsiyonunun da viskozitenin azalmasının açıklaması olabilecek niteliktedir. Zamkların ozonlanmasının sonucunda viskozitelerindeki düşüş diğer çalışmalarda da rapor edilmiştir. Moleküllerdeki glikozidik bağların

kırılmasıyla ilişkili ozonlamanın bir sonucu olarak guar zıncığı ve kitosan için benzer viskozite düşüşleri rapor edilmiştir (Prajapat ve Gogate, 2015; Seo ve ark., 2007). Prajapat ve Gogate (2015), 10 dk ozon uygulamasının, guar zıncığı için kontrol numunesine kıyasla viskozitede %70 azalma ile sonuçlandığını bildirmiştir. Ozonlama işleminin yanı sıra geleneksel metotlarla oksidize edilen arap zıncığının reolojik özellikleri belirlenmiştir. Bu bağlamda, Vuillemin ve ark. (2020), AZ'nin ferrulik asit ile oksidasyonunun sonucunda, bizim bulgularımıza paralel olarak kayma incelmeleri ile sonuçlandığını bildirmiştir. Ayrıca bazı araştırmacılar, ozonlama nedeniyle farklı polisakkaritlerin (örneğin nişasta gibi) viskozitesinde önemli azalmalar bildirmiş ve viskozitedeki azalmaların, ozonlama nedeniyle kırılmış glikozidik bağlarla bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir (Chan ve ark., 2012; Klein ve ark., 2014; Lima ve ark., 2020).

Çizelge 2. AZ 20, AZ 20-O, AZ 32 ve AZ 32-O numunelerinin akış davranışı parametreleri

Table 2. Flow behavior parameters of AZ 20, AZ 20-O, AZ 32 and AZ 32-O samples

Akış davranışı Parametreleri	AZ 20	AZ 20-O	AZ 32	AZ 32-O
<i>Flow behaviour parameters</i>				
K (Pa.s ⁿ)	70,070±0,002 ^a	10,210±0,001 ^b	80,860±0,002 ^c	15,60±0,001 ^d
n (birimsiz)	0,980±0,001 ^a	0,960±0,001 ^b	0,990±0,001 ^c	0,970±0,001 ^d
R ²	0,99	0,99	0,99	0,99

Aynı satırda farklı harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0,05).

Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05).

Ortalamalar, üçlü analizlere dayanmaktadır (± standart sapma).

Means are based on triplicate analyses (± standard deviation).

Çizelge 2 AZ 20, AZ 20-O, AZ 32 ve AZ 32-O numunelerinin tutarlılık indeksi (K, Pa.sⁿ) ve akış davranış indeksi katsayıları gösterilmiştir. Akış davranış katsayıları Denklem [1]' e göre hesaplanmıştır. Numunelerin akış davranış indeksleri (n) incelendiğinde, değerlerin 1'den küçük olduğu ve akış davranışının kesme inceltme davranışına sahip olduğu görülmektedir. Sanchez ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada %20 ile %32 konsantrasyona sahip arap zamkı dispersiyonlarının reolojik davranışlarını incelemişler ve bu numunelerin kesme inceltme akış davranışı gösterdiğini rapor etmişlerdir. Buna ek olarak, %6 konsantrasyona sahip arap zamkı numunelerinin ozonlama işlemine tabi tutularak reolojik davranışlarını incelenen çalışmada da (Özaslan ve İbanoğlu, 2022) 60 dk ozonlanması sonucunda arap zamkının yine kesme inceltme davranışına sahip olduğu, K ve n değerlerinin kontrol numunesine kıyasla düştüğü gözlemlenmiştir. Burada dikkat çeken noktalardan biri ise %6 konsantrasyona sahip kontrol arap zamkının n değeri 0,94 iken, 60 dk ozonlama işlemi sonucunda 0,64'e düştüğü görülmüştür. Fakat AZ 20 ve AZ 32 numunelerinin n değerlerinin (sırasıyla 0,98 ve 0,99) 1' e çok daha yakın olduğu ve ozonlama işlemi sonucunda n değerlerinin (sırasıyla 0,96 ve 0,97) daha az bir düşüşe sahip olduğu görülmüştür. Bu duruma AZ 20 ve AZ 32 numunelerinin daha yüksek konsantrasyona sahip olması sebebiyle, su içerisinde daha güçlü ve daha fazla hidrojen bağı oluşturmasından ve 60 dk ozonlama işleminin, %6 konsantrasyona sahip olan numunelerde olduğu gibi etkili olmadığı düşünülmektedir.

Termal özellikler

Çizelge 3, AZ 20, AZ 20-O, AZ 32, AZ 32-O numunelerinin diferansiyel tarama kalorimetresi (DTK)'den alınan endotermik ve ekzotermik reaksiyonlarda termal bozulma sıcaklıklarının sonuçlarını göstermektedir. Kontrol numuneleri AZ 20 ve AZ 32'nin tepe sıcaklıklarının endotermik reaksiyon için sırasıyla 168,66 °C ve 172,88 °C ve ekzotermik reaksiyon için bu sıcaklıkların yine sırasıyla 314,59 °C ve 306,97 °C olduğu belirlenmiştir. Ozonla modifiye edilmiş AZ numunelerinin (Çizelge 3) tepe sıcaklıkları göz önüne alındığında, 60 dk ozonlama işleminin ardından AZ 20-O ve AZ 32-O'nun endotermik tepe sıcaklıklarının ise sırasıyla 142,16 °C ve 141,57 °C' ye düştüğü ve ekzotermik tepe sıcaklıklarının ise sırasıyla 266,5 ve 298,7 °C'ye düştüğü gözlemlenmiştir. Bu tepe sıcaklıklarının, muhtemelen, dallar ve alt dallara ve yapısında çoklu şeker birimlerine sahip olan AZ'nin erime (endotermik) ve kısmi olarak termal bozulma (ekzotermik) sıcaklıklarını gösterdiği düşünülmektedir (Ganie ve ark., 2015). Buna bağlı olarak, doğal arap zamkı numunelerinin ekzotermik tepe sıcaklıkları farklı araştırmacılar tarafından 290-316 °C aralığında bulunduğu rapor edilmiştir (Ali ve ark., 2018; Daoub ve ark., 2018; Jamaludin ve ark., 2017; Sabet ve ark., 2021). Farklı çalışmalarda arap zamkı numunelerinin tepe sıcaklıkları arasında gözlemlenen farklılığın, çalışmalarda kullanılan arap zamkı numunelerinin konsantrasyonuna, orijinine, yetiştirildiği bölgeye ve toprak şartlarına bağlı olarak değişebileceğini de belirtmişlerdir (Sanchez ve ark., 2018).

Çizelge 3. %20 AZ, %20 AZ-O, %32 AZ, %32 AZ-O numunelerinin DTK analiz sonuçları
Table 3. DSC analysis results of 20% AZ, 20% AZ-O, 32% AZ, 32% AZ-O samples

Numune adı Sample name	Reaksiyon tipi Reaction type	T _o (°C)	T _p (°C)	T _f (°C)	ΔH (J s ⁻¹)
%20 AZ	Endotermik	163,43±0,02 ^a	168,66±0,01 ^b	172,04±0,01 ^c	-195,56 ^d
%20 AZ-O	Endotermik	139,46±0,01 ^a	142,16±0,02 ^b	147,16±0,02 ^c	-84,49 ^d
%32 AZ	Endotermik	159,06±0,04 ^a	172,88±0,10 ^b	178,52±0,04 ^c	-235,87 ^d
%32 AZ-O	Endotermik	135,41±0,01 ^a	141,57±0,03 ^b	148,84±0,01 ^c	-133,48 ^d
%20 AZ	Ekzotermik	251,00±0,10 ^a	314,59±0,03 ^b	330,29±0,02 ^c	+57,49 ^d
%20 AZ-O	Ekzotermik	223,07±0,03 ^a	266,50±0,03 ^b	291,60±0,01 ^c	+5,01 ^d
% 32 AZ	Ekzotermik	306,97±0,04 ^a	321,69±0,02 ^b	328,53±0,06 ^c	+21,49 ^d
%32 AZ-O	Ekzotermik	296,86±0,07 ^a	298,07±0,01 ^b	299,28±0,01 ^c	+10,02 ^d

Aynı satırda farklı harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır (P < 0,05)

Values with different letters in the same row are significantly different (P < 0.05)

Ortalamalar, üçlü analizlere dayanmaktadır (± standart sapma)

Means are based on triplicate analyses (± standard deviation)

Ali ve ark. (2018) arap zamkını iodine kompleksi ile modifiye ederek yaptığı çalışmada, modifiye edilen numunelerin erime ve bozulma sıcaklıkları belirlenmiş ve iodine kompleksi ile oksidize edilen numunelerin tepe sıcaklıklarının düştüğü gözlemlenmiştir. Ek olarak, daha önce gerçekleştirdiğimiz %6 konsantrasyona sahip arap zamkının 60 dk ozonlanmasının ardından endotermik tepe sıcaklığı 76,2 °C den 72,6 °C 'ye, ekzotermik tepe sıcaklıkları ise 292,2 °C'den 281 °C'ye düştüğü gözlemlenmiştir (Özaslan ve İbanoğlu, 2022). 60 dk ozonlama işleminin sonucunda kırılan glikozidik bağların kırılmasına bağlı olarak endotermik ve ekzotermik tepe sıcaklıklarının düştüğü düşünülmektedir. Ayrıca ΔH değerlerinin ozonlamaya bağlı olarak düşüş göstermesinin sonucunda, uygulanan oksidasyon işleminin enerji kazancı sağlayacağı görülmüş ve bunun sonucunda ozonlama işleminin gıda sektöründe önemli ölçüde avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Fourier dönüşüm spektroskopisi

Şekil 3'te AZ 20, AZ 20-O, AZ 32 ve AZ 32-O numunelerinin Fourier dönüşüm spektroskopisi sonuçları verilmiştir. Numunelerine ait spektrumlarda görülen 3307,4- 3336,2 cm^{-1} , arasındaki bantların karakteristik -OH gruplarına titreşimini, 2904,8-2967 cm^{-1} deki bantların numunelerin sıvı formda olması sebebiyle -OH bağlarıyla ilişkili C=C bağlarına, 1634,6-1635,2 cm^{-1} arasındaki bantların AZ'nin hem alifatik hem de aromatik kısımlara ait C=C bağlarına, 1416,5-1416,6 cm^{-1} arasındaki bantların AZ'nin yapısında bulunan halka yapılarındaki asimetric ve simetric C-H bağlarına, 1033,1- 1035,2 cm^{-1} arasındaki bantların alkol yapılarına ait C-C bağlarına ait titreşimler olduğu düşünülmektedir. (Ali ve ark., 2018; Mohammed, 2017). Spektrumlardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ozonlama işleminin arap zamkını numunelerinin kimyasal yapısını

değiştirmediği görülmektedir. Kimyasal yapıyı değiştirmeden numunelerin oksidasyona uğratılması, ozon oksidasyon metodunun sağladığı önemli avantajlarından biri olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde %6 konsantrasyona sahip ozonlanmış arap zamkını numunelerinin de Fourier dönüşüm spektroskopisi sonuçlarının da kimyasal yapıda bir değişiklik gözlenmediğini ortaya koymuştur (Özaslan ve İbanoğlu, 2022). Ozonlama işleminin sonucunda kimyasal yapıda bir değişiklik gözlenmemesine rağmen, AZ 20-O AZ 32-O numunelerine ait bantlarda absorpsiyon miktarındaki değişimler dikkate değer niteliktedir (Şekil 3). Bu numunelerin, -OH bantlarına ait absorpsiyon miktarlarındaki artış, ozonlama işlemi ile glikozidik bağların kırılması ve bunun sonucunda artan -OH parçacıklarının yoğun olarak solüsyon içerisine dağılması ile açıklanabilir. Bu bağlamda, ozonlama işleminin birincil alkolün bağlı olduğu halkaları tamamen bozabilecek nitelikte olmadığı ve bunun sonucunda kimyasal yapısını değiştirmediği düşünülmektedir. Örneğin Ali ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, Fourier dönüşüm spektroskopisinde oksidize olan arap zamklarının 1780 cm^{-1} civarında karboksilik asidi temsil eden bantlar gözlemlenmiş ve uygulanan iodine ile oksidasyon yönteminin, arap zamkının kimyasal yapısını değiştirdiği rapor edilmiştir.

İndirgen şeker tayini

Çizelge 4, 60 dk ozonlama işlemi sonunda galaktoz ve arabinoz olarak ifade edilen AZ numunelerinin indirgen şeker içeriği üzerindeki etkisini göstermektedir. Ozon oksidasyonu, kontrol numunelerine kıyasla (AZ 20 ve AZ 32) AZ 20'nin galaktoz içeriğini %34,08, AZ 32'nin %24,63 ve AZ 20'nin arabinoz içeriğini %29,6, AZ 32'nin %18,59 oranında arttırdığı tespit edilmiştir ($P < 0,05$, Çizelge 4).

Çizelge 4. %20 AZ, %20 AZ-O, %32 AZ, %32 AZ-O numunelerinin arabinoz ve galaktoz içeriği
 Table 4. 20 % AZ, 20 % AZ-O, 32 % AZ, 32 % AZ-O samples arabinose and galactose content

Numune adı <i>Name of sample</i>	Galaktoz <i>Galactose</i>	Arabinoz <i>Arabinose</i>
%20 AZ	6,15±0,02 ^a	5,17±0,02 ^b
%20 AZ-O	9,33±0,02 ^a	7,35±0,02 ^b
%32 AZ	6,67±0,02 ^a	5,56±0,02 ^b
%32 AZ-O	8,85±0,02 ^a	6,83±0,02 ^b

Aynı satırda farklı harflere sahip değerler önemli ölçüde farklıdır ($P < 0,05$).

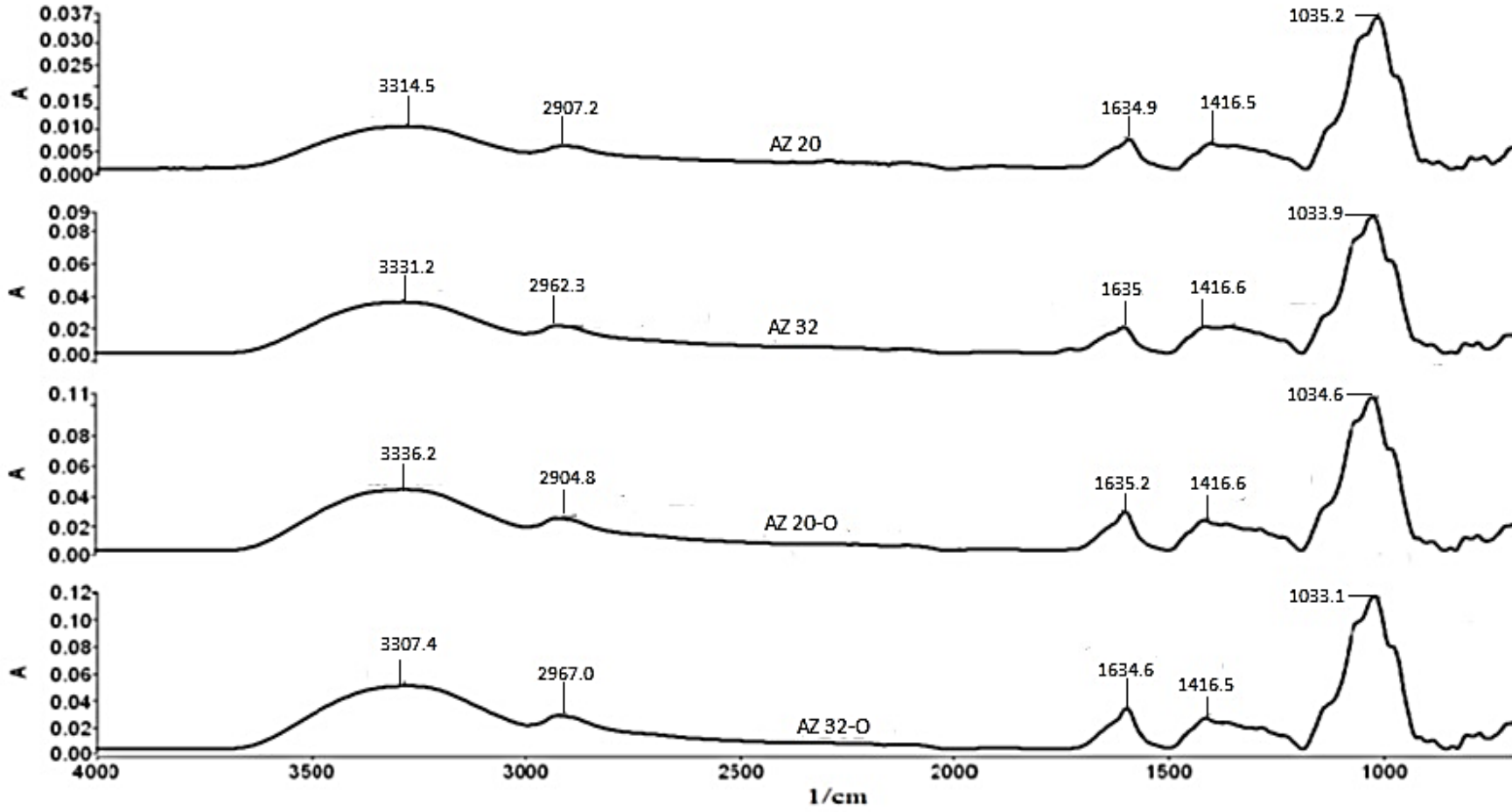
Values with different letters in the same row are significantly different ($P < 0.05$)

Ortalamalar, üçlü analizlere dayanmaktadır (\pm standart sapma).

Means are based on triplicate analyses (\pm standard deviation)

Ozon oksidasyonunun çeşitli hidrokolloidlerdeki bağları kırma özelliğine sahip olduğu belirtilmektedir (Çatal ve İbanoğlu, 2014; O'Donnell ve ark., 2012). Bu nedenle, ozonlamanın AZ yapısındaki glikozidik bağları kırarak indirgeyici şeker parçalarını serbest bırakmasının mümkün olduğu düşünülmektedir. %6 konsantrasyona sahip arap zamklarının ozonlanmasının sonucunda da glikozidik bağların kırılmasına bağlı olarak indirgen şeker miktarında artış görüldüğü belirlenmiştir (Özaslan ve İbanoğlu, 2022). Ayrıca

geleneksel yöntemler kullanılarak oksidize edilen arap zamkı numunelerinde, aldehit artışına bağlı olarak, oksitlenmiş arap zamkı numunelerinin indirgen şeker oranlarının da artmış olabileceği belirtilmiştir (Ali ve ark., 2018; Ganie ve ark., 2015). Ozonlama işlemi sonucunda indirgen şeker miktarının artması özellikle fermente ürünler (örneğin alkollü ve alkolsüz içecekler) içerisinde kullanılacak arap zamkı ürünlerini avantajlı bir hale getirmesi beklenmektedir.



Şekil 3. AZ 20, AZ 20-O AZ 32, AZ 32-O numunelerinin Fourier dönüşümlü spektroskopileri
Figure 3. FTIR results of AZ 20, AZ 20-O, AZ 32, AZ 32-O samples

Sonuçlar

Bu çalışmada, ozonlamanın yüksek konsantrasyona sahip (%20, %32(a/a)) AZ numunelerinin reolojik, termal ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. AZ numunelerinin ana kimyasal yapısının, Fourier dönüşümlü spektroskopi analiz sonuçlarından anlaşılacağı üzere herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Ozonlama işlemi, AZ 20 ve AZ 32 numunelerinin viskozitelerini önemli ölçüde düşürdüğü gözlemlenmiştir ve ozonlama işlemi sonrasında akış davranış tipinin değişmediği gözlemlenmiştir.. Fourier dönüşümlü spektroskopi analiz sonuçlarında –OH absorpsiyonunun artması da bu durumu destekler niteliktedir. Viskozitede görülen bu azalmanın özellikle işlenmesi zor olan ürünlerde avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, ozonlama işlemi, DTK sonuçlarına göre numunelerin hem tepe sıcaklıklarını hem de ΔH değerlerini düşürmüştür. Bu sonuçlara göre, ozonlama işleminin enerji kazancı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca indirgen şeker içeriğinin ozonlama işleminin sonucunda artması ilgili sektörlerde (fermente edilecek örnekler gibi) verimlilikleri açısından önemli avantajlar sağlaması söz konusudur. Sonuç olarak, ucuz, teknolojik olarak uygulaması kolay ve çevre dostu bir uygulama olan sulu ozonlamanın, ilgili endüstrilerde AZ'nin modifikasyonu için geleneksel kimyasal yöntemlere göre ilginç bir alternatif olduğu düşünülmektedir.

Ekler

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 217O192 nolu projesi kapsamında finanse edilmiştir. Destekleri nedeniyle TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Çıkar çatışması: Tüm yazarlar, makalenin derginizde yayınlaması için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar Katkısı: Zeynep Tuğba Özaslan ve Şenol İbanoğlu çalışmayı tasarlamış ve planlamış, Zeynep

Tuğba Özaslan deneysel çalışmaları yürütmüş, deneysel çalışma sonuçları Zeynep Tuğba Özaslan ve Şenol İbanoğlu tarafından değerlendirilmiş, makale Zeynep Tuğba Özaslan tarafından yazılmış ve Şenol İbanoğlu tarafından düzenlenmiştir.

Kaynaklar

- Al-Assaf, S., Phillips, G.O., Aoki, H., & Sasaki, Y. (2007). Characterization and properties of *Acacia senegal* (L.) Willd. var. *senegal* with enhanced properties (*Acacia* (sen.) SUPER GUM (TM)): Part 1-controlled maturation of *Acacia senegal* var. *senegal* to increase viscoelasticity, produce a hydrogel form and convert a poor into a good emulsifier. *Food Hydrocolloids*, 21 (3), 319-328.
- Ali, A., Ganie, S. A., & Mazumdar, N. (2018). A new study of iodine complexes of oxidized gum arabic: An interaction between iodine monochloride and aldehyde groups. *Carbohydrate Polymers*, 180, 337-347.
- Brodowska, A. J., Nowak, A., & Śmigielski, K. (2018). Ozone in the food industry: Principles of ozone treatment, mechanisms of action, and applications: An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(13), 2176–2201.
- Chan, H. T., Fazilah, A., Bhat, R., Leh, C. P., & Karim, A. A. (2012). Effect of deproteinization on degree of oxidation of ozonated starch. *Food Hydrocolloids*, 26(2), 339–343.
- Çatal, H., & İbanoğlu, Ş. (2014). Effect of aqueous ozonation on the pasting, flow and gelatinization properties of wheat starch. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 577–582.
- Daoub, R. M. A., Elmubarak, A. H., Misran, M., Hassan, E. A., & Osman, M. E. (2018). Characterization and functional properties of some natural Acacia gums. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(3), 241–249.
- Ganie, S. A., Ali, A., & Mazumdar, N. (2015). Iodine derivatives of chemically modified gum Arabic microspheres. *Carbohydrate Polymers*, 129, 224–231.
- Guzel-Seydim, Z. B., Greene, A. K., & Seydim, A. C. (2004). Use of ozone in the food industry. *LWT - Food Science and Technology*, 37(4), 453–460.
- Jamaludin, J., Adam, F., Rasid, R. A., & Hassan, Z. (2017). Thermal studies on Arabic gum-carrageenan polysaccharides film. *Chemical Engineering Research Bulletin*, 80-86.
- Klein, B., Vanier, N. L., Moomand, K., Pinto, V. Z., Colussi, R., Da Rosa Zavareze, E., & Dias, A. R. G. (2014). Ozone oxidation of cassava starch in aqueous solution at different pH. *Food Chemistry*, 155, 167–173.
- Kumar, P., & Khan, Z. (2005). Oxidation of gum arabic by soluble colloidal MnO₂. *Carbohydrate research*, 340(7), 1365-1371.
- Li, X., Fang, Y., Al-Assaf, S., Phillips, G. O., Nishinari, K., & Zhang, H. (2009). Rheological study of gum arabic solutions: Interpretation based on molecular self-

- association. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2394-2402.
- Lima, D. C., Villar, J., Castanha, N., Maniglia, B. C., Matta Junior, M. D., & Duarte Augusto, P. E. (2020). Ozone modification of arracacha starch: Effect on structure and functional properties. *Food Hydrocolloids*, 108(May), 106066.
- Mariod, A. A. (2018). *Functional properties of Gum Arabic*. In Gum Arabic (pp. 283-295). Academic Press.
- Miao, Q., Jiang, H., Gao, L., Cheng, Y., Xu, J., Fu, X., & Gao, X. (2018). Rheological Properties of Five Plant Gums. *American Journal of Analytical Chemistry*, 09(04), 210–223.
- Mohammed, A. M. E. (2017). Estimation of the Active Components in Gum Arabic Collected from Western Sudan. *International Journal of Science and Research*, 6(3), 1262–1282.
- Mothé, C.G. & Rao, M.A. (1999). Rheological behavior of aqueous dispersions of cashew gum and gum arabic: Effect of concentration and blending. *Food Hydrocolloids*, 13(6), 501-506.
- O'Donnell, C., Tiwari, B. K., Cullen, P. J., & Rice, R. G. (Eds.). (2012). *Ozone in food processing*. John Wiley & Sons.
- Özaslan, Z. T., & İbanoğlu, Ş. (2022). Rheological, Thermal, Structural, and Chemical Changes during Oxidation of Gum Arabic by Ozone. *Ozone: Science & Engineering*, 1-13.
- Pandiselvam, R., Subhashini, S., Banuu Priya, E. P., Kothakota, A., Ramesh, S. V., & Shahir, S. (2019). Ozone based food preservation: a promising green technology for enhanced food safety. *Ozone: Science & Engineering*, 41(1), 17–34.
- Prajapat, A. L., & Gogate, P. R. (2015). Intensification of degradation of guar gum: Comparison of approaches based on ozone, ultraviolet and ultrasonic irradiations. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 98, 165–173.
- Randall, R. C., Phillips, G. O., & Williams, P. A. (1989). Fractionation and characterization of gum from *Acacia senegal*. *Food hydrocolloids*, 3(1), 65-75
- Sabet, S., Rashidinejad, A., Melton, L. D., Zujovic, Z., Akbarinejad, A., Nieuwoudt, M., Seal, C. K., & McGillivray, D. J. (2021). The interactions between the two negatively charged polysaccharides: Gum Arabic and alginate. *Food Hydrocolloids*, 112(September 2020), 106343.
- Sanchez, C., Nigen, M., Mejia Tamayo, V., Doco, T., Williams, P., Amine, C., & Renard, D. (2018). Acacia gum: History of the future. *Food Hydrocolloids*, 78, 140–160.
- Sanchez, C., Renard, D., Robert, P., Schmitt, C., & Lefebvre, J. (2002). Structure and rheological properties of acacia gum dispersions. *Food Hydrocolloids*, 16(3), 257-267.
- Sarika, P. R., Cinthya, K., Jayakrishnan, A., Anilkumar, P. R., & James, N. R. (2014). Modified gum arabic cross-linked gelatin scaffold for biomedical applications. *Materials Science and Engineering: C*, 43, 272-279.
- Seo, S., King, J. M., & Prinyawiwatkul, W. (2007). Simultaneous depolymerization and decolorization of chitosan by ozone treatment. *Journal of Food Science*, 72(9), C522-C526.
- Van Leeuwen, J. (2015). Proposed OS&E requirement: measuring ozone dosage. *Ozone: Science & Engineering*, 37(2), 191-192.
- Verbeke, D., Dierckx, S., & Dewettinck, K. (2003). Exudate gums: occurrence, production, and applications. *Applied microbiology and biotechnology*, 63, 10-21.
- Vuillemin, M. E., Michaux, F., Adam, A. A., Linder, M., Muniglia, L., & Jasniewski, J. (2020). Physicochemical characterizations of gum Arabic modified with oxidation products of ferulic acid. *Food Hydrocolloids*, 107(September 2019), 105919.
- Wang, D., Ma, X., Yan, L., Chantapakul, T., Wang, W., Ding, T., Ye, X., & Liu, D. (2017). Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of starch catalyzed by glucoamylase: Investigation on starch properties and degradation kinetics. *Carbohydrate Polymers*, 175, 47–54.



Some properties of semi-hard cheese made from cow's and goat's milk

İnek ve keçi sütünden yapılan yarı sert peynirin bazı özellikleri

Aslı ALBAYRAK KARAOĞLU^{1*} 

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Dairy Products and Technologies Application and Research Center, Burdur.

¹<https://orcid.org/0000-0002-1636-148X>

To cite this article:

Albayrak Karaoğlu, A. (2023). Some properties of semi-hard cheese made from cow's and goat's milk. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 265-276.
DOI:10.29050/harranziraat.1195205

***Address for Correspondence:**
Aslı ALBAYRAK KARAOĞLU
e-mail:
aalbayrak@mehmetakif.edu.tr.

Received Date:
27.10.2022
Accepted Date:
23.03.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ABSTRACT

Goat's milk has been among the priority milk in consumer preferences, in recent years. It is an excellent food for children and adults due to its chemical composition and functional properties, and it can be easily consumed by individuals with cow's milk allergy. In the study, semi-hard type cheese was produced from cow's and goat's milk. Acidity, pH, fat, dry matter, ash, water activity, salt, color, protein, yield, organic acid and textural properties of cheeses were investigated. As a result of the analysis, it was determined that the titration acidity (% lactic acid), ash, total protein and value of cheese produced from goat's milk were higher. In terms of color, goat's cheese has a more matte appearance than cow's cheese, a* values are higher in semi-hard type cheese produced from goat's milk, and b* value is lower. The study determined that the firmness value of cheese produced from cow's milk was higher than that of goat cheese. In the study, 6 organic acids (oxalic acid, tartaric acid, formic acid, lactic acid, acetic acid and succinic acid) were determined. Formic, succinic and tartaric acid amounts were found higher in cheeses produced from goat milk. It was determined that the lactic acid level was designated the highest organic acid in cheese produced from both milk types. Cheeses produced from goat milk are more appreciated in terms of cross-sectional appearance and taste in sensory analysis. It is thought that semi-hard type cheeses can be produced from goat's milk can be an alternative to cheeses produced from cow's milk.

Key Words: Goat cheese, cow cheese, melting salt, texture, organic acid.

ÖZ

Keçi sütünün hem kimyasal bileşimi hem de fonksiyonel özelliği nedeniyle çocukların ve yetişkinlerin beslenmesinde mükemmel bir gıda olması ve inek sütü alerjisi olan bireylerce rahatlıkla tüketilebilmesi nedeniyle son yıllarda tüketici tercihlerinde öncelikli sütler arasında yer almaktadır. Çalışma da inek ve keçi sütünden yarı sert tip peynir üretilmiştir. Peynirin asitlik, pH, yağ, kurumadde, kül, su aktivitesi, tuz, renk, protein, randıman, organik asit ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda keçi sütünden üretilen peynirin titrasyon asitliği (% laktik asit), kül, toplam protein, değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Renk bakımından keçi sütü peyniri, inek sütü peynirine göre daha mat bir görünüme sahip olduğu, a* değerlerinin ise keçi sütünden üretilen yarı sert tip peynirde daha yüksek, b* değerinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada inek sütünden üretilen peynirin sıklık değerinin keçi peynirine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada 6 adet organik asit (okzalik asit, tartarik asit, formik asit, laktik asit, asetik asit ve süksinik asit) tespit edilmiştir. Formik, süksinik ve tartarik asit miktarlarının keçi sütünden üretilen peynirde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Laktik asit düzeyinin peynirde de en yüksek oranda belirlenen organik asit olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizlerde de kesit görünüş ve tat koku bakımından keçi sütünden üretilen peynirin daha çok beğeni aldığı görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda keçi sütü kullanılarak yarı sert tip peynirin inek sütünden üretilen peynire alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Keçi peyniri, inek peyniri, eritici tuzlar, tekstür, organik asit.

Introduction

Milk and its products are among the most important food groups that should be consumed in a healthy diet. Although cow's milk is preferred mostly, dairy products from goat, sheep and buffalo milk or their mixtures are also consumed widely. Goat's, sheep's and buffalo's kinds of milk are mostly used in local businesses or by the breeder by processing them into traditional products. According to TUIK (2021) data, 21370116 tons of cow's milk, 1143762 tons of sheep's milk, 622785 tons of goat's milk and 63643 tons of buffalo milk are produced in Turkey. The presence of goat milk comes right after cow and sheep milk. The amount of cheese produced is examined; 728777 tons of cheese from cow's milk, 1016 tons of cheese from sheep's milk, 236 tons of cheese from goat's milk and 159 tons of cheese from buffalo milk, and 24642 tons of cheese from a mixture of these milk. The soft type ones are produced the most among these cheeses. However, depending on the region, semi-soft, semi-hard, hard and extra-hard cheeses are also produced (Anonymous, 2021).

Cow and goat milk, which are the most produced and consumed in the world, constitute 85% and 12.3% of total milk production, respectively (Filipczak-Fiutak et al., 2021). Goat's milk has been among the priority milk in consumer preferences in recent years, so it is an excellent food for children and adults due to both its chemical composition and functional properties. It can be consumed by individuals with cow's milk allergy easily (Riberio and Riberio, 2010). Goat's milk products have an important place in providing product diversity due to their unique taste, smell, aroma and especially nutritional properties (Akan and Kınık, 2015).

The composition of products obtained from different types of milk also varies. Goat's milk contains more essential fatty acids, vitamins A and B, riboflavin, niacin, calcium, phosphorus, chlorine, magnesium, potassium and selenium than other milk. A significant buffering effect is

observed in terms of high protein, non-protein nitrogen and phosphate (Metin, 2005; Şatır and Güzel Seydim 2010). Goat's milk of fat globule diameters are smaller (Metin, 2005). The amount of vitamin A is two or three times higher than other types of milk. The thyroid glands, which play a role in the conversion of carotene to vitamin A, work larger and faster in goats. For this reason, goat's milk and products are whiter (IDF 1986, Kosikowski and Mistry, 1997). Furthermore, it's low α 1-casein structure and easier digestibility of β -lactoglobulin, it is less allergenic than cow's milk (Güney and Kaymakçı, 1997). Goat milk is rich in the amino acids histidine, methionine, threonine and proline (Metin, 2005).

Technological processes affect product quality in the dairy industry significantly. When we examine goat milk technologically, goat's milk has a shorter fermentation time than other types of milk. (Metin, 2005). It contains high amount of β -casein, low amount of α 1-casein and high amount of non-protein nitrogen compounds. It is stated that this feature affects the ability to form clots. (Arslanbaş and Bodur, 2010). Goat's milk has a low cream binding ability. Because the fat globule diameters are very small, it prevents the separation of the fat. However, fat is easier to digest than other milk fats. Goat's milk is used in the production of special cheeses (Metin, 2005). In addition, goat's milk is a phosphate-rich form of milk. It will be an excellent source for removing the phosphate deficiency seen in people who do not consume meat or fish (Metin, 2005; Şatır and Güzel Seydim, 2010).

In recent years, researchers have evaluated it as a functional product due to its high nutritional value and importance in the nutrition of chronic patients (Riberio and Riberio, 2010). It is effective in the treatment of eczema, varicose veins, and asthma. (Kezer, 2013; Metin, 2005). In France, more than 90% of goat's milk is used in cheese production. Spain reports that it used to process goat, sheep, and cow's milk, but now only processes goat's milk (Güney, 2006).

In addition to soft type cheeses, semi-hard type goat cheese is processed in some private

enterprises in our country. However, there is little information available about semi-hard cheeses produced industrially. For this reason, semi-hard type cheeses were produced from goat and cow milk with the help of melting salt suitable for industrial production. The chemical and textural properties and organic acid contents of these cheeses were investigated.

Material and methods

Material

Goat's milk and cow's milk were used to make two different kinds of semi-hard cheese. The milk was provided by the Dairy Processing facility affiliated with the Burdur Mehmet Akif Ersoy University Dairy Products and Technologies Application and Research Center, and the cheese was produced in the same facility. 2%(w/v) 40%(w/v) CaCl₂, lyophilized thermophilic starter cultures (Batch No: 022165, Italy) (*Lactococcus lactis subsp. lactis* and *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Streptococcus thermophilus*), Chy-Max Plus 200 IMCU Rennet (1:15000), (Denmark), phosphate group melting salts (0,3% w/w) were used.

Methods

Semi-hard cheese making

The milk was heat treated at 68°C/15 minutes and cooled to 37-38°C. To make the milk suitable for industrial production, 2%(w/v) of 40%(w/v) CaCl₂ was added. Lyophilized thermophilic starter cultures were used in the study. Chy-Max Plus 200 IMCU Rennet (1:15000), (Denmark) was added to the milk in the amount determined by yeast strength analysis. The clot was cut into 2-3 cm³ cubes using a cheese wire. The whey was separated from the clot after 15-20 minutes of waiting. The whey was then taken out with a coagulum press. The coagulum was heated to 40 °C until the acidity reached pH 5.80 and the serum was removed more quickly. The majority of the whey was then removed, and the curd's pH was reduced to 5.20.

After the curd reached the desired acidity level

was crushed, was taken a kneading machine (İntermak, Türkiye), dry boiled process was applied by adding phosphate group melting salt into it (0.3 %w/w). The curd was transferred to mould which was 500 g by shaping, it was stored room temperature to yellow, was stored at +4°C for a night after removed from mould. Cheeses shaped were stored in polypropylene (PP) vacuum packaging.

Determination in both types of milk used in cheese production was designated by using Mettler Toledo (Switzerland) branded pH meter, %lactic acid amount titration method, fat analysis with Gerber principle, dry matter determination with gravimetric method, antibiotic determination (Anonymous, 2017).

The cheeses which were not ripened were analyzed after three days. The cheeses analyzed after three days were checked in terms of values. In order to determine values the following methods were used: pH determination of samples with Mettler Toledo (Switzerland) branded pH meter (Anonymous, 1983), % lactic acid amount titration method (Anonymous, 2000a), fat analysis with Gerber principle (Anonymous, 2000b), dry matter determination with gravimetric method (Anonymous, 2000a), salt determination (Anonymous, 2000c), ash determination (Anonymous, 1983), color determination using the Minolta CR-400 color device (Minolta Corp, Ramsey, NJ, USA), yield calculation (Van Slyke and Price, 1936; Mishra, 2006), determination of water activity values (aw) with a portable hygrometer (Novasina AG, CH 8853, Labswift aw, Lachen, Switzerland), Texture Profile Analysis with Stable Micro Systems Taxtplus C (UK) instrument. Texture analysis was performed using A/ECB Craft Knife and Fracture Wedge Set (A/WEG) probes in terms of firmness, hardness and brittleness parameters analyzed in hard-type cheeses. Protein determination was by using the Kjeldahl method according to the IDF method (Gripon et al.,1975). Sensory analysis was carried out with 10 panelists (Anonymous, 2016). Organic acids were determined according to Buffa et al. (2004). Five

grams of sample was taken and then 25 ml of deionized water was mixed by ultraturrax for one minute. The tubes were left in the shaker at 250 rpm for 4 hours. After centrifuging the tubes at 1900 x g for 15 minutes, the samples were prepared for injection by passing them through a 0.45-micron filter. Organic acids were determined by using GL-7400 HPLC System, Column InertSustain C18(5 µm , 250x4,6mm I.D., Col., these parametres Temp. 40 °C, Detection UV

210nm (GL-PDA Detector), Injection Vol. 10 µl method (Tokyo, Japan). Statistical analysis data were analyzed using SPSS version 10.0 statistical program (SPSS, 1999). one-way analysis of variance was made using the ANOVA.

Result and discussion

Values of raw milk used in cheese production are given in Table 1.

Table 1. Some values of raw goat's and cow's milk used in cheese production

Parameters	Goat milk	Cow milk
pH	6.73±0,02	6.66±0,01
Titrateable acidity (Lactic acid) %	0.17±0,01	0.18±0,01
Dry matter(%)	12.82±0,03	12.15±0,03
Fat (%)	3.90±0,01	3.70±0,01

Both types of milk were found to have a general average composition in terms of dry matter, fat, titration acidity, pH values, and the absence of antibiotics. The results were consistent with the Communiqué on Raw Milk

and Heat Treated Drinking Milk (Anonymous, 2004).

Table 2 shows the chemical, biochemical, and yield values of semi-hard cheeses produced from goat's and cow's milk.

Table 2. Chemical, biochemical properties and yield ratios of cheese samples

Parameters	Goat's cheese	Cow's cheese
pH	5.49±0.01 ^a	5.44±0.01 ^b
Lactic acid %	1.04±0.05 ^a	0.92±0.19 ^a
Dry matter	57.72±0.53 ^a	55.79±0.64 ^b
Fat	22.75±1.41 ^b	21.00±0.35 ^a
Ash	3.90±0.06 ^a	2.31±0.13 ^b
Water activity	0.917±0.01 ^a	0.915±0.01 ^a
Salt	1.29±0.14 ^a	1.35±0.12 ^a
Protein	32.51±0.01 ^a	28.57±0.01 ^b
Yield calculation	10.38±0.01 ^a	8.17±0.01 ^b

a-b* Different letters indicate a significant difference in each line (p< 0.05).

It was determined that the statistical difference between the pH values of cheese varieties was significant (p<0.05). The titration acidity (% lactic acid) value of cheeses produced from goat's milk is higher. When the initial pH and lactic acid levels of the milk species were compared, the acidity development level was roughly the same in both types of milk. Salazar et al. (2018) determined the pH values of Gouda cheeses produced from raw and pasteurized cow's milk to be between 5.26 and 5.86, whereas the pH values of goat's milk cheeses were between 5.39 and 5.50. In the research conducted on Xinotyri cheese, the pH values of

cheeses produced from raw and pasteurized goat milk were between 4.2-4.5 (Pappa et al., 2022). It was determined that the dry matter of semi-hard type cheeses produced from goat's milk was higher. Two cheese types produced from different kinds of milk were compared and there was a significant difference (p<0.05). According to Gambaro et al. (2017), the dry matter levels of 15 market goat cheeses range between 44.1 and 71.9 percent. According to a study that looked at the effect of carbon dioxide and oxygen gas permeability during the ripening of semi-hard type goat cheese, the dry matter values of the cheeses started at 53.96% and increased during

storage (Darnay et al., 2019).

It has been determined that goat cheeses contain more fat. When the fat ratios of the milk used in the production of cheese were compared, it was determined that although the fat ratio of goat milk was high, the data of the two milk types did not show a statistically significant difference ($p>0.05$). The fat ratios of semi-hard cheese types produced from 100% goat and 100% cow milk range between 25.22% and 28.65%, with the lowest in cheese produced from 100% cow milk. In the study, the fat ratio of raw cow milk used to produce cheese was found to be between 3.59 and 3.82 percent, while it was between 3.27 and 3.28 percent for raw goat milk. (Shehan et al., 2009). According to our research, the fat rate in semi-hard type goat cheeses is higher due to the higher fat rate in raw goat milk. In addition, milk fat might vary depending on variables such as the type of animal, its nutrition, its age, and its lactation time (Metin, 2005). In a study that looked at the changes in ripening of Cheddar cheeses using different probiotic bacteria, the lowest fat value at the beginning of ripening was 31.71%, and the highest fat value at the end of ripening was 34.20%. There was no statistical difference between the fat ratios of the cheeses (Ong and Shah, 2009). According to a study on Maiorchino cheese, a semi-hard cheese produced from a mixture of goat and sheep milk, the fat level increased from 25.9% to 30.2% during the period of twenty-four months of storage (Conte et al., 2015).

Manuelian et al. (2020) searched at cheeses made from buffalo, goat, cow, and sheep's milk. The fat rate in soft goat cheeses was 17.12%, in hard sheep cheeses it was 31.42%, in semi-hard cow cheeses it was 27.31%, and in soft buffalo cheeses it was 22.59%. In the same study, Asiago cheese, a semi-hard type of cheese, had a fat ratio of 29.58%; Emmental cheese has a fat ratio of 24.5%; Fontina cheese has a fat ratio of 27.89%; Provolone cheese has a fat ratio of 28.94%; and Cheddar cheese has a fat ratio of 36.16%.

There was a statistically significant difference

($p<0.05$) between these two cheeses. It is known that the salts that come naturally in milk and are added to the curd during production have a direct effect on the amount of ash in cheese. In a study that looked at the effects of storage conditions on semi-hard goat cheeses, the ash content of the cheeses ranged from 2.50% to 5.64% at the end of the 90th day of storage (Sumarmono et al., 2019). Analyses of Xinotyri Cheese, a hard cheese produced from both pasteurized and raw goat's milk, showed that the ash ratios in cheese made from raw goat milk started at 0.85% and reached 2.47% after 90 days of storage. After 90 days of storage, it was found to be 3.28% in cheese produced from pasteurized goat's milk. On the day it was made, it was 0.73% (Pappa et al., 2022).

There was no difference in salt rates because both types of cheese were made with the same salt types and amounts.

The total protein ratios of the cheeses were examined, and it was discovered that goat milk had 32.51% total protein and cow milk had 28.57% total protein. The distinction in total protein content between the cheeses was statistically significant ($p<0.05$). Emirmustafaoğlu and Coşkun (2012) found that the total protein values of Otlu cheeses made from a mixture of goat, cow, and both types of milk ranged between 18.46 and 22.74%, with goat cheese having the highest protein level. When the protein ratios of semi-hard type cheeses made from 100% cow, 100% goat milk, and mixed milk at different rates are examined, it is discovered that the protein ratio in cheese made from 100% goat milk is the highest (23.32%), and the protein ratio decreases as the cow's milk mixture ratio increases (Sheehan et al., 2009). The protein ratios of 15 different commercial semi-hard goat cheeses were found to be higher than other types of cheese, with values ranging from 21.4% to 32.1% (Gambaro et al., 2017).

According to Sumarmono et al. (2019), the protein content of goat cheeses was 15.98% at the start of ripening and 24.59% at the end of the 90 day storage period. Álvarez and Fresno(2021),

looked at the physical and chemical properties of Palmero cheese made from goat's milk during the 90 day storage period. They found that the protein ratio changed from 26.98% to 31.37%. According to the researchers, this difference was statistically significant. Furthermore, it was stated that the β -casein/ α s1-casein ratio in goat's milk is 70%/30% (Türkmen, 2017). The β -casein level in Xinotyri cheese, a hard type of goat cheese, was found to be higher than the α s1-casein level (Pappa et al., 2022).

The yield calculations of the semi-hard cheeses produced have been examined, and it has been determined that the yield rate of the goat milk cheese is higher. This distinction was also discovered to be statistically significant ($p < 0.05$). There are two possible explanations for the high yield in cheese. A high fat-free dry matter ratio or casein ratio boosts yield (Matutinovi'c et al., 2021).

El-Zoughby (1998) determined the yield rates of Mozzarella cheese produced from various types of milk as follows: 11.62 kg/100 kg milk buffalo milk, 8.95 kg/100 kg milk cow's milk, 7.93 kg/100 kg milk goat milk, 10.50 kg/100 kg milk buffalo and cow's milk mix, 10.35 kg/ buffalo and goat milk. It was found to be 8.37 kg/100 kg of cow and goat milk in 100 kg of milk, and 9.15 kg/100 kg of buffalo, cow, and goat milk.

Zedan et al. (2014) said that the yield of fresh mozzarella cheese produced from a mix of buffalo and cow's milk (11.66 kg/100 kg milk) is higher than the yield of mozzarella cheese made from only cow's milk (10.66 kg/100 kg milk). The difference in yield was found to be caused by the fact that buffalo's milk has more fat, protein, and total dry matter than cow's milk.

In the study of Temizkan et al. (2014) found that the real and corrected yields of kashar cheese produced from sheep's milk were 13.77 kg/100 kg of milk and 12.31 kg/100 kg of milk, respectively. It has been determined that it is higher than the kashar cheese produced from cow's milk.

Facia et al. (2015) found that Fior di Latte cheese produced from a mixture of sheep and

goat milk had a higher yield than cow's milk cheese.

Table 3. Color values of cheese samples

Sample name	Color Analysis		
	L*	a*	b*
Goat's cheese	82.76±0,01 ^b	0.24±0,01 ^a	10.82±0,01 ^b
Cow's cheese	85.42±0,01 ^a	0.17±0,01 ^b	11.36±0,01 ^a

a-b* Different letters indicate a significant difference ($p < 0.05$) in each column

The cheeses were color analyzed, and the CIE L*, a*, and b* values are shown in Table 3. Color in dairy products can be affected by the type of milk, fat and protein content, heat treatment, packaging material, and oxidation during storage.

The L* value represents the product's brightness level. The brightness of cow cheese was measured to be 85.42, and it was found that goat cheese was brighter. Cow's milk cheese was more clear than goat's milk cheese. In a color analysis of Panela cheese made from different concentrations of cow and goat's milk, it was found that the L* value went up as the cheese fully matured. This was because more goat's milk was used to make the cheese, which made the L* value go up. (Ramírez-López and Vélez-Ruiz, 2018). According to Palmero goat's milk cheese, the L* value of 87.84 decreased during the ripening period, and the value decreased by 79.41 on the 90th day (Álvarez and Fresno, 2021).

a* values, which show the color change from red to green, were found to be higher in semi-hard goat's milk cheese. It is well known that dairy products made from goat milk have a higher a* value. This is attributed to free fatty acids, which differ in the structure of goat's milk (Egypto Queiroga et al., 2013).

Sheehan et al. (2009) found that goat's milk was linked to a higher a* value in cheeses made with only goat's milk or a certain amount of cow's milk.

Egypto Queiroga et al. (2013) conducted a color analysis of Coalho cheeses made from cow, goat, and their mixture milks, and discovered that goat milk cheese has the highest a* value. Sant'Ana et al. (2013) did a color analysis of Minas

cheese made from goat's, cow's, and goat-cow mixed milk. They found that the cheese made from pure goat's milk had the highest a^* value, followed by cheese made from a mix of both kinds of milk and cow's cheese.

It shows that the change in b^* value, which shows the yellow-blue color scale, moves toward a yellowish color. The b^* value in the milk of goats fed green feeds might be different. It has been said that the amount of carotene in milk changes depending on how it is fed, and that this has an effect on the product (Park, 2006; Lucas et al., 2008).

The fact that goat's milk contains more carotene than cow's milk is thought to influence the b^* value. Furthermore, because the fat globule diameters in goat's milk are smaller and more evenly distributed, it reflects light more and creates the perception of a lighter color. This could explain why the b^* value is lower than the value determined in cow cheese. The color analysis of Coalho cheese produced from a mixture of goat, cow, and both milk revealed that the cheese made from cow's milk had the highest b^* value, while the cheese made from goat's milk had the lowest. The increase in these values has been attributed to proteolysis and the Maillard reaction (Egypto Queiroga et al. 2013). Darnay et al. investigated the effects of different O_2/CO_2 permeability on the ripening of semi-hard cheeses (2019). The study determined the b^* value to be 10.93, with the lowest value being 13.62.

Table 4. Texture analysis values of cheese samples

Parameters	Goat's Cheese	Cow's Cheese
Firmness	18.30±1.0 ^a	18.36±1.48 ^a
Hardness	14.29±1.0 ^a	11.94±1.32 ^b
Brittleness	7.59±1.21 ^b	9.17±1.12 ^a

a-b* Different letters indicate a significant difference in each line ($p < 0.05$).

The chemical composition of the cheese, the size and distribution of the fat globule, the binding strength of the casein matrix, and the interactions in the protein matrix all effect the texture of the cheese (Hickey et al., 2015). The main factor was reported to be the heat treatment applied to the curd during the cheese

making process. Cheeses heat-treated at high temperatures (45 °C) have a harder structure than cheeses produced at low temperatures (36 °C) (Aldalur et al., 2019). Cutting and penetration tests were performed on semi-hard cheeses produced from goat and cow milk. In penetration analysis, goat cheese was found to be harder in hardness values (Table 4).

According to Mallatou et al. (1994), brined white cheeses made from goat's milk are harder than those made from sheep's milk. The fact that the milk used to make cheese contains varying casein structures and varying fat ratios influences the rheological qualities of the cheese. According to reports, the difference in α_1 -casein concentration between cow's milk and goat's milk also influences the acidity, storage, and protein aggregates of cheese (Ceballos et al., 2009).

Egypto Queiroga et al. (2013) discovered that the nutritional, textural, and sensory properties of Coalho cheeses produced from goat, cow, and their mixtures were higher in cheeses made from goat's milk.

In the study, the hardness value of cheese produced from cow's milk is higher than that of goat cheese. Miloradovic et al. (2018) examined the texture of cow and goat Quark cheeses produced using various heat treatments. It has been determined that goat milk cheeses are harder. This circumstance was discovered to be statistically significant ($p < 0.05$). According to a study on Palmero cheese made from goat's milk, the hardness value began at 125 N and increased over the course of 90 days of ripening (Álvarez and Fresno, 2021).

The analysis determined that the fragility level of cow cheese was higher. The differences in fragility between cheeses were found to be statistically significant ($p < 0.05$).

Statistically, there was no difference between goat cheese and cow cheese when it came to firmness. ($p < 0.05$).

Organic acids play an important role in the composition and flavor of foods. Fermentation converts milk sugar (lactose) into organic acids (Öztek, 1985). Proteolysis, lipolysis, and glycolysis

all have an impact on the taste and aroma of milk and its products. At the same time, some organic acids are recognized as indicators of starter

culture development and bacterial control during cheese ripening (Park and Lee, 2006; Manolaki et al., 2006).

Table 5. Organic acid values of cheese samples

Organic acid (mg/L)	Retention time(minute)	Goat's cheese	Cow's cheese
Oxalic acid	2.687	11.43±0.39 ^b	124.18±4.28 ^a
Tartaric acid	2.985	233.58±8.06 ^a	222.40±7.67 ^a
Formic acid	3.274	957.75±33.04 ^a	229.67±7.92 ^b
Lactic acid	4.431	2040.03±70.37 ^a	2278.67±78.60 ^a
Acetic acid	4.871	79.45±2.74 ^b	997.91±34.42 ^a
Succinic acid	7.009	111.20±3.84 ^a	63.48±2.19 ^b

a-b* Different letters indicate a significant difference each line ($p < 0.05$).

In the study, 6 organic acids (oxalic acid, tartaric acid, formic acid, lactic acid, acetic acid and succinic acid) were determined. The amount of oxalic acid in goat cheese was discovered to be less than that in cow cheese. This distinction was discovered to be statistically significant ($p < 0.05$).

The amount of tartaric acid in both cheeses was found to be approximately the same. The formic acid level in goat cheese was found to be higher, and the difference between cheeses was statistically significant ($p < 0.05$). The lactic acid level was found to be higher in cow cheese, but it was not statistically significant ($p > 0.05$). The amount of acetic acid in cow cheese was found to be higher than in goat cheese. It was found that this difference was statistically important ($p < 0.05$). It was determined that the level of succinic acid was high in goat cheese. This difference was found statistically significant ($p < 0.05$). The highest amount of lactic acid was found in cheeses made from both types of milk. The amount of formic acid and succinic acid in goat cheese was found to be much higher than in cow cheese.

Gambaro et al. (2017) looked at ripe and fresh goat cheeses and found that lactic acid had the highest level of organic acids. Park and Lee (2006) studied the impact of freezing on organic acids in plain soft Monterey Jack goat milk cheeses. The amount of lactic acid was at the highest level, followed by malic acid and tartaric acid. Furthermore, it can be stated that some organic acids are affected by storage time and temperature. Lactic acid is known to be an

important flavor component in dairy products and is responsible for the sour/acidic taste (Chen et al., 2017).

In the study of Seçkin et al. (2011) different types of cheese produced from goat's milk were stored and examined the amount of organic acids. Lactic acid was found at the highest level, while pyruvic acid was found at the lowest level. It was observed that while citric and fumaric acid levels increased during storage, the amounts of malic, acetic, pyruvic and propionic acids decreased compared to the beginning of storage. Packaging methods and freezing process also reported that lactic acid levels were affected statistically.

In a study on Motal Tulum cheese, organic acid values of this cheese stored at different storage temperatures and in different packages were investigated (Andıç et al., 2010). It is stated that citric, lactic, formic, acetic and propionic acid contents, which increase during storage, are significantly affected ($p < 0.05$). It is stated that organic acids other than butyric acid are significantly affected in terms of packaging parameters. Acetic acid can be produced from lactose, citrate and amino acids (Aston and Dulley, 1982).

Some bacteria use a fructose-6-phosphate to produce acetic and lactic acid from lactose. The fermentation pathway produces 3 moles of acetic acid and 2 moles of lactic acid for every 2 moles of glucose consumed (Scardovi and Trovatelli, 1965). According to some researchers, acetic acid causes a biting and sour taste in some cheeses as well as the vinegar smell (McSweeney and Sousa,

2000).

Tekin (2016) determined citric, pyruvic, uric, succinic, lactic, and formic acids in goat leather and canned Tulum cheeses. While lactic acid was found in the highest concentrations in cheeses, propionic, acetic, formic, citric, pyruvic, and uric acids were also found. Citric, succinic, and pyruvic acids decreased during storage while lactic, formic, acetic, propionic, and butanoic acids increased. On the 90th day of ripening, succinic acid increased twice as much in both Tulum cheeses as it did in fresh cheese.

Ong and Shah (2009) determined on Cheddar cheese, succinic and propionic acids after the 12th week. According to some other researchers, nonstarter lactic acid bacteria produce succinic and propionic acids (Ocando et al., 1993). It has been stated that succinic acid is formed from the breakdown of lactic acid, pyruvic acid, citric acid, isocitric acid and serine amino acid in cheeses. The amount of succinic acid in cheeses produced from milk with *Lactobacillus plantarum* added increased significantly when compared to cheeses made with *Lactobacillus paracasei* added. Furthermore, it was discovered that cheese storage and the total microflora of cheese affected the amount of succinic acid (Dudley and Steele, 2005; Skeie et al., 2008).

Formic acid levels in cheese have been found to rise during the ripening process. According to Tekin (2016), the level of formic acid in leather and tin Tulum cheese was similar, but it was detected at a slightly higher level in leather Tulum cheese, and the microbial activity in leather packaging was affected.

Gülcü (2008) said that grape juice has the most tartaric acid, which is often used to make things taste sour and sharp. Lactate dehydrogenase can produce oxalic acid from pyruvate, and glycolate oxidase in plants can produce oxalic acid from glycolate. In his study on Sürk cheese, Güler (2014) determined the oxalic acid level to be 93.10 (mg/100g cheese). She speculated that oxalic acid could be derived from the plants used to produce cheese.

Table 6. Sensory analysis results of cheeses

Descriptive Analysis	Type of cheese	
	Goat's cheese	Cow's cheese
Section, appearance and Structure (18 points)	15.95±6,60	15.31±6,75
Color (7 points)	5.95±2,60	6.29±2,39
Taste and Smell (28 points)	25.91±10,60	26.20±10,88

Ten panelists assessed the sensory qualities of the cheeses. Goat cheese was found to have a higher structure and appearance score. It has been determined that goat cheeses are disliked because they are lighter in color. Goat cheeses have been found to be less appreciated in terms of taste and smell. It is believed that goat cheeses do not receive fewer points due to their strong aroma and the fact that the type of cheese produced is new.

Delgado et al. (2011) say that the flavor of cheese depends on several reactions, especially the metabolism of lactose and lactate, lipolysis, and proteolysis in the cheese matrix. Some researchers think that branched chain fatty acids could have a lot to do with the flavor of goat cheeses (such as 4-ethyl-octanoic and 4-methyloctanoic).

According to Morand-Fehr et al. (2004), fresh cheeses have a less pronounced caprine flavor, making them more appealing to most consumers. The same researchers emphasize that using hygienic practices during milking can reduce the development of disagreeable taste in goat's milk cheeses during storage due to a decrease in lipolysis caused by contaminating bacteria, specifically lipase producers.

Egypto Queiroga et al. (2013) found that cheeses produce with goat's milk were less appealing to the senses. Mixing goat's milk with cow's milk made the cheeses more appealing to the senses.

Conclusions

So, in this study, it was thought that semi-hard cheeses made with goat's milk could be a good alternative to cheeses made with cow's milk.

There are chemical, biochemical, sensory, and textural differences between cheeses made from cow's milk and cheeses made from goat's milk. At the end of the research, it was found that semi-hard cheeses made from goat's milk are better in terms of cross-section, appearance, taste, and smell than cheeses made from cow's milk. People think that goat milk can be a good raw material for making semi-hard cheeses, which are thought to be good in terms of how they work. So it will help the dairy industry make more cheeses from different kinds of milk, and more goat milk will be used as a raw material. It will add to what is known about how to take care of cheeses made from different kinds of milk.

Acknowledgments

I would like to thank Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Dairy Products and Technologies Application and Research Center, where the laboratory infrastructure is used.

Conflict of interest: I declare that there is no conflict of interest.

Author Contributions: AAK designed the study, set up the trial, conducted the study, analyzed the data, and wrote the article.

References

Akalin, A.S., Gonc, S., & Akbas, Y. (2002). Variation in organic acids content during ripening of pickled white cheese. *J. Dairy Sci.*, 85, 1670–1676.

Akan, E., & Kınık, Ö. (2015). Keçi Sütü Kalitesinde Yeni Gelişmelere Bir Bakış. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology*, 15, 34-45.

Aldalur, A., Ong, L., Bustamante, M. A., Gras, S. L. & Barron, L. J. R. (2019). Impact of processing conditions on microstructure texture and chemical properties of model cheese from sheep milk. *Food and Bioproducts Processing*, 116, 160-169.

Álvarez, S., & Fresno, M. (2021). Effect of the Ripening Period and Intravarietal Comparison on Chemical, Textural and Sensorial Characteristics of Palmero (PDO) Goat Cheese. *Animals*, 11, 58. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11010058>

Andiç, S., Tunçtürk, Y., & Gençcelep, H. (2010). Dondurarak Depolama Ve Vakum Ambalajlamanın Motal

Peynirinde Lipoliz Ve Organik Asit Değişimi Üzerine Etkisi. *Gıda*, 36(6), 423-430.

Anonymous (1983). *Gıda maddeleri muayene ve analiz metotları*. TC Tarım, Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonymous (2000a). *AOAC Official Method 926.124. Acidity of Cheese*. Titrimetric Method. Official Methods of analysis of AOAC International, Vol. 2, 17th ed., Gaithersburg, USA.

Anonymous (2000b). *AOAC, Official Methods of Analysis of AOAC International, vol. 2, 17th edn.*, Association of Official Analytical Chemists, Maryland, USA, 2000.

Anonymous (2000c). *AOAC Official method 975. 20. Salt in cheese*. Official Methods of Analysis of AOAC International, Vol:2, 17th ed., Gaithersburg, USA. 163.

Anonymous (2004). *Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Çiğ Süt Ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği*. Tebliğ no: 2019/12, Ankara.

Anonymous (2016). *Kaşar peyniri standardı*, TS 3272, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonymous (2017). *Süt ve İşlem Görmüş Süt Ürünleri Standardı*, TS 1018, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonymous (2021). <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/tabloOlus tur.do#>.

Arslanbaş, E., & Bodur, AE. (2010). Türkiye’de Süt Keçisi Yetiştiriciliği Ve Modern Süt Bilimi Bakış Açısıyla Keçi Sütünün Değerlendirilmesi. *Ulusal Keçicilik Kongresi*, (pp. 442, 24-26 Haziran), Çanakkale, Türkiye.

Aston, J.W., & Dulley, J. R. (1982). Cheddar cheese flavour. *Australian Journal of Dairy Technology*, 47, 59–64.

Bevilacqua, A.E., & Califano, A.N., (1989). Determination of organic acids in dairy products by high-performance liquid chromatography. *J. Food Sci.* 54, 1076–1079.

Buffa, M., Guamis, B., Saldo, J., Turijillo, A.J. (2004): Changes in organic acids during ripening of cheeses made from raw, pasteurised or high-pressure treated goats milk. *Lebensm. Wiss. Tech.*, 37, 247-253.

Ceballos, L. S., Morales, E. R., Adarve, G. T. A., Castro, J. D., Martínez, L. P., & Sampelayo, M. R. S. (2009). Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 322-329.

Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H., & Zhao, G., (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, 20, 316–330.

Conte, F., Ravidà, A., Mandanici, A., Ferrantelli, V., Chetta, M., & Verzera, A. (2015): Maiorchino cheese: physicochemical, hygienic and safety characteristics. *Italian Journal of Food Safety*, volume 4, 4532.

Darnay, L., Németh, A., Koncz, K., Monspart-Sényi, J., Pásztor-Huszár, K., Friedrich, L., & Laczay, P. (2019). Effect of different O²/CO² permeable foils on aging of semi-hard goat cheese. *International Dairy Journal*, 90, 114-118.

Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R., & Ramírez, R. (2011). Effect of high-pressure treatment on the volatile profile of a mature rawgoat milk cheese with paprika on rind. *Innovative Food Science and*

- Emerging Technologies*, 12, 98-103.
- Dudley, E. G. & Steele, J. L., (2005). Succinate production and citrate catabolism by Cheddar cheese nonstarter lactobacilli. *Journal of Applied Microbiology*, 98, 14-23.
- Egypto Queiroga, R.C., Santos, B.M., Gomes, A.M.P., Monteiro, M.J., Teixeira, S.M., Souza, E.L., Dias Pereira, C.J., & Estevez Pintado, M.M. (2013). Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 538-544.
- El-Zoghby, A.S. (1988). *Technological studies on hard cheese*. M.Sc Thesis. Fac, of Agric., Zagazig Univ., Egypt.
- Emirmustafaoglu, A., Coşkun, H. (2012). Keçi Sütü, İnek Sütü Ve Bu Sütlerin Karışımından Yapılan Otlı Peynirlerde Olgunlaşma Boyunca Meydana Gelen Değişmeler. *Gıda*, 37(4), 211-218.
- Faccia, M., Trani, A., Gambacorta, G., Loizzo, P., Cassone, A., & Caponio, F. (2015). Production technology and characterization of Fior di latte cheeses made from sheep and goat milks. *J. Dairy Sci.* 98: 1402-1410. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-7953>
- Filipczak-Fiutak, M., Pluta-Kubica, A., Domagała, J., Duda, I., & Migdał, W. (2021). Nutritional value and organoleptic assessment of traditionally smoked cheeses made from goat, sheep and cow's milk. *PLoS ONE*, 16(7), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254431>
- Gambaro, A., Gonzalez, V., Jimenez, S., Arechavaleta, A., Irigaray, B., Callejas, N., Grompone, M., & Vieitez, I. (2017). Gambaro Chemical and sensory profiles of commercial goat cheeses. *International Dairy Journal*, 69, 1-8.
- Gripon, J.C., Desmazeaud, M.J., Le Bars, D., & Bergere, J.L. (1975): Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes au cours de la maturation des fromages II. - Influence De La Pressure Commerciale. *Le Lait*, 548, 502-516.
- Gülcü, M. (2008). *Durultmaya Yardımcı Maddelerin Üzüm Suyu Kalitesi Üzerindeki Etkileri*. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Müh. Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Güler, Z. (2014). Profiles of Organic Acid and Volatile Compounds in Acid-Type Cheeses Containing Herbs and Spices (Surk Cheese). *International Journal of Food Properties*, 17:6, 1379-1392. DOI: 10.1080/10942912.2012.697957
- Gün, İ. (2012). *Alternatif Kılıf Uygulamalarının Tulum peynirinin Bazı Nitelikleri Üzerine Etkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta.
- Güney, O., & Kaymakçı, M. (1997). *Keçilerde Süt Üretimi*. Keçi Yetiştiriciliği, Kaymakçı M (baş editör), Bornova, İzmir, Türkiye, s. 83-92.
- Güney, O. (2006). *Röportaj*, Hasad Hayvancılık, 255: 14-17.
- Hickey, C. D., Auty, M. A. E., Wilkinson, M. G. & Sheehan, J. J. (2015). The influence of cheese manufacture parameters on cheese microstructure, microbial localisation and their interactions during ripening. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 41, 35-148.
- IDF (International Dairy Federation), (1986). Cheese and Processed Cheese Products. Determination of Fat Contents. IDF Standard 5B. Brussels. BE.
- Kezer G., 2013. *İnek ve Keçi Sütü Karışımından Yapılan Kefirlerin Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Yağ İkame Maddelerinin Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Kosikowski, F.V., Mistry, V.V. (1997). *Cheese and Fermented Milk Foods*, Vol. 1. Westport CT 06880: F V Kosikowski LLC, 729.
- Lucas, A., Rock, E., Agabriel, C., Chilliard, Y., & Coulon, J. B. (2008). Relationships between animal species (cow versus goat) and some nutritional constituents in raw milk farmhouse cheeses. *Small Ruminant Research*, 74, 243-248.
- Mallatou H., Pappas CP., & Voutsinas LP (1994): Manufacture of feta cheese from sheep's milk, goats' milk or mixtures of these milks. *International Dairy Journal* Volume 4, Issue 7, p:641-664.
- Manolaki, P., Katsiari, M.C., & Alichanidis, E. (2006). Effect of a commercial adjunct culture on organic acid contents of low-fat Feta-type cheese. *Food Chem*, 98, 658-663.
- Manuelian, C.L, Currò, S., Penasa, M., Cassandro, M., & Marchi, M De. (2020). Characterization of major and trace minerals, fatty acid composition, and cholesterol content of Protected Designation of Origin cheeses. *Journal of Dairy Science* Vol. No. 5, 100:3384-3395. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12059>
- Marsili, R.T. (1985). Monitoring chemical changes in Cheddar cheese during aging by high-performance liquid chromatography and gas chromatography techniques. *J. Dairy Sci.*, 68, 3155-3161.
- Matutinović, S., Rako, A., Tudor Kalit, M., & Kalit, S. (2021). Influence of the Ratio of Sheep and Cow Milk on the Composition and Yield Efficiency of Le'ceva'cki Cheese. *Fermentation*, 2021, 7, 274. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation7040274>
- Morand-Fehr, P., Boutonnet, J. P., Devendra, C., Dubeuf, J. P., Haenlein, G. F. W., & Holst, P. (2004). Strategy for goat farming in the 21st century. *Small Ruminant Research*, 51, 175-183.
- Metin, M. (2005). *Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniv Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, Türkiye.
- McSweeney, P. L. H. & Sousa, M. J., (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80, 293-324.
- Miloradovic, Z., Miocinovic, J., Kljajevic, N., Tomasevic, I., & Pudja, P. (2018). The influence of milk heat treatment on composition, texture, colour and sensory characteristics of cows' and goats' Quark-type cheeses. *Small Ruminant Research*, 169, 154-159.
- Mishra, R., (2006). *Study of Rheological, Physical and Microstructural Changes During Rennet- Induced Gelation and Their Impact on Cheese Yield and Texture*. University of Wisconsin-Madison, Doctor of Philosophy (Food Science), ABD, 270 s.: Umi number: 3234535.

- Ocando, A. F., Granados, A., Basanta, Y., Gutierrez, B., & Cabrera, L. (1993). Organic acids of low molecular weight produced by lactobacilli and enterococci isolated from Palmita-type Venezuelan cheeses. *Food Microbiology*, 10(1), 1–7.
- Ong, L., & Shah, N.P. (2009). Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles. *Food Science and Technology*, 42, 1260–1268.
- Öztek, L. (1985): Organik Asitlerin Önemi ve Peynirin Kalitesi Üzerine Etkileri. *Gıda*, 10(4), 247-254.
- Pappa, E.C., Bontinis, T.G., Samelis, J., Sotirakoglou, K. (2022). Assessment of the Microbiological Quality and Biochemical Parameters of Traditional Hard Xinotyri Cheese Made from Raw or Pasteurized Goat Milk. *Fermentation*, 8, 20. DOI: <https://doi.org/10.3390/>
- Park, Y. W. (2006). Goat milk-chemistry and nutrition. In Y. W. Park, & G. F. W. Haenlein (Eds.), *Handbook of milks of non-bovine mammals* (pp. 34-58). Ames, IO, USA: Blackwell Publishing.
- Park, Y.W., & Lee, J.H. (2006). Effect of freezing on organic acid contents and lipolytic index of plain soft and Monterey Jack goat milk cheeses. *Small Ruminant Res*, 63, 58–65.
- Ramírez-López, C., & Vélez-Ruiz, J.F. (2018). Effect of Goat and Cow Milk Ratios on the Physicochemical, Rheological, and Sensory Properties of a Fresh Panela Cheese. *Journal of Food Science*, Vol. 83, Iss. 7, 2018.
- Riberio, A.C., & Riberio, S.D.A. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 225-233.
- Salazar, J.K., Carstens, C.K, Ramachandran, P., Shazer., S.S, Narula., Reed, E., Ottesen, A., & Schill, K.M. (2018). Metagenomics of pasteurized and unpasteurized gouda cheese using targeted 16S rDNA sequencing. *BMC Microbiology*, 18,189. DOI:<https://doi.org/10.1186/s12866-018-1323-4>
- Sant'Ana, A.M.S., Bezerril, F.F., Madruga, M.S., Batista, A.S.M., Magnani, M., Souza, EL., & Queiroga, R.C.R.E.V. (2013). Nutritional and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk, cow milk, or a mixture of both. *J. Dairy Sci.*, 96, 7442–7453. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6915>
- Scardovi, V., & Trovatielli, L. D. (1965). The fructose-6-phosphate shunt as a peculiar pattern of hexose degradation in the genus *Bifidobacterium*. *Analytical Microbiology Enzymology*, 15, 19–27.
- Seçkin, AK., Kizilirmak Esmer, Ö., Balkir, P., & Günç Ergönül, P. (2011). Effect of curd freezing and packaging methods on the organic acid contents of goat cheeses during storage. *Mljekarstvo*, 61 (3), 234-243.
- Sheehan, J.J., Drake, M.A., & Mcsweenwy, P.L.H. (2009). Effect of partial or total substitution of bovine for caprine milk on the compositional, volatile, nonvolatile and sensory characteristics of semi-hard cheeses. *International Dairy Journal*, 19, 498-509.
- Skeie, S., Kieronczyk, A., Naess, R. M., & Qstlie, M. (2008). Lactobacillus adjuncts in cheese: Their influence on the degradation of citrate and serine during ripening of a washed curd cheese. *International Dairy Journal*, 18, 158-168.
- SPSS (1999). SPSS software, version 10.0, Chicago, IL.
- Sumarmono, J., Setyawardani, T., & Santosa, S.A. (2019). Effect of Storage Conditions on the Characteristics and Composition of Fresh Goat Cheese Containing Probiotics. *Animal Production*, 21(1), 56-63.
- Şatır, G., Güzel-Seydim, Z. (2010). Keçi Sütünün Fonksiyonel Bileşenleri. *Ulusal Keçilik Kongresi*, (pp. 442), 24-26 Haziran, Çanakkale, Türkiye.
- Tekin A (2016). *Keçi Derisi ve Bidonda Olgunlaştırılan Koyun (Karaman) Tulum Peynirlerinde Biyokimyasal ve Duyusal Nitelikler*. Yüksek Lisans Tezi, HMKÜ Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği ABD, p:127.
- Temizkan, R., Yasar, K., & Hayaloglu, A.A. (2014). Changes during ripening in chemical composition, proteolysis, volatile composition and texture in Kashar cheese made using raw bovine, ovine or caprine milk. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 49, 2643–2649.
- Türkmen, N. (2007). Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. In Watson, R.R., R. Collier R.J. & Preedy, V.R. (Eds.), *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease*. (pp.441-449). Academic Press, Issue number:1.
- Van Slyke, L. L., & Price, W. V., (1936). *Cheese*. Orange Judd Publ. Co., Inc., New York, NY.
- Zedan I.A, Abou-Shaloue Z., Zaky S.M., (2014). Quality evaluation of Mozzarella cheese from different milk types. *Alexandria Sci Excl.*, 35, p:162–177.



Comparison of XRF and ICP-OES methods to determine total element concentrations of soils formed on different parent materials in the Sanliurfa province of Turkey

Türkiye'nin Şanlıurfa ilinde farklı ana materyaller üzerinde oluşan toprakların toplam element konsantrasyonlarının belirlenmesinde XRF ve ICP-OES yöntemlerinin karşılaştırılması

Yüstra İNCİ^{1*}, Ali Volkan BİLGİLİ², Recep GÜNDOĞAN³, Yusuf Kağan KADIOĞLU⁴

¹ Harran University, Organized Industrial Zone Vocational School, Şanlıurfa, Turkey

^{2,3} Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Şanlıurfa, Turkey

⁴ Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-9740-0013>; ²<https://orcid.org/0000-0002-4727-8283>;

³<https://orcid.org/0000-0001-8877-1130>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-7894-2220>

To cite this article:

İnci, Y., Bilgili, A.V., Gündoğan, R. & Kadioğlu, Y.K. (2023). Comparison of XRF and ICP-OES methods to determine total element concentrations of soils formed on different parent materials in the Sanliurfa province of Turkey. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 277-292.
DOI: 10.29050/harranziraat.1206474

*Address for Correspondence:

Yüstra İNCİ

e-mail:

yustrainci0@gmail.com

Received Date:

18.11.2022

Accepted Date:

22.05.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ABSTRACT

The use of different instrumental methods as an alternative to traditional methods has become an important issue in order to detect soil change accurately, quickly and economically. In this study, soil profiles formed over four common parent materials (Mudflow, Basalt, Limestone and Marl) in Sanliurfa province of Turkey were described. Soil samples were collected from each horizon, in addition, surface soil samples (0-20 cm) of cultivated and uncultivated lands around the soil profiles were collected. Soil samples were analyzed using instrumental (ICP, XRF) techniques to determine total element (Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, P, Mn, Cr) concentrations as oxides, and assess the impact of parent materials and tillage (cultivated vs uncultivated) on the elemental composition. The highest percent total oxides in the soils were SiO₂, CaO, Al₂O₃, and MgO. The total oxide concentrations determined by both techniques were close to each other except SiO₂, they were statistically different. In general, differences in the mean total oxide values of the investigated elements among the soils formed on different parent materials determined by both methods were found to be statistically significant ($p < 0.05$) while the effect of soil tillage was significant ($p < 0.05$) only for the results obtained with the XRF. The impacts of soil tillage status on other elements were statistically negligible ($p > 0.05$), but only MgO was shown to be significantly affected. The percent SiO₂ values obtained by the ICP technique were quite low compared to the values obtained by the XRF technique. Overall, in terms of total elemental oxide values obtained, the XRF method was considered more advantageous over the ICP technique as it provides more accurate results and requires less soil samples.

Key Words: Soil, Total oxides, Soil tillage, XRF, ICP

ÖZ

Toprak değişiminin doğru, hızlı ve ekonomik olarak tespit edilebilmesi için geleneksel yöntemlere alternatif olarak farklı enstrümantal yöntemlerin kullanılması önemli bir konu haline gelmiştir. Bu çalışmada Şanlıurfa'da dört yaygın ana materyal (Çamur akıntısı, Bazalt, Kireçtaşı ve Marl) üzerinde oluşan toprakların profilleri tanımlanmış, horizon esasına göre alınmış bu profillerin yüzey horizonları ve çevresindeki işlenmiş ve işlenmemiş arazilerin yüzey örnekleri enstrümantal (ICP, XRF) teknikler kullanılarak araştırılmıştır. Farklı ana materyaller üzerinde oluşan toprakların toplam element (Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, P, Mn, Cr) konsantrasyonlarını ölçmek için her iki yöntem de kullanılmış ve çeşitli ana materyallerin ve toprak işleme uygulamalarının sonuçları üzerindeki etkisi ANOVA ve Tukey's analizleri ile

değerlendirilmiştir. Farklı ana materyale bağlı olarak, topraklardaki SiO_2 , CaO , AlO_2 ve MgO oranları en yüksek bulunmuştur. Her iki teknikle belirlenen toplam oksit değerleri SiO_2 hariç birbirine yakın olmakla birlikte istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. Farklı ana materyaller üzerinde oluşan topraklar arasında incelenen elementlerin ortalama toplam oksit değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuşken ($p < 0.05$), toprak işleminin toplam oksitler üzerindeki etkisi sadece XRF tekniği ile elde edilen sonuçlardan elde edilmiştir ($p < 0.05$). Toprak işleme durumunun diğer elementler üzerindeki etkileri MgO hariç istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). ICP tekniği ile elde edilen yüzde SiO_2 değerleri, XRF tekniği ile elde edilen değerlere göre oldukça düşük bulunmuştur. Genel olarak, elde edilen toplam elementer oksit değerleri açısından XRF yöntemi, daha doğru sonuçlar vermesi ve daha az toprak örneği gerektirmesi nedeniyle ICP tekniğine göre daha avantajlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Toprak, Toplam oksitler, Toprak işleme, XRF, ICP

Introduction

Soil is a complex structure containing inorganic and organic materials, that have been formed as a result of various soil formation processes. The physical, chemical and morphological properties of soils are the function of natural factors such as climate, topography, living things, parent material and vegetation, which are called "soil formation factors" by Dokuçayev (Jenny, 1941). The important processes causing the morphological, physical, chemical and biologic differentiation of soils as a result of soil formation processes are the displacement, transport, gain and loss of energy and material (Simonson, 1959).

Soil ecosystem has a very complex structure such as soil water movement, soil air, solar radiation, cation exchange, clay mineral decomposition, humus formation, pH, oxidation and reduction potential, and other physicochemical and biological interactions.

Soils differ in terms of their complex biological, chemical, physical, mineralogical and hydrological properties and have a dynamic structure that changes over time. The speed of this change mostly depends on climatic, biological and topographic conditions. Some soil properties may change in a very short time, while others may take a very long time.

In recent years, different instrumental analysis methods such as ICP, XRF and XRD have been developed as an alternative to conventional methods to detect changes in soil properties more accurately, quickly and economically. Techniques such as X Ray Fluorescence spectroscopy and ICP can be used to provide comprehensive and numerical data both in situ

and in the laboratory. X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy is an analytical tool that directly measures the concentration of atomic elements in a wide range of materials and has a great advantage in analyzing small samples (Rawlins and Cave, 2004).

The potential of XRF was tested for distinguishing the soil samples on the same parent material from eastern England (Rawlins and Cave, 2004). The X-ray fluorescence technique was used to determine the exchangeable nutrient content of 58 soil samples taken from 0 to 0.2 m soil depth in an agricultural field in Brazil's southeast region (Tavares et al., 2019).

The soils in a tropical humid area in Nigeria were classified by examining the formation of soils formed on limestone and analyzing the routine and morphological properties of soil samples, which were taken from 5 different profiles formed on sandstone and limestone main material, on the basis of horizon, as well as the total element contents with ICP-OES (Ofem et al., 2020).

The researchers collected 2200 soil samples from 0-20 cm depth from agricultural areas and 2100 soil samples from 0-10 cm from grassland areas and analyzed 94 different elements, including SiO_2 , K_2O , Na_2O , Fe_2O_3 , Al_2O_3 using ICP-MS and XRF in 2009, within the scope of the project named GEMAS (Geochemical Mapping of European Agricultural Soils) in order to determine whether the nutrients or pollutants in the soil are of agricultural or terrestrial origin (Saaltink et al., 2014). The obtained element concentrations were compared with the Terrestrial Surface values in the World and Europe. Average SiO_2 , K_2O , Na_2O ,

Fe₂O₃, Al₂O₃ concentration values were 66.37%, 1.94%, 1.10%, 3.69%, 9.83%, respectively for agricultural areas, and 63.78%, 1.84%, 0.95%, 3.62%, 9.83% for grassland areas, respectively. The researchers who compared the results obtained with the Earth's Terrestrial Surface values (SiO₂: 53.03%, K₂O: 2.45%, Na₂O: 1.64%, Fe₂O₃: 2.35%; Al₂O₃: 11.77%) reported that an enrichment (increase) in SiO₂ and Fe₂O₃ values to date, and impoverishment (decrease) in Al₂O₃, Na₂O and K₂O values. The researchers attributed the decreases in Al₂O₃, Na₂O and K₂O to the leaching of these oxides as a result of chemical weathering, while the enrichment in SiO₂ and Fe₂O₃ made them more resistant to decomposition. In addition to the soil elemental analysis results, the researchers used factor analysis on the data set they created together with soil properties including clay content, pH, LOI, KDK, total organic carbon. They interpreted the reactions of minerals as being of geological origin, such as clay minerals and carbonate minerals.

Geochemical indices obtained by proportioning the elements are generally used to obtain information about the level of chemical weathering in rocks and soil profiles. Geochemical indices assume that mobile elements in the soil decrease, while the amount of stable inert elements increases during weathering. Major oxides such as Al₂O₃, Fe₂O₃ are considered as immobile while oxides such as SiO₂, K₂O, Na₂O, MgO and CaO are considered mobile. The concentrations of these oxides in the soil vary according to the pedogenic functions or the parent rock. During soil formation, major elements such as Mg, Ca, K and Na are reduced in environments where leaching occurs. SiO₂ also generally decreases depending on the dissociation intensity, but since Al₂O₃ has low solubility, its relative ratio generally increases. Similar to Al, Fe concentration increases with increasing the weathering ration of materials (Stockmann et al., 2016).

In this study, soil profiles formed over four

common parent materials in Sanliurfa were defined, soil samples were taken from the horizons and also surface samples of tilled and untilled lands around the profiles were investigated using instrumental (ICP, XRF) techniques. The total element concentrations of the soils formed on different parent materials were determined by both techniques, and the effects of differences in parent material and soil tillage treatment on the results were compared.

Material and Methods

Study area

The study area covers the province of Sanliurfa, located in the Southeastern Anatolia region of Turkey, is approximately 200 thousand km² and is located between 36° 38' 00''-37° 59' 37'' northern latitudes and 37° 49' 03'' - 40° 14' 37'' east longitudes. Sanliurfa province has arid and semi-arid climate characteristics. The summers are hot and dry, and the winters are mild and rainy. The geology of Şanlıurfa province consists of tertiary aged terrestrial sedimentary carbonate rocks, volcanic rocks and locally quaternary alluvial and colluvial materials. While Eocene limestones are widespread in the southwestern and southern parts of the province, basalts formed as a result of the Karacadağ eruption are dominant in the northeast of the province. Colluvium and alluviums are mostly located in depressions such as the Harran plain and on the valley floors. In addition to these formations, in the east and northeast sections, there are loose lacustrine limestones, which start with white gray marls at the bottom and very clayey at the top, over siliceous limestones (MTA, 1996).

In the study, three profiles were dug on four common parent materials in Sanliurfa: I-Mud flows, II- Eocene-Miocene limestones, III-Neogene marls, IV-Basalt materials (Figure 1). Soil surfaces of profiles (12 in total) and surface (@ 0-20 cm) samples from surroundings of each profile (58 in total) were collected (Inci et al., 2021).

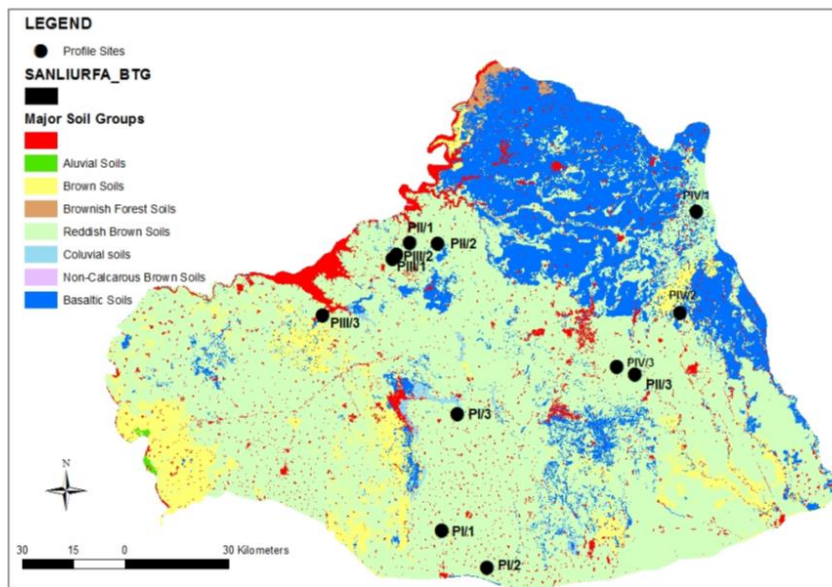


Figure 1. The profiles opened on the common parent materials in the Sanliurfa Province

Geochemical analysis

Sub-samples of 4 g were taken for bulk elemental analysis by ICP and X-ray Fluorescence (XRF), which provides a non-destructive bulk analysis with simple sample preparation.

ICP (Inductively Coupled Plasma - Optic Emission Spectroscopy (ICP-OES)) was used for analyses of major, minor and some trace elements and it is an analytical technique used to determine the concentration of certain elements in a sample. A further sub-sample (0.1 g) was taken for ICP analyses and digested with HF/HNO₃ at 70°C. Three HNO₃/HF fluxes (4 ml and 2 ml, respectively) were followed by two additions of HNO₃ (2 ml), the first of which was evaporated off to near dryness before being made up to 100 ml with deionized water to give a 2% solution. These samples were then analyzed by ICP OES (PerkinElmer Optima 5300 DV). All samples were tested against SSP certified reference material (MBH Analytical Ltd, registration number 034/04) and control blanks were run throughout the analysis in accordance with standard procedures.

For XRF analysis, Organic materials, such as plant matter, were removed from the sub-samples before manually homogenizing them with an agate pestle and mortar. Powdered samples were then analyzed by XRF (Spectro X-

Lab 2000) with a helium carrier gas. X-ray emission spectrograph method is fast, reliable, generally non-destructive, and in many cases faster and more accurate than conventional chemical analysis techniques. XRF is an elemental analysis method that evaluates the presence and concentration of various elements in soil and plant materials by measuring the characteristics of secondary radiation emitted from a sample excited by an x-ray source. Elemental analysis with XRF spectroscopy is based on the principle that primary x-rays from a target tube cause elements present in the sample to emit secondary (fluorescent) x-radiation. When each element is excited, it emits x-rays that have a specific wavelength (inversely proportional to the square of the atomic number) and intensity that is roughly proportional to the amount of that element. Elements with high atomic number emit short wavelength and high energy radiation, while elements with low atomic number emit long wavelength and low energy radiation.

Statistical analyses

ANOVA ("analysis of variance") was used to compare the differences between the analysis findings of soil samples obtained from various parent materials under various soil tillage treatments (cultivated and uncultivated soils).

Tukey's multiple comparison test was then used to measure the significance of the differences between them. MINITAB program was used for ANOVA – Tukey analysis. Basic descriptive statistical and correlation analyzes of soil properties were performed in the R program.

Result and Discussions

Total oxide values of soil samples taken from different parent materials, determined by XRF and ICP methods are given in Table 1 and 2; Figure 2 and 3. According to oxide values calculated based on ICP technique, average values of CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, K₂O, P₂O₅, MnO and Cr₂O₃ were respectively 9.44, 3.94, 3.89, 1.06, 0.21, 0.005, 0.09 and 0.01%. The same values calculated with XRF technique were 14.44, 9.63, 7.47, 2.31, 1.26, 0.13 and 0.036%, respectively (Table 1 and 2). LOI (Lost of Ignition) values, which are known to be correlated with the amount of organic materials in the soil, ranged from 3.84 to 32.22% (Table 2).

SiO₂ values obtained with XRF method ranged from 14.00 to 59.76 % with an average value of 44.91%, while SiO₂ values obtained with ICP method ranged from 0.02 to 0.21 % with an

average value of 0.11%. As can be seen, the percent SiO₂ values obtained by the ICP technique were lower compared to the values obtained by the XRF technique. The extremely low percentage SiO₂ values detected with the ICP technique can be attributed to the pretreatment of soil samples in this method. In the ICP analysis, HNO₃ and HCl acids were used to pass the metals in the samples to the solution during the pre-treatment of the soil samples from the microwave oven to the solution. At the end of this process applied in the microwave oven, all compounds except the silicon oxides are dissolved, so since the silicon in the soil samples cannot be dissolved, errors are possible in the silicon values determined by this method. The use of HF is required in order to dissolve the silicon, which will result in incorrect results by passing the silicon into solution in the glass material if glass materials are used during the ICP analysis. Therefore, problems may be encountered in the determination of silicon by the ICP method. According to the sample t-test results, there is a significant difference between ICP and XRF for some selected elements (Co, Cu, Ni and Zn), and it is seen that XRF had the highest mean and ICP had the lowest mean values for all analyzes (p < 0.05) (Table 3).

Table 1. Descriptive statistics of oxide levels of soil samples determined by ICP OES

Oxides (%)	Mean	Std Dev [†]	Min	Max	Range	CV [‡]
CaO	9.44	11.46	0.24	43.05	42.81	121.35
SiO ₂	0.086	0.048	0.02	0.81	0.78	55.8
Al ₂ O ₃	3.94	1.74	0.80	7.58	6.78	44.19
Fe ₂ O ₃	3.89	1.78	1.16	7.81	6.66	45.62
MgO	1.06	0.40	0.15	2.03	1.88	37.64
K ₂ O	0.21	0.10	0.04	0.50	0.46	45.42
P ₂ O ₅	0.005	0.003	0.000	0.01	0.01	55.49
MnO	0.09	0.04	0.03	0.23	0.21	52.48
Cr ₂ O ₃	0.01	0.005	0.001	0.02	0.02	54.31

[†]Std Dev: Standard Deviation; [‡]CV: Coefficient of Variation (%)

O'Rourke et al. (2016) compared elemental concentrations determined using XRF with reference ICP technique. They reported that XRF produced accurate results for macro elements such as K and micro elements such as Mn, Zn, and C, which can be found in high concentrations in soils as well as elements such as Cr and Cu, which can be found at low concentrations. They also stated that the ICP method may be more suitable for the measurement of elements that can be

found at low concentrations (<5 mg/kg). In the study, a very weak relationship was obtained between XRF and ICP for Se, which is found at low concentrations. The same researchers also compared the XRF and VNIRS technique and stated that the XRF method gave more successful results than the VNIRS method in most of the total elements estimation.

Ofem et al. (2020) investigating five different profiles formed on the sandstone and limestone

parent material in a tropical humid area in Nigeria determined the total element contents with ICP-OES and XRF. The researchers obtained positive correlation ($r=0.68$) between Fe_2O_3 determined with XRF and Fe, Mg, Na and Al contents determined with ICP-OES, statistically significant positive relations ($p<0.05$) between MnO_2 determined with XRF and Mg, Fe contents determined with ICP-OES and between SiO_2 determined with XRF and Al and Mg contents determined with ICP-OES.

The elemental composition data of the surface samples taken from the profiles formed on

different parent material and around the profiles were graphed for visual comparison (Figure 2 and 3). By looking at figures, the abundance or lack of CaO, Fe_2O_3 , TiO_2 and SiO_2 can be used to distinguish the parent materials at the initial stage. While CaO is quite high in soils formed on parent material Marn and Mud flows, CaO content is quite low in soils formed on parent material Basalts with relatively higher Fe_2O_3 content. Fe_2O_3 density can be helpful in distinguishing soils at the initial level.

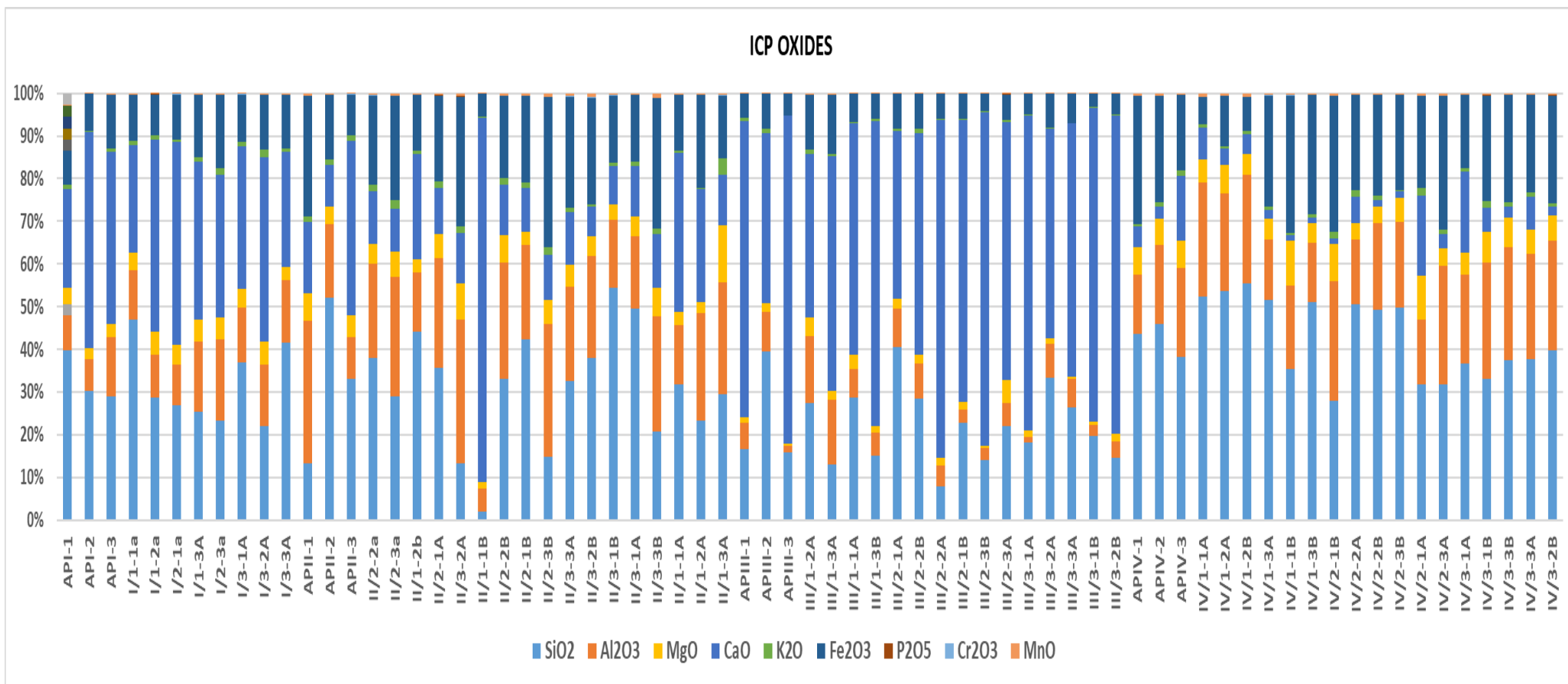


Figure 2. Proportional distribution of oxides determined by ICP on different parent material (I,II,III,IV are profile names shown as Roman numerals (I-Mud flows, II-Limestones, III-Marls and IV-Basalt); A and B represent surface samples taken from cultivated and uncultivated lands, respectively; AP represent plow horizon).

The soils formed over basalt parent material had high Fe₂O₃ content, and were distinguished from other parent materials. The Al₂O₃ content of the soils formed on the parent material Marl is also quite low. Among the soils formed on different parent materials (Alluvial deposits, Colluvial deposits, Marl and Basalt), the soils with

the highest Fe₂O₃ content were determined in soils formed on basalt parent materials (Tunçay and Dengiz, 2020). Similarly, the researchers found that the % Al₂O₃ values in the soils formed on the Marl parent material (13.06 %) were relatively lower than the soils formed on the Basalt (13.94 %) and Limestone (13.29 %).

Table 2. Descriptive statistics of oxide levels of soil samples determined by XRF

Oxides (%)	Mean	Std Dev	Min	Max	Range	CV
SiO ₂	44.91	14.10	14.00	59.76	45.76	31.39
CaO	14.44	13.25	1.73	48.04	46.31	91.75
Al ₂ O ₃	9.63	2.96	2.31	14.23	11.92	30.69
Fe ₂ O ₃	7.47	3.52	2.06	16.05	13.99	47.10
MgO	2.31	0.61	0.37	3.47	3.10	26.43
K ₂ O	1.26	0.53	0.59	4.03	3.44	41.64
TiO ₂	1.12	0.90	0.19	3.89	3.70	80.26
P ₂ O ₅	0.24	0.21	0.09	1.26	1.17	88.83
SO ₃	0.23	0.15	0.12	1.25	1.13	64.45
MnO	0.13	0.06	0.03	0.25	0.23	42.51
Na ₂ O	0.043	0.002	0.04	0.05	0.01	5.71
Cr ₂ O ₃	0.036	0.014	0.010	0.071	0.06	38.56
V ₂ O ₅	0.027	0.013	0.009	0.063	0.05	47.33
Cl	0.002	0.003	0.000	0.016	0.02	171.37
LOI	18.29	8.27	3.84	32.22	28.38	45.20

†Std Dev: Standard Deviation; ‡ CV: Coefficient of Variation (%)

SiO₂ contents varied between 14.00% and 59.76% with the average highest (56.12%) detected in soils on Basalt parent material and with the average lowest (25.64%) detected in soils on Marl parent material. Al₂O₃ contents varied between 2.31% and 14.23%, with the average highest (12.07%) detected in soils on Limestone parent material and with the average lowest (5.83%) detected in soils on Marl parent material. The CaO contents varied between 1.73% and 48.04% with the average highest (31.54%) detected in the soils on the Marl parent material and with the average lowest (3.32%) detected in soils on Basalt parent material. MgO contents varied between 0.37% and 3.47% with the average highest (3.07%) detected in soils on mud flow parent material and with the average lowest (1.84%) detected in soils on Marl parent material. P₂O₅ contents varied between 0.09% and 1.26%, with the average highest (0.39%) detected in soils on Basalt parent material and with the average lowest (0.15%) detected in soils on the mud flow parent material. The K₂O contents varied between 0.59% and 4.03% with the average highest (1.52%) detected in soils on limestone parent material and with the average lowest (0.90%)

detected in soils on Marl parent material. MnO contents varied between 0.03% and 0.25% with the average highest (0.175%) detected in soils on Basalt parent material and with the average lowest (0.07%) detected in soils on Marl parent material. Fe₂O₃ contents varied between 2.06% and 15.92% with the average highest (11.49%) detected in the soils on the basalt parent material and with the average lowest (3.88%) detected in soils on Marl parent material. TiO₂ contents varied between 0.19% and 3.89% with the average highest (2.13%) detected in soils on Basalt parent material and with the average lowest (0.45%) detected in soils on Marl parent material.

The oxide values found in this study are consistent with those found in earlier studies. Heidari et al. (2022) analyzed a total of 184 soil and rock samples in the profiles they defined at 56 points in Iran, which has a semi-arid climate. According to the results of the XRF analysis of the samples taken from the rocks and soils at the opened points, the highest element in the soil and rocks was SiO₂ (40% to > 65%) with an average of 48%. Other oxides varied as Al₂O₃ (0.08 – 23 %), Fe₂O₃ (0.07 – 16.26 %), CaO (0.30- 52.98%), Na₂O

(0.23- 1.18%), K₂O (0.01-4.76%), TiO₂ (0.02-2.49%), MnO (0.01- 0.21%) and ZrO₂ (0.00-0.08%). The researchers also found that the total extracted element concentrations as a percentage varied between 73% and 97%, and the LOI values varied between 3% and 27% depending on the organic matter in the soil. Badia et al. (2015) measured elemental distribution at different depths of the soil profiles that have occurred on the calcareous fluvial deposits along the Alcanadre river in the Ebro basin, which has a semi-arid climate in the North East of Spain in

order to examine the temporal changes of soils of different ages and depths. They found the element with the highest amount in the profiles was SiO₂ (6.8-82.9%), followed by CaO (5.8-56.5%), Al₂O₃ (2.9-14.4%), K₂O (0.7-8.0%), TiO₂ (< 0.6%) and MnO (<0.1%) according to XRF analysis results. The researchers attributed the decreases in Al₂O₃, Na₂O and K₂O to the leaching of these oxides as a result of chemical decomposition, while they attributed the enrichment in SiO₂ and Fe₂O₃ to their being more resistant to weathering.

Table 3. Comparison of ICP and XRF techniques for some selected elements

Element (%)	Group	n	Min	Max	Average	Std. D	Std. E	t-value	sd	p
Co	ICP	58	2.5	81.1	21.3	19.0	2.5	7.5	113	0.000***
	XRF	57	21.2	144.0	54.1	26.6	3.5			
Cu	ICP	58	5.6	41.6	18.3	9.4	1.2	8.2	113	0.000***
	XRF	57	14.9	83.1	38.3	15.7	2.0			
Ni	ICP	58	28.7	200.2	89.8	44.2	5.8	5.6	113	0.000***
	XRF	57	49.6	287.5	143.8	57.9	7.6			
Zn	ICP	58	25.1	162.3	71.6	26.5	3.4	4.5	113	0.000***
	XRF	57	42.0	182.5	95.3	29.6	3.9			

*** p significant at p<0.001 level

XRF OXIDES

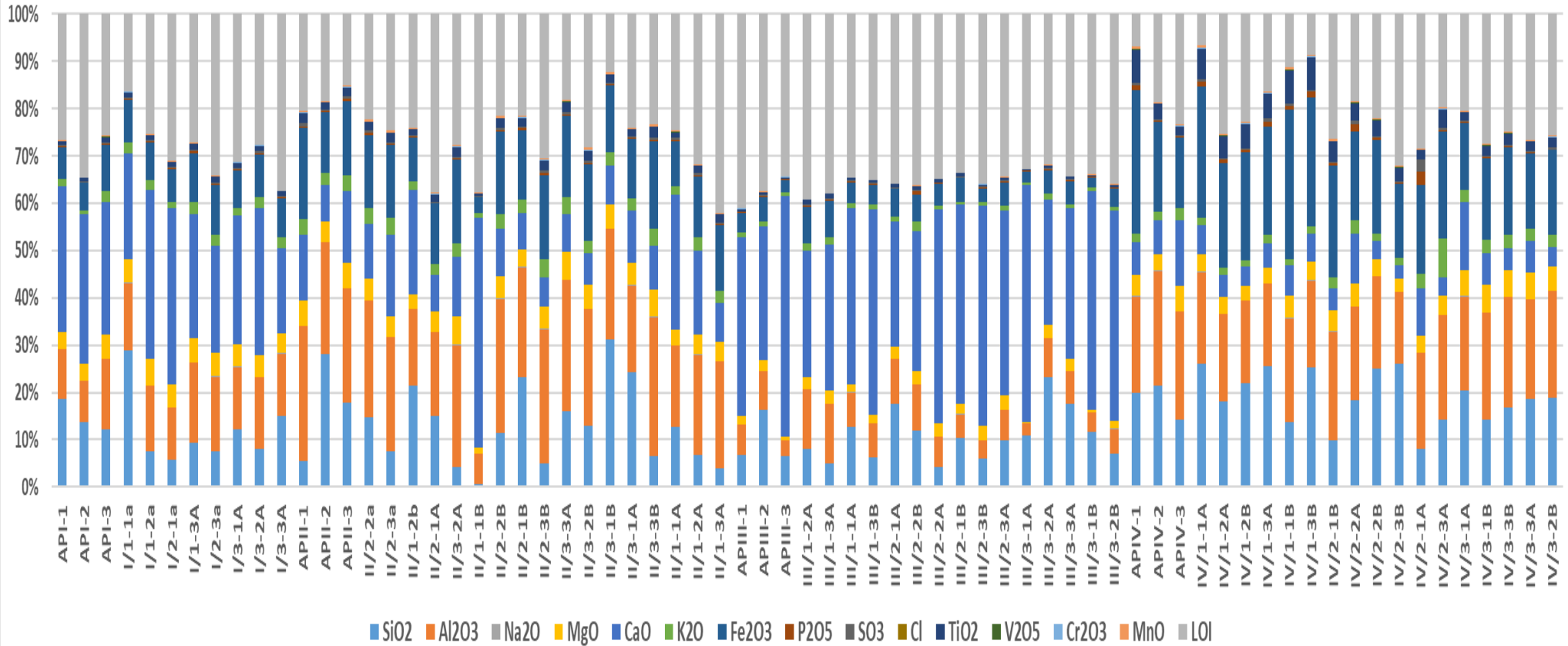


Figure 3. Proportional distribution of oxides determined by XRF on different parent material (I,II,III,IV are profile names shown as Roman numerals (I-Mud flows, II-Limestones, III-Marls and IV-Basalt); A and B represent surface samples taken from cultivated and uncultivated lands, respectively; AP represent plow horizon).

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, CaO/MgO and $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ ratios were obtained by using oxides determined in soil samples by XRF technique. Si/Al ratios give information about the weathering levels of rocks (Ruxton, 1968). Silicon loss is related to total-element losses, the Si/Al ratio can provide information about the level of decomposition if Al remains constant during decomposition. In order to achieve this ratio, total iron oxides ($\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$) can be used instead of aluminum (Ruxton, 1968).

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratios varied between 3.27 and 6.47. The highest average value (5.2) was obtained from soils formed on basalt parent material (Figure 3). The CaO/MgO ratios varied between 0.79 and 129.49 and the highest average

value (28.73) was obtained from the soils formed on the marl parent material. $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ratios varied between 3.23 and 9.29 and the highest average value (7.8) was obtained from the soils formed on the mudflow parent material. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ ratios varied between 3.83 and 16.49 and the highest average value (10.16) was obtained from soils formed on basalt parent material.

The Ruxton weathering index ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) was developed to determine the level of chemical weathering in rocks and relates silicon to the total elemental loss during weathering. Here it is assumed that silicon is mobile oxide, while sesquioxide aluminum is immobile.

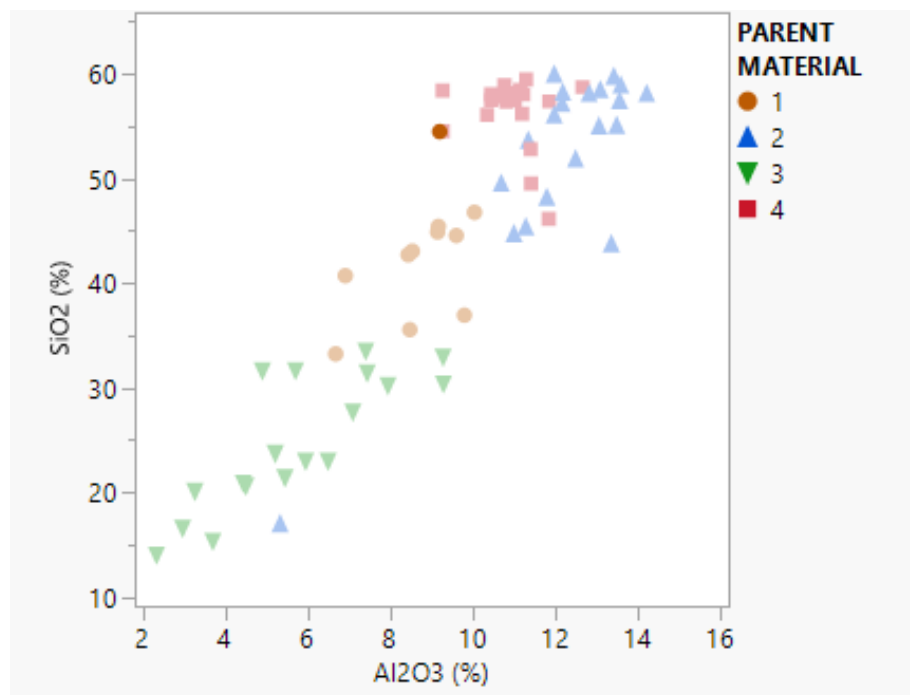


Figure 3. Comparison of oxides ratios (SiO_2 and Al_2O_3) belonging to the surface samples of soils formed on different parent materials (1-Mudflow, 2-Limestone, 3-Marl, 4-Basalt).

The decrease in the Ruxton index ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) indicates an increase in the separation intensity. This ratio is generally between 0 and 10; the lowest value, 0, indicates optimum separation, and 10 indicates fresh material (Stockmann et al., 2016). Low $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratios may indicate possible advanced chemical weathering (Andreeva et al., 2011). Low Si/Al ratios can be seen especially in semi-humid areas with high precipitation, where the movement of elements from the profile is high. In addition, in the early stages of weathering, the basalts lose their mobile elements (Mg, Ca, Na and K) and retain elements such as Al, Fe and Ti (Heidari and Raheb, 2020). In basaltic rocks, at the beginning of the weathering,

there is a loss of Ca and a decrease in silicon, and relatively increases in Al and Fe. During the ongoing decomposition, there is an increase in Fe by washing Al.

Statistical analysis

The results of ANOVA analysis showing the effects of factors such as soil cultivation and parent material on the element concentrations obtained by ICP and XRF techniques are given in the Tables 4- 9. While the effect of the parent material on the elemental analysis results obtained with both techniques was generally found to be statistically significant ($p < 0.05$), the effect of soil tillage was only found to be

significant ($p < 0.05$) only on the analysis results obtained with the XRF technique. Soil tillage status was found to be significant only in terms of MgO, but its effects on other elements were statistically insignificant ($p > 0.05$).

Considering the oxide values calculated by the ICP technique, the averages of the other total elements except for P_2O_5 , K_2O and Cr_2O_3 , the differences between the parent materials were found to be statistically significant (Table 4). Considering the oxide values calculated by the XRF technique, the differences in the averages of all the total elements between the parent materials were found to be statistically significant (Table 7).

Soils formed on basalt parent material had the highest values among soils formed on different parent materials in terms of average SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , Fe_2O_5 and MnO , so they were in a different group from other parent materials (Table 8). Soils formed on mudflows had the highest average MgO values and therefore were in a different group from other parent materials (Table 8). While the soils formed on the marl parent material had the highest average CaO values, the soils formed on the lime parent material were

classified in a different group as having the highest K_2O values (Table 8). In a different study evaluating soils formed on different parent materials in terms of elemental concentrations, it was determined that soils formed on basalt parent material contained relatively higher rates of SiO_2 , P_2O_5 , TiO_2 , Fe_2O_3 compared to soils formed on Marl and Limestone (Tunçay and Dengiz, 2020). The researchers determined the highest per cent CaO ratios in soils formed on limestone. In a different study, it was determined that areas dominated by Marl parent material had relatively high CaO ratios (Tunçay et al., 2019). In general, the results obtained in this study and from different studies show that the parent material can have significant effects on the soil elemental contents.

When XRF analysis results are subjected to ANOVA analysis; except for the MgO variable, other variables were not significant for tillage (Table 7). According to Tukey's multiple comparison test, T1 (cultivated lands) had the highest mean and T2 (uncultivated lands) had the lowest mean in terms of MgO ($p < 0.05$). No difference was found in terms of tillage levels for other variables ($p > 0.05$) (Table 9).

Table 4. ANOVA results of ICP analyses results

	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃
Soil tillage	0.323	0.519	0.238	0.382	0.399	0.653	0.577	0.866
Parent material	0.000***	0.000***	0.001**	0.097	0.050	0.058	0.000***	0.000***
Soil profile	0.385	0.079	0.921	0.574	0.504	0.616	0.621	0.249
Soil tillage * Parent material	0.234	0.421	0.142	0.644	0.733	0.282	0.049*	0.226
Soil tillage * Profile	0.146	0.406	0.649	0.700	0.855	0.621	0.091	0.358
Parent material * Profile	0.196	0.000***	0.358	0.684	0.387	0.456	0.002**	0.519
Soil tillage * Material * Profile	0.913	0.836	0.574	0.922	0.88	0.897	0.851	0.957

*** significant @ p < 0.001 level; ** significant @ p < 0.05 level; * significant @ p < 0.05 level;

Table 5. Turkey statistical results of the averages of total oxides obtained by the ICP Method of different parent materials

Parent material	n	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃
Basalt	17	10.49 a	1.21 c	1.40 a	0.010	0.211	0.012	0.112 a	5.35 a
Mud flow	9	6.32 b	7.56 b	1.06 ab	0.006	0.274	0.006	0.061 b	2.93 b
Carbonates	17	9.66 a	5.25 ab	1.24 ab	0.048	0.462	0.015	0.117 a	4.96 a
Marn	14	5.00 b	25.90 a	0.78 b	0.005	0.15	0.006	0.054 b	2.81 b
P		0.000***	0.000***	0.001**	0.097 ^{ns}	0.050 ^{ns}	0.058 ^{ns}	0.000***	0.000***

*** significant @ p < 0.001 level; ns: statistically not significant (p<0.05)

Table 6. Tukey statistical results of averages of total oxides obtained by ICP Method according to soil tillage status

Soil tillage	n	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	LOI
T	35	8.009	9.884	1.155	0.022	0.3	0.01	0.085	3.912	18.72
NT	22	8.677	8.958	1.146	0.008	0.252	0.011	0.101	4.784	17.153
P		0.323 ^{ns}	0.519 ^{ns}	0.238 ^{ns}	0.382 ^{ns}	0.399 ^{ns}	0.653 ^{ns}	0.577 ^{ns}	0.866 ^{ns}	0.438 ^{ns}

*** significant @ p < 0.001 level; ns: statistically not significant (p<0.05); T: Tilled soils; NT: Non- tilled soils

Table 7. ANOVA results of XRF

	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	LOI
Soil tillage	0.533	0.047*	0.150	0.090	0.386	0.092	0.059	0.725	0.791	0.877	0.360	0.430
Parent material	0.014*	0.000***	0.000***	0.000***	0.001**	0.004**	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
Soil Profile	0.003**	0.149	0.717	0.008**	0.017*	0.255	0.062	0.000***	0.001**	0.582	0.001**	0.871
Tillage x Material	0.772	0.612	0.309	0.160	0.020*	0.237	0.091	0.198	0.264	0.042*	0.083	0.763
Tillage x Profile	0.730	0.715	0.086	0.117	0.330	0.527	0.064	0.850	0.126	0.080	0.288	0.827
Material x Profile	0.143	0.002**	0.055	0.007**	0.051	0.151	0.038*	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.002**
Till x Mater x Profile	0.505	0.413	0.196	0.195	0.034*	0.058	0.273	0.494	0.264	0.004**	0.170	0.243

Table 8. Turkey statistical results of the averages of total oxides obtained by the XRF Method of different parent materials

Parent Material	n	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	LOI
Basalt	17	0.045a	2.30b	10.85a	56.12a	0.39a	1.28ab	3.32c	2.13a	0.042 a	0.175a	11.49a	11.57c
Mudflow	8	0.042b	3.07a	8.95b	44.26b	0.15b	1.33ab	17.41b	0.67bc	0.032b	0.107b	5.54c	18.39b
Carbonates	17	0.043b	2.38b	12.07a	51.14a	0.17b	1.52a	8.82c	0.91b	0.042a	0.16a	7.55b	15.27bc
Marn	14	0.043ab	1.84c	5.83c	25.64c	0.18b	0.90b	31.54a	0.45c	0.023c	0.07c	3.88d	29.30a
P		0.014*	0.000***	0.000***	0.000***	0.001**	0.004**	0.000***	0.000***	0.000**	0.000**	0.000**	0.000*

Table 9. Turkey statistical results of averages of total oxides obtained by XRF Method according to soil tillage status

Soil tillage	n	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	LOI
T	35	0.043	2.448 a	9.632	44.835	0.243	1.347	14.429	1.029	0.034	0.127	7.177	18.546
NT	21	0.044	2.119b	9.803	46.075	0.239	1.143	13.456	1.313	0.039	0.148	8.163	17.368
P		0.533 ^{ns}	0.047*	0.150 ^{ns}	0.090 ^{ns}	0.386 ^{ns}	0.092 ^{ns}	0.059 ^{ns}	0.725 ^{ns}	0.791 ^{ns}	0.877 ^{ns}	0.360 ^{ns}	0.430 ^{ns}

*significant @ p < 0.05 level; ns: statistically not significant (p<0.05)

Conclusions

Total element concentrations of soils formed on different parent materials were determined by ICP and XRF techniques. SiO₂, CaO, AlO₂ and MgO had the highest ratios among the total oxides in the soils, depending on the difference in the parent material. The ANOVA analysis successfully grouped different parent materials in terms of their average total element contents determined by both ICP and XRF techniques. Except for MgO detected by XRF, no statistically significant difference in average total element contents was found between different tillage applications. In terms of total element contents determined, statistical differences were found between the two compared instrumental techniques (ICP vs. XRF). Especially SiO₂ values were found to be low in the analyses results of the total elements using the ICP technique due to the acid solutions used in the pretreatment of soils. Therefore, XRF technique provided more accurate results for SiO₂ values. On the other hand, in the analysis of soil samples in XRF technique, relatively less soil samples are required compared to the ICP technique, which is an important advantage especially in fields such as forensic soil science, which requires very little soil.

Acknowledgement

This is a part of Yusra Inci's PhD.

Conflict of interest: Authors claim no conflict of interest.

Author contributions: Yusra INCI took part in field and laboratory studies and writing of the article. Ali Volkan BILGILI was involved in the writing of the article and the evaluation of the data. Recep GUNDOGAN was involved in the field studies and interpretation of the results. Yusuf Kagan KADIOGLU was involved in XRF analysis and interpretation of results.

References

- Andreeva, D.B., Leiber, K., Glaser, B., Hambach, U., Erbajeva, M., Chimtdorgieva, G.D., Tashak, V., & Zech, W. (2011). Genesis and properties of black soils in Buryatia, southeastern Siberia, Russia. *Quaternary International*, 243, 313-326. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.017>.
- Badia, D., Martí, C., Casanova, J., Gillot, T., Cuchí, J.A., Palacio, J., & Andrés, R. (2015). A Quaternary soil chronosequence study on the terraces of the Alcanadre River (semiarid Ebro Basin, NE Spain). *Geoderma*, 241, 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.11.017>
- Heidari, A., & Raheb, A. (2020). Geochemical indices of soil development on basalt rocks in arid to sub-humid climosequence of Central Iran. *Journal of Mountain Science*, 17(7), 1652-1669. <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5862-4>
- Heidari, A., Osat, M., & Konyushkova, M.V. (2022). Geochemical indices as efficient tools for assessing the soil weathering status in relation to soil taxonomic classes. *Catena*, 208, 105716. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105716>
- Inci, Y., Bilgili, A.V., & Gündoğan, R. (2021). Spectral characterization and estimation of soil properties formed on different parent materials with VNIRS technique for forensic science. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 25(4), 497-513. DOI: 10.29050/harranziraat.931045
- Jenny, H. (1941). *Factors of soil formation*. McGraw-Hill, New York.
- MTA (1996). General Directorate of Mineral Research and Exploration. Geological map of Şanlıurfa and its surroundings.
- Ofem, K.I., Asadu, C.L.A., Ezeaku, P.I., Kingsley, J., Eyong, M.O., Katerina, V., ... & Vít, P. (2020). Genesis and classification of soils over limestone formations in a Tropical Humid Region. *Asian J Sci Res*, 13, 228-243. DOI: 10.3923/ajsr.2020.228.243
- O'rourke, S.M., Stockmann, U., Holden, N.M., McBratney, A.B., & Minasny, B. (2016). An assessment of model averaging to improve predictive power of portable vis-NIR and XRF for the determination of agronomic soil properties. *Geoderma*, 279, 31-44. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.05.005>
- Rawlins, B.G., & Cave, M. (2004). Investigating multi-element soil geochemical signatures and their potential for use in forensic studies. *Geoscience: Principles, Techniques and Applications*, 232(1), 197-206. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2004.232.01.18>
- Ruxton, B.P. (1968). Measures of the degree of chemical weathering of rocks. *The Journal of Geology*, 76(5), 518-527. <https://doi.org/10.1086/627357>
- Saaltink, R., Griffioen, J., Mol, G., & Birke, M. (2014). Geogenic and agricultural controls on the geochemical composition of European agricultural soils. *Journal of Soils and Sediments*, 14(1), 121-137. <https://doi.org/10.1007/s11368-013-0779>
- Simonson, R.W. (1959). Outline of a generalized theory of soil genesis. *Soil Science Society of America Journal*, 23(2), 152-156.
- Stockmann, U., Cattle, S. R., Minasny, B., & McBratney, A.B.

- (2016). Utilizing portable X-ray fluorescence spectrometry for in-field investigation of pedogenesis. *Catena*, 139, 220-231. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.01.007>
- Tavares, T.R., Nunes, L.C., Alves, E.E.N., Almeida, Ed., Maldaner, L.F., Krug, F.J., Carvalho, H.W.Pd., Molin, J.P. (2019). Simplifying Sample Preparation for Soil Fertility Analysis by X-ray Fluorescence Spectrometry, *Sensors*, 19(23), 5066. <https://doi.org/10.3390/s19235066>.
- Tunçay, T., Dengiz, O., Bayramin, İ., Kilic, S., Baskan, O. (2019). Chemical weathering indices applied to soils developed on old lake sediments in a semi-arid region of Turkey. *Eurasian Journal of Soil Science*, 8(1), 60-72.
- Tunçay, T., Dengiz, O. (2020). The roles of parent material and toposequence on geochemical characteristics and pedogenic iron oxides of soils. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 49, 622-633.

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

YAZIM KURALLARI

1. Makale, **Microsoft Word programında, Calibri** yazı karakterinde, **1.15 satır aralığında, 12 punto** düz metin ve tek sütun olarak yazılmalıdır.
2. Kenar boşlukları; **sol, sağ, alt ve üst- 3 cm** bırakılarak, her satıra ardışık olarak **satır numarası** verilerek hazırlanmalıdır.
3. Yazar(lar) makalenin ne türde bir yazı (**Araştırma makalesi, derleme, teknik not vb.**) olduğunu belirtmelidir.
4. **Türkçe başlık 14 punto (koyu ve ortalı)** küçük harflerle (Başlığın sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük) ve düz yazılmalıdır. **İngilizce başlık 12 punto** ve ortalı yazılmalıdır.
5. Yazar isimleri **Adı SOYADI** kuralına göre Türkçe başlık sonrası **12 punto (koyu, ortalı ve düz)** ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak rakam, sorumlu yazarı belirtmek için ise * simgesi verilmelidir. **Adres satırı** yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto (normal, düz ve ortalı)** yazılmalıdır.
6. Adres satırından sonra 1 boşluk bırakılarak yazarların ORCID numaraları yazılmalıdır. ORCID satırının altına, sorumlu yazar e-posta adresi belirtilmelidir.
7. Metin genel olarak;
 - **Öz,**
 - **Abstract,**
 - **Giriş,**
 - **Materyal ve Metot,**
 - **Araştırma Bulguları ve Tartışma,**
 - **Sonuçlar,**
 - **Ekler**
 - **Kaynaklar** şeklinde olmalıdır.
8. Ana başlıkların yazımında koyu olarak kelimelerin sadece baş harfleri büyük yazılmalıdır. İkincil ve üçüncül başlıklarda sadece ilk kelimenin baş harfi büyük, diğer kelimeler küçük, koyu değil ve italik yazılmalıdır. Metin ana başlıkları, metin başlangıcı ve sonunda olmak üzere 1' er boşluk bırakılmalıdır. Alt başlıklardan önce 1 boşluk bırakılmalı, ancak sonrasında boşluk bırakılmamalıdır. Tüm başlıklar girinti verilmeden sola yaslı olarak yazılmalıdır.
9. **Metin içerisinde kaynak gösterimi (Yazar, yıl)** esasına göre yapılmalıdır. Metin içerisinde iki yazarlı bir kaynağın gösteriminde, metin Türkçe ise (**ilk yazar soyadı ve ikinci yazar soyadı, yıl**) kuralı uygulanmalıdır. İkiyden fazla yazarın bulunduğu kaynakların gösteriminde (**ilk yazarın soyadı ve ark., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.
Örneğin: (Mamay, 2020), (İkinci ve Bolat, 2018); (Söylemez ve ark., 2019),
10. Makale İngilizce olarak yazılacaksa (**ilk yazar and ikinci yazar, yıl**) ve (**ilk yazarın soyadı et al., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.
Örneğin: (Söylemez, 2018), (Bolat and Mamay, 2015), (Mamay et al., 2010).
11. Metin içerisinde birden fazla kaynağa aynı anda atıf yapılacak ise; kaynaklar yayınlandıkları yıl dikkate alınarak kronolojik olarak sıralanmalıdır.
12. **ÖZ (ABSTRACT):** Başlık sola yaslı olmalı, 10 punto, koyu, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce metin 300 kelimeyi aşmayacak şekilde, 10 punto ve 1 satır aralığında yazılmalıdır. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında tek

satır boşluk (10 punto, düz) bırakılarak metnin hemen altında en fazla 5 adet **Anahtar Kelimeler (Key Words)** yazılmalıdır. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır.

13. Makalelerde fotoğraf, grafik, çizim vb. “**Şekil**” olarak, Tablolar ise “**Çizelge**” olarak ifade edilmelidir.
14. Çizelge ve Şekiller ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1. veya Çizelge 1.). “Şekil” ve “Çizelge” içerikleri 1 satır aralıklı ve **10 punto** olarak hazırlanmalıdır.
15. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şekillerin altında ilk harf büyük olacak şekilde 1 satır aralıklı **10 punto** olarak yazılmalıdır.
16. **Türkçe yazılmış makalelerde Şekil ve Çizelge başlıklarının İngilizceleri, Türkçe başlığın hemen altında *italik* olarak yazılmalıdır.** (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelge başlıklarının Türkçe karşılıkları yazılmayacaktır)

Şekil 1. Araştırma bahçesinde tespit edilen ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve aylık yağış miktarı ortalaması değerleri (2007-2011 yılları ortalaması)

Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research garden (average of the years 2007-2011)

Çizelge 2. Şeftali çeşitlerinin 2007 - 2011 yılları arasındaki fenolojik gözlem sonuçları

Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011

Türkçe yazılmış makalelerde Çizelge ile Şekillerin içerisinde bulunan parametrelerin İngilizce karşılıkları bu parametrelerin hemen altına *italik* olarak yazılmalıdır. (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelgelerin içerisinde belirtilen parametrelerin Türkçe karşılıkları yazılmayacaktır.)

Çizelge 3. Denemede yer alan şeftali çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri

Table 3. Some pomological properties of peach varieties

Çeşitler Varieties	Meyve ağırlığı(g) Fruit weight (g)	Meyve eni (mm) Fruit width (mm)	Meyve boyu(mm) Fruit length (mm)	Çekirdek ağırlığı (g) Kernel weight (g)
Cardinal	78.19 f	50.73 d	48.48 c	5.06 d
Cresthaven	129.58 b	61.69 bc	59.56 b	8.31 bc

17. Makale metni ve Çizelge-Şekil içerisinde bildirilen ondalık rakamlar, **nokta** ile ayrılmalıdır. (123.87; 0.987 vb.).

18. Çizelge-Şekillerden önce ve sonra **bir satır boşluk** bırakılmalıdır.

19. Makale yazımında “**Uluslararası Birim Sistemi**” (SI)’ye uyulmalıdır. Buna göre; g/l yerine **g l⁻¹**, mg/l yerine **mg l⁻¹** ya da **ppm** kullanılmalıdır. Yüzde ile belirtilen ifadeler açıklayıcı olmalıdır. Örneğin; %3 yerine **%3 (w/v)**, **%3 (v/v)**, **%3 (w/w)** şeklinde belirtilmelidir.

20. **Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Kaynaklar listesinin bildirişinde APA Formatını kullanmaktadır.** Buna göre kaynaklar listesi aşağıdaki kurallar çerçevesinde hazırlanmalıdır.

1. DERGİ YAYINLARINA ATIF VERME

1.1. Tek yazarlı makale

Mamay, M. (2015). Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)]’nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5(3), 159-166.

1.2. İki yazarlı makale

Soylemez, S., & Pakyurek, A. Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. *Applied ecology and environmental research*, 15(3), 759-770. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_759770

1.3. İki den fazla yazarlı makale

Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., & İkinci, A. (2016). Efficacy of mating disruption technique against carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4), 295-299.

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I., & Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56(4), 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>

2. KİTAPLARI KAYNAK GÖSTERME

2.1. Kaynak kitap ise,

Mohsenin, N. N. (1970). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

2.2. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), *Title of book: And subtitle* (pp. pages). Place: Publisher.

2.3. Editörlü kitap

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2003). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Pegema Yayıncılık.

2.4. Yazarı bilinmeyen kaynakları veya internet kaynaklarını kaynak olarak gösterme;

Anonymous (2005). Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

3. YÜKSEK LİSANS ve DOKTORA TEZLERİNE ATIF VERME

Doktora ya da yüksek lisans tezlerine elektronik veri tabanlarından, kurumsal arşivlerden ve kişisel web sayfalarından erişilebilir. Eğer bir teze ProQuest doktora ve yüksek lisans tezleri veri tabanından ya da diğer bir kaynaktan erişildiyse, atıfta bu bilgi verilmelidir. Bir veri tabanı servisinde mevcut olan bir doktora ya da yüksek lisans tezi için aşağıdaki kaynak gösterme biçimi kullanılır:

3.1. Yayınlanmamış tez

Mamay, M. (2013). *Determination of population development and infestation ratio of carob moth [Apomyelois ceratoniae Zell. (Lepidoptera:Pyralidae) in pomegranate orchards in Sanliurfa province and using mating disruption technique for its control* (Yayımlanmamış doktora tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Söylemez, S. (2014). *Effects of nutrient induced salinity levels and rootstocks on plant growing, yield and some fruit quality features at soilless grown grafted tomatoes* (Yayımlanmamış doktora tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

3.2. Yayınlanmış tez

May, B. (2007). *A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud*. Bristol, UK: Canopus Publishing.

4. SEMPOZYUM VE TOPLANTI BİLDİRİLERİNE ATIF VERME

Mamay, M. (2017). Population density of overwintering larvae of Carob Moth [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. SEAB 2017. *Proceedings of the 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, (pp. 235), 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.

İkinci, A. & Mamay, M. (2017). Effects of fruit thinning on morphological, physico-chemical properties, bioactive compounds, antioxidant activity and pest & disease control in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, (pp. 642), 15-17 May 2017, Cappadocia, Turkey.

Sönmez, C., Mamay, M. & Söylemez, S. (2019). Determination of the effect of different hydroponic culture and different NH₄:NO₃ ratio on the density of aphid [*Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae)] population in greenhouse lettuce. *1st International Gobeklitepe Agriculture Congress (IGAC-2019)*, (pp. 599-604), 25-27 November, Şanlıurfa, Turkey.

Not: Yukarıda yer alan kaynak gösterimlerde bulamadığınız farklı materyal veya konu başlıklarındaki kaynak bildirişleri için internetteki APA Kaynak Gösterimi ile ilgili web sayfalarından ya da aşağıdaki linkteki bilgilerden yararlanabilirsiniz.

https://libguides.library.usyd.edu.au/ld.php?content_id=47913440

Şencan, İ., ve Doğan, G. (2017). Bilimsel yayınlarda kaynak gösterme, tablo ve şekil oluşturma rehberi: APA 6 Kuralları. *Türk Kütüphaneciliği Dergisi*, Ankara.

https://www.tk.org.tr/APA/apa_2.pdf

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ
YAZAR REHBERİ

1. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne gönderilen makaleler Dergi Yayın Kurulu tarafından belirlenen yazım kurallarına göre yazılmalıdır.
2. Makaleler, **Dergipark Sistemi üzerinden online** olarak yüklenmelidir.
3. Tüm yazarlar tarafından imzalanan **Telif Hakkı Devir Sözleşmesi** ve **Makale Kontrol Listesi** (sorumlu yazar tarafından imzalanacak) makale ile birlikte sisteme yüklenmelidir.
4. **iThenticate Programı Benzerlik Raporu** (**%20**'yi geçmemelidir) ve gerekli ise **Etik Kurul Kararı** makale ile birlikte sisteme yüklenmelidir.
5. Hazırlanacak olan makale metni genel olarak;

- **Öz,**
- **Abstract,**
- **Giriş,**
- **Materyal ve Metot,**
- **Araştırma Bulguları ve Tartışma,**
- **Sonuçlar,**
- **Ekler,**
- **Beyanlar**
 - **Çıkar Çatışması**
 - **Yazar Katkısı**
- **Kaynaklar** bölümlerinden oluşmalıdır.

6. **Başlık:** Kısa ve açıklayıcı olmalı, **Calibri** yazı karakterinde, **14 punto, koyu**, düz, ortalanarak ve küçük harflerle (Başlığın sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük) yazılmalıdır. Başlık tercihen 15 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce başlık Türkçe başlığı tam olarak karşılamalı, 12 punto ve koyu yazılmalıdır.

7. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne yayınlanması için makalenin ilk gönderiminde **yazar isimleri, kurum isimleri, adresleri, ORCID numaraları ve e-posta bilgileri yer almamalıdır.**

8. Makalenin hakem değerlendirmesi tamamlandıktan ve makale Yayın Kurulu tarafından kabul edildikten sonra, 7. maddede yer alan yazar isimleri ve diğer bilgiler, hakem önerilerine göre yeniden düzenlenmiş olan makale sayfası üzerine yazıldıktan sonra, Dergi web sayfasında yer alan düzenlenmiş makaleyi gönder sayfasından Dergi sistemine yüklenmelidir. **Kontrol edilmiş veya düzeltilmiş olan makale, yeni bir makale gibi Dergi web sayfasından yüklenmemelidir.**

9. Yazar isimleri **Adı SOYADI** kuralına göre Türkçe başlık sonrası **12 punto (koyu, ortalı ve düz)** ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak rakam, sorumlu yazarı belirtmek için ise * simgesi verilmelidir. Adres satırı yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto (normal, düz ve ortalı)** yazılmalıdır. Adres satırından sonra 1 boşluk

birakılarak yazarların ORCID numaraları yazılmalıdır. ORCID satırının altına sorumlu yazar e-posta adresi belirtilmelidir.

10. **ÖZ:** Çalışmanın yürütüldüğü yer ve zamanını, amacını, yöntemini ve sonuçları içermelidir. Sola yaslı, 10 punto, koyu, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce metin 300 kelimeyi aşmayacak şekilde 10 punto ve 1 satır aralığında yazılmalıdır. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında tek satır boşluk (10 punto, düz) bırakılarak, metnin hemen altında en fazla 5 adet **Anahtar Kelimeler (Key Words)** yazılmalıdır. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır.

11. **Giriş:** Bu bölümde; çalışma konusu, gerekçesi, konu ile doğrudan ilgili önceki çalışmalar ve çalışmanın amacı verilir. Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir.

12. **Materyal ve Metot:** Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek, açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Yeni veya değiştirilmiş yöntemler, aynı konuda çalışanlara araştırmayı tekrarlama olanağı verecek nitelikte açıklanmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.

13. **Araştırma Bulguları ve Tartışma:** Çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. İstatistikî olarak önemli bulunan faktörler, uygulanan istatistik analiz tekniğine uygun karşılaştırma yöntemi ile yorumlanarak ilgili istatistikler üzerinde harflendirme yapılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır. Tartışma kısmında, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır.

14. **Sonuçlar:** Bu bölümde; elde edilen nihai sonuçlar ve varsa öneriler, bilime ve uygulamaya katkısıyla birlikte kısa ve öz olarak verilmelidir.

15. **Ekler:** Çalışmayı destekleyen kurum ve kuruluşlar ile çalışmaya katkı sağlayanlar bu kısımda ifade edilmelidir. Ayrıca, makalenin lisansüstü tezlerden üretilip üretilmediği, abstract olarak kongre ve sempozyumlarda sunulup sunulmadığı da Ekler bölümünde belirtilmelidir.

16. **Beyanlar (Declarations)**

Çıkar Çatışması: Kişiler makalelerin etik ilkeler çerçevesinde değerlendirilebilmesi ve bağımsız bir süreç yürütülebilmesi için olası çıkar çatışmaları ile ilgili olarak yayın kurulunu bilgilendirmelidir. Ekonomik veya kişisel fayda sağlanan durumlar çıkar çatışmasını meydana getirir. Bilimsel sürecin ve yayınlanan makalelerin güvenilirliği; bilimsel çalışmanın planlanması, uygulanması, yazılması, değerlendirilmesi, düzenlenmesi ve yayınlanması sırasında çıkar çatışmalarının objektif bir şekilde ele alınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Makale ile ilgili çıkar çatışması söz konusu değilse, "**makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder**" ifadesi yazılmalıdır.

Yazar Katkısı: Çalışmanın tasarlanması, planlanması, kurulması, yürütülmesi, verilerin analizi ve

makalenin yazılmasında içeriğe bilimsel açıdan katkı sağlayan her bir yazarın makaleye katkı şekli belirtilmelidir. Yazar katkıları, örnek olarak “**MM çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, MM ve AA çalışmayı yürütmüş, BB verileri analiz etmiş, MM, AA ve BB makaleyi yazmıştır**” şeklinde ifade edilebilir.

17. **Kaynaklar:** Makalede atıfta bulunulan literatürlere Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu tarafından belirlenen **yazım kurallarına göre** yazılmalıdır.

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yazım Kuralları için ...

18. **Kısaltmalar ve Semboller:** Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

19. **Formüller:** Makalelerde formüller “Eşitlik” olarak adlandırılmalı ve italik olarak yazılmalıdır. Makalede birden fazla eşitlik varsa numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir.

20. Makaleye ardışık olarak **satır ve sayfa numarası** verilmelidir.

21. **Calibri** karakterinde, **12 punto** ve **1.15 satır** aralıklı yazılan makale **20 sayfa**yı geçmemelidir.

22. Yayınlanmasına karar verilen eserler, sadece şekilsel olarak, yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda yeniden düzenlenmeli, yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkartma yapılmamalıdır.

23. Makale içerisinde, dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazarlara aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için ise düzeltme yayınlanabilir.

24. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi; yazarlardan makale gönderimi, değerlendirilmesi ve basım aşamalarında herhangi bir basım ücreti almamaktadır.

MANUSCRIPT WRITING RULES

1. The manuscript should be written in Microsoft Word program, in Calibri font, **1.15** line spacing, **12** pt. plain text and a single column.
2. Margins; **Left, right, bottom and top 3 cm** should be left, and each row should be prepared consecutively by giving the line number.
3. Author (s) should indicate the type of manuscript (**Research Manuscript, Review, Technical Note** etc.).
4. **The English title should be written in 14 pt (bold and centered)** lowercase letters (only the first word of the title is capitalized) and in plain text. The Turkish title should be written in 12 font size and centered.
5. Author names should be written in **12 pt. (Bold, centered and plain)** and a space after the title according to the Name SURNAME rule, followed by a number as superscript for the address and a * symbol to indicate the corresponding author. Address line should be written after the author names, leaving **1 space and 10 pt (normal, straight and centered)**.
6. Authors' ORCID numbers should be written, leaving 1 space after the address line. Under the ORCID line, the responsible author e-mail address must be specified.
7. The text should generally be in the following form;
 - **Abstract**
 - **Introduction**
 - **Material and Method,**
 - **Results and Discussion,**
 - **Conclusions**
 - **Acknowledgement**
 - **References**
8. In the writing of main titles, only the initials of the words should be capitalized in bold. In secondary and tertiary titles, only the first letter of the first word should be capitalized, other words should be in small, not bold and italic. There should be 1 space each, including the main headings of the text, the beginning and the end of the text. 1 space should be left before subtitles, but no spaces should be left after them. All titles should be left justified without indenting.
9. Reference should be cited **in the text based on (Author, year) rule**. In the presentation of a reference with two authors in the text, the rule (**first author's surname and second author's surname, year**) should be applied. In the display of sources with more than two authors (**first author's surname et al., year**) rule must be applied.

For example; (Bilgili, 2020), (Bilgili and vanEs, 2018); (Bilgili et al., 2019).

10. If more than one reference will be cited at the same time in the text; Referencens should be ordered chronologically, considering the year they were published.

11. **ABSTRACT:** Title should be left justified, 10 pt, bold, not indented at the beginning of the paragraph. Turkish and English texts should be written in 10 font size and 1 line spacing, not exceeding 300 words. **A maximum of 5 Key Words** should be written just below the text, leaving a single line space (10 pt., Plain) between Abstract and Keywords, and Öz (Turkish Abstract) and Key Words. Two lines of space should be left between Key Words and the main text.

12. Photographs, graphics, drawings, etc. should be expressed as "Figure" and Tables as "Tables".

13. Tables and Figures should be numbered consecutively (Figure 1. or Table 1.). Contents of "Figure" and "Table" should be prepared with 1 line spacing and 10 pt.

14. Table titles should be written above the table, and figure titles should be written below the figures in 10 pt, 1 line spacing with the first letter capital.

15. Figure and Table titles should be written in italics;

Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research garden (average of the years 2007-2011) Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011

16. Decimal numbers in the manuscript text and Table-Figure should be separated by **a period**. (123.87; 0.987 etc.).

17. One blank line should be left before and after the table-figures.

18. Manuscript writing should comply with the "International Unit System" (SI). According to this; Use g l-1 instead of g / l, and mg l-1 or ppm instead of mg / l. Percentages should be descriptive. For example; It should be specified as 3% (w / v), 3% (v / v), 3% (w / w) instead of 3%.

19. Harran Journal of Agriculture and Food Sciences uses **APA Style** in the submission of the sources list. Accordingly, the list of references should be prepared in accordance with the following rules.

19.1. **Citation to journal publications;**

19.1.1. Single author manuscripts;

Mamay, M. (2015). Infestation map of pomegranate aphid [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] in Şanlıurfa province pomegranate orchards. Turkey Entomology Bulletin, 5(3), 159-166.

19.1.2. Two-author manuscripts;

Soylemez, S., & Pakyurek, A. Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. Applied Ecology and Environmental Research, 15(3), 759-770. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_759770

19.1.3. Manuscripts with more than two authors;

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I., & Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. Erwerbs-Obstbau, 56(4), 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>.

19.2. Referencing Books;

19.2.1. If the source is a book;

Mohsenin, N. N. (1970). Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

19.2.2. If it is a chapter from the source book;

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), Title of book: And subtitle (pp. pages). Place: Publisher.

19.2.3. Edited book;

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2003). Development and learning psychology. Ankara: Pegema Publishing.

19.3. Citing sources of unknown author or internet sources;

Anonymous (2005). Butter, other milk fat-based spreads and plain butter notification. Turkish Food Codex, Communiqué No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

19.4. Citing Master's and Doctoral theses;

Doctorate or master theses can be accessed from electronic databases, corporate archives and personal web pages. If a dissertation is accessed from the ProQuest database of doctoral and master's theses or any other source, this information should be provided in the reference. For a doctorate or master thesis available in a database service, the following citation format is used;

Unpublished thesis;

Mamay, M. (2013). *Determination of population development and infestation ratio of carob moth [Apomyelois ceratoniae Zell. (Lepidoptera:Pyralidae)] in pomegranate orchards in Sanliurfa province and using mating disruption*

technique for its control (Unpublished doctoral dissertation). Harran University, Graduate School, Şanlıurfa.

Söylemez, S. (2014). *Effects of nutrient induced salinity levels and rootstocks on plant growing, yield and some fruit quality features at soilless grown grafted tomatoes* (Unpublished doctoral dissertation). Harran University, Graduate School, Şanlıurfa.

Published thesis; May, B. (2007). A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud. Bristol, UK: Canopus Publishing.

19.5. Citing Symposium and Meeting Papers

Mamay, M. (2017). Population density of overwintering larvae of Carob Moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. SEAB 2017. *Proceedings of the 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, (pp. 235), 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.

Ikinci, A. & Mamay, M. (2017). Effects of fruit thinning on morphological, physico-chemical properties, bioactive compounds, antioxidant activity and pest & disease control in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, (pp. 642), 15-17 May 2017, Cappadocia, Turkey.

Sönmez, C., Mamay, M. & Söylemez, S. (2019). Determination of the effect of different hydroponic culture and different NH₄:NO₃ ratio on the density of aphid [*Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae)] population in greenhouse lettuce. *1st International Gobeklitepe Agriculture Congress (IGAC-2019)*, (pp. 599-604), 25-27 November, Şanlıurfa, Turkey.

Note: You can use the web pages related to **APA Referencing Style** on the internet.

TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu Başkanlığına

Eserin Adı:

Yazar(lar);

- Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu;
- Tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını;
- Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını;
- Makalenin başka bir yerde özet dışında basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların başkalarına ait Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Bununla birlikte, yazarların veya varsa yazarların işverenin;

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır.
- Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir.

Ben / Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.

1. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

2. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/harranziraat>

e-ISSN: 2587-1358