



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. Cengiz KAYA

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

Doç. 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

Dr. Öğr. Üyesi 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)
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 25
Sayı (Issue): 4
Yıl (Year): 2021

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, Ecophysiological, Australia

Dr. Muhammed Nasir ROFIQ

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

Mizanpaj Editörü: Dr. Öğr. Üyesi 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

Basım Tarihi: 25.12.2021

Baskı: Özkutlu Ofset ve Matbaacılık, Şanlıurfa

Yılda dört kez yayınlanır

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

Yıl/year: 2021

Cilt/volume: 25

Sayı/number: 4

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Ayşe GÜRSOY

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü

Prof. Dr. Eray TULUKÇU

Selçuk Üniversitesi, Çumra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü
Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Prof. Dr. Fikret YAŞAR

Yüzüncüyıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Hasan VARDİN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Işıl VAR

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Lütfi PIRLAK

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mehmet ARSLAN

Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Prof. Dr. Metin MÜJDECİ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölümü

Prof. Dr. Mustafa ARDIÇ

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mustafa BOĞA

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Safder BAYAZİT

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Soner KAZAZ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Ünal KILIÇ

19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Doç. Dr. Behçet Kemal ÇAĞLAR

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Hasan PINAR

Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Hülya ÜNVER

Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.

Doç. Dr. Mustarfa ÖZDEN

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü

Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr. Mücahit PEHLUVAN

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Nene Meltem KEKLİK

Cumhuriyet Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü

Doç. Dr. Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Filiz Yıldız AKGÜL

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Ziya KOCABAŞ

K. Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Türkoğlu Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Zemran MUSTAFA

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles








A research on the determination of phenological and molecular characterization in open-pollinated genotypes in walnut <i>Cevizde açık tozlanmış tohumlardan elde edilen genotiplerde fenolojik ve moleküler karakterizasyonun belirlenmesi üzerine bir araştırma</i> Mehmet SUTYEMEZ, Selma BOYACI, Nur KUSCUOGLU, Akide OZCAN, Sakir Burak BUKUCU, Esra YILDIRIM, Adem BARDAK	418-437
Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde değişen sıcaklık ve ışık koşulları ile verim parametreleri arasındaki ilişkinin modellenmesi <i>Modelling the relationship on changing temperature and light conditions and yield in greenhouse tomato cultivation</i> Melek ÖZKAPLAN, Ahmet BALKAYA	438-447
Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte uygulanmalarının kireçli topraklarda organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite unsurları üzerine etkileri <i>Effects of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on yield and quality in organic strawberry cultivation in alkaline soils</i> Gülden BALCI, Aysen KOÇ, Yaşar ERTÜRK, Hakan KELES, Tuğba KILIÇ, Nalan BAKOĞLU	448-456
Halfeti Gülü (<i>Rosa odorata</i> 'Louis XIV') ve farklı gül taksonlarının bazı pomolojik ve fizyolojik özellikleri <i>Some pomological and physiological characteristics of Halfeti Rose (<i>Rosa odorata</i> 'Louis XIV') and different rose taxa</i> İbrahim Halil HATİPOĞLU, Bekir Erol AK	457-468
Septoria yaprak leke hastalığı etmeni <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm. Quaedvlieg & Crous)'ye ait izolatların farklı sıcaklıklardaki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin belirlenmesi <i>Determination of physiological and biochemical characteristics of isolates of septoria leaf blotch disease agent [<i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm. Quaedvlieg & Crous)] at different temperatures</i> Nevzat KILINÇ, Murat DİKİLİTAŞ, Mukaddes KAYIM, Gülsüm ÜNAL	469-479
Yarı-kurak ekolojik koşullar altında farklı kayaç türleri üzerinde oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal ve jeo-kimyasal özellikleri <i>Physicochemical and geochemical properties of soil formed on different rocks types under subarid ecological condition</i> Pelin ALABOZ, Sinan DEMİR, Hüseyin ŞENOL, Orhan DENGİZ, Kamil YILMAZ, Oğuz BAŞKAN	480-496

<p>Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların adli bilim için VNIRS tekniği ile spektral karakterizasyonu ve özelliklerinin tahmin edilmesi</p> <p><i>Spectral characterization and estimation of soil properties formed on different parent materials with VNIRS technique for forensic science</i></p> <p>Yüstra İNCİ, Ali Volkan BİLGİLİ, Recep GÜNDOĞAN</p>	497-513
<p>Anadolu adaçayı (<i>Salvia fruticosa</i> Mill.) tohumu çimlenmesine ön üşütme süreleri ve farklı gibberellik asit dozlarının etkisi</p> <p><i>The effects of pre-cold soaking and different concentration of gibberellic acid on sage (<i>Salvia fruticosa</i> Mill.) seeds germinations</i></p> <p>Melike BEKEN, Abdulhabip ÖZEL</p>	514-525
<p><i>Cyclotrichium niveum</i> (dağ nanesi) esansiyel yağının buğday samanı <i>in vitro</i> sindirilebilirliğine ve rumen mikrobiyal fermantasyonuna etkisi</p> <p><i>Effect of <i>Cyclotrichium niveum</i> (mountain mint) essential oil on <i>in vitro</i> digestibility of wheat straw and rumen microbial fermentation</i></p> <p>Zeynep ŞAHAN</p>	526-533
<p>An investigation into the shelf life and consumer acceptability of flavored cold coffee drink</p> <p><i>Aromalı soğuk kahve içeceğinin raf ömrü ve tüketici beğenisi üzerine bir araştırma</i></p> <p>Ahmet Oğuzhan POLAT, Şenol İBANOĞLU</p>	534-545
<p>Sadeyağ üretiminde kullanılan süt, yoğurt ve kremanın gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi</p> <p><i>Evaluation of milk, yogurt and cream used in the production of sadeyağ in terms of food safety</i></p> <p>Mehmet Şükrü KARAKUŞ, Zahide POLAT, Sevda KAMACI, A. Ferit ATASOY</p>	546-555
<p>A new source of omega-3 and gamma tocopherol: Fig (<i>Ficus carica</i> L.) seed oil</p> <p><i>Yeni bir omega-3 ve gama tokoferol kaynağı: İncir (<i>Ficus carica</i> L.) çekirdeği yağı</i></p> <p>Sultan TARLACI</p>	556-560



A research on the determination of phenological and molecular characterization in open-pollinated genotypes in walnut

Cevizde açık tozlanmış tohumlardan elde edilen genotiplerde fenolojik ve moleküler karakterizasyonun belirlenmesi üzerine bir araştırma

Mehmet SUTYEMEZ¹ , Selma BOYACI^{2*} , Nur KUSCUOGLU³ , Akide OZCAN⁴ ,
Sakir Burak BUKUCU⁵ , Esra YILDIRIM⁶ , Adem BARDAK⁷ 

^{1,3,6}Department of Horticulture, Agricultural Faculty, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş 46040, TURKEY

²Department of Horticulture, Agricultural Faculty, Kirşehir Ahi Evran University, Kirşehir 40100, TURKEY

⁴Department of Organic Farming, Goksun Vocational School, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Goksun 46650, Kahramanmaraş, TURKEY

⁵Department of Plant and Animal Production, Silifke Tasucu Vocational School, Selçuk University, 33900 Silifke Tasucu, Mersin, TURKEY

⁷Department of Agricultural Biotechnology Kahramanmaraş Sutcu Imam University Kahramanmaraş TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0003-2417-8009>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3349-839X>; ³<https://orcid.org/0000-0002-2178-6810>; ⁴<https://orcid.org/0000-0001-7182-3811>; ⁵<https://orcid.org/0000-0002-6589-6237>; ⁶<https://orcid.org/0000-0001-9708-640X>; ⁷<https://orcid.org/0000-0002-5715-302X>

To cite this article:

Sutyemez, M., Boyacı, S., Kuscuoglu, N., Ozcan, A., Bukucu, S.B., Yildirim, E., & Bardak, A. (2021). A research on the determination of phenological and molecular characterization in open-pollinated genotypes in walnut. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4): 418-437.

DOI: 10.29050/harranziraat.986501

***Address for Correspondence:**
Selma BOYACI
e-mail:
selma.boyaci@ahievran.edu.tr

Received Date:

24.08.2021

Accepted Date:

05.10.2021

© 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

This research was carried out to reveal the phenological and genetic differences between the S-1/1 walnut genotype and its 94 progenies. In the phenological observations made, it was observed that budburst in genotypes took 52 days, leafing 50 days, leaf yellowing 31 days, and defoliation date 27 days. When the mother plant (S-1/1) and the genotypes were compared, it was found that there was a phenological variation of 75.54% in budburst, 73.41% in the leafing, 34.05% in leaf yellowing, and 93.62% in defoliation date, while the average variation was 69.15%. In the dendrogram obtained using phenological data, 2 main and 5 subgroups were obtained. In molecular genetic analyzes, 7 ISSR primers were used to determine genetic variations, as a result, 7 monomorphic and 45 polymorphic bands were obtained, and the rate of polymorphism was found to be 86.53%. The average number of alleles was calculated to be 7.42. In genotypes, the polymorphism information content (PIC) value varied between 0.48 and 0.95, while the average PIC value was calculated to be 0.73. As a result of cluster analysis, it was seen that genotypes were divided into 2 main clusters and 2 subsets. At the end of the study, it was determined that the S-1/1 and its progenies have a significant variation both phenologically and genetically.

Key Words: *Juglans regia* L., Molecular, Phenology, ISSR, Variation

ÖZ

Bu araştırma, S-1/1 ceviz genotipi ile bu genotipten elde edilmiş 94 farklı genotipin birbirleriyle ve ana bitki ile fenolojik ve genetik farklılık seviyelerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Yapılan fenolojik gözlemlerde, genotiplerde tomurcuk patlamanın 52 gün, ilk yapraklanmanın 50 gün, yaprak sararmanın 31 gün ve yaprak dökümünün ise 27 gün gibi bir periyotta gerçekleştiği görülmüştür. Ana bitki (S-1/1) ile çöğür genotipler karşılaştırıldığında, tomurcuk patlamada %75.54, ilk yapraklanmada %73.41, yaprak sararmada %34.05 ve yaprak dökümünde ise %93.62 seviyesinde fenolojik varyasyon olduğu tespit edilirken, ortalama varyasyon %69.15 olarak belirlenmiştir. Moleküler analizlerde genetik varyasyonların belirlenmesi amacıyla 7 adet ISSR primeri kullanılmıştır. Bu analizlerde 7 monomorfik, 45 polimorfik bant elde edilirken, polimorfizm oranının %86.53, ortalama allel sayısının ise 7.42

olduğu belirlenmiştir. Genotiplerde polimorfizm bilgi içerik (PIC) değeri 0.48 ile 0.95 arasında değişirken, ortalama PIC değerinin ise 0.73 olduğu hesaplanmıştır. Kümeleme analizi sonucunda, genotiplerin 2 ana ve 2 alt kümeye ayrıldığı görülmüştür. Çalışma sonunda S-1/1 ceviz genotipi ile bu genotipten elde edilmiş F1 genotiplerin hem fenolojik hemde genetik olarak önemli bir varyasyona sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Juglans regia* L., Moleküler, Fenoloji, ISSR, Varyasyon

Introduction

Since walnut is monoecious, tends to dichogamy. Dichogamy is usually a mechanism that reduces self-fertilization. Therefore, walnut is an outcrossing species and is propagated by grafting due to its heterozygous structure (Unver and Sakar, 2011; You et al., 2012). While open-pollinated populations are a great source of genes for breeders, the market value of their products is low because there is no standard among trees. The traditional characterization of walnut populations is based on morphological and agronomic traits. In this way, a long period of time (8-15 years) is needed for the characterization of a genotype by selection and hybridization breeding in walnuts. Biotechnological methods recently were used to decrease the time needed for characterization.

To reveal the genetic variation between genotypes and to find the most suitable molecular marker technique, numerous studies have been conducted on different plants. As a result of these studies, it has been determined that SSR (Simple Sequence Repeat) and AFLP markers are advantageous in terms of polymorphism, RAPD and ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) techniques are advantageous in terms of cost, and RFLP, SSR, ISSR and AFLP markers are advantageous in terms of repeatability. Besides these considering the laboratory possibilities to be studied, it has been reported that RAPD and ISSR methods are methods that can be easily used in laboratories where radioactive materials are not used, and conditions are limited (Doğan et al., 2006). The use of these methods enables the characterization of genetic populations grown in different ecologies in a shorter time. Molecular marker techniques allow measuring biotechnological DNA levels and tracking the desired gene. The marker techniques are used in many areas related to genes such as phylogenetic

analysis, mapping, and new gene discoveries (Filiz and Koc, 2011). Reliability and practical use of ISSR markers and the length of primers provide advantages. The use of ISSR primers, which will deliver the desired information, is preferred due to the less time, labor, and cost. The ISSR primers recently have been widely used to determine the genetic diversity in many plant species, phylogenetic studies, and reveal genome maps (Yorgancılar et al., 2015).

To date, many techniques have been used to determine the genetic diversity of walnuts. Morphological markers have been used for a long time to determine the genetic diversity of walnut populations (Yarılgac et al., 1999; Zeneli et al., 2005; He-ping, 2010; Khadivi-Khub, 2014; Akhiani et al., 2017; Bukucu et al., 2020a). Morphological markers can vary according to the age of the plants, environmental and maintenance conditions. However, it has been used effectively to characterize plants until today. Besides, molecular markers have been used to determine genetic diversity in walnuts, such as Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) (Nicese et al., 1998; ; Sutyemez, 2006; Fatahi et al., 2010; Ahmed et al., 2012), Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) (Fjellstrom et al., 1994; Potter et al., 2002; Kafkas et al., 2005), Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) (Potter et al., 2002; Pollegioni et al., 2003; Christopoulos et al., 2010; Li et al., 2011; Sutyemez et al., 2021), Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) (Bayazit et al., 2007; Wang et al., 2011; Xu et al., 2012), Simple Sequence Repeats or microsatellites (SSR) (Dangl et al., 2005; Foroni et al., 2005; Victory et al., 2006; Wang et al., 2008; Chen et al., 2014; Vahdati et al., 2015; Bernard et al., 2018; Shah et al., 2020), and Single Nucleotide Polymorphism (SNP) (Bukucu et al., 2020a; Orman et al., 2020; Wang et al., 2020). With these techniques, walnut breeding studies have gained significant momentum. However, few

studies have been carried out to determine the phenological and genetic variation of the seedling genotypes obtained from a walnut cultivar seed compared to their parents (Sutyemez et al., 2018; Ozcan et al., 2020; Yıldırım and Sutyemez, 2020, Sutyemez et al., 2021). Therefore, the studies investigating the phenological and genetic variation in progeny genotypes obtained especially from varieties to be used as main parents, are important to provide valuable information for crossbreeding breeding studies.

The purpose of this study was to determine the phenological and genetic relationships between the progenies obtained from the open-pollinated seeds of the S-1/1 walnut genotype and their mother plant. It is also to reveal the relationship between progenies and their mother plant. Thus, the level of phenological and genetic variation in progenies obtained by open pollination from a genotype with superior traits and their mother was revealed.

Material and Method

Plant material

In the study, S-1/1 walnut genotype selected by Sutyemez (2019) and 94 progenies obtained from open-pollinated seeds belonging to this genotype were used. Seeds of S 1/1 were planted in 2017, in pots in the greenhouse at Kahramanmaraş Sutcu Imam University.

Important characteristics of the S-1/1 are highly productive and early, fruit weight ranges from 23 and 24g, kernel ratio is between 50% and 52%, kernel color is light, the outer shell is clear and smooth.

Phenological observations

The phenological observations were examined in 2019 and 2020. The phenological traits of the mother genotype S-1/1 and progenies such as budburst, leafing, leaf yellowing, and defoliation dates were recorded by observing every 2 days according to the Walnut Descriptors (Anonymous, 1994) (Table 1). The classification of phenological traits was given in Table 2.

Table 1. Definitions used to determine the phenological traits (Anonymous, 1994)

Traits	Description
Budburst	When over 50% of terminal buds have enlarged and the bud scales have split to expose the inside green leaves
Leafing	When over 50% of terminal buds have enlarged and the bud scales have split exposing the green leaves
Leaf yellowing	When more than 50% of the green leaves on the plant turn yellow
Defoliation	When all the leaves of the plant have fallen

Table 2. Classification of phenological traits of genotypes according to the main cultivar

Classification	Phenological similarity to main cultivar (in days)
Very close	$\pm 0-3$
Close	$\pm 4-8$
Far	$\pm 9-14$
Very Far	$\geq \pm 15$

Source: Sutyemez, (2018), + after, - before

Phenological data analysis

Descriptive statistics, cluster analyses, Principal Component Analyses (PCA), and correlation were carried out using the JMP13 statistical software to reveal the information on phenological diversity. Phenological pair-wise distances of the walnut genotypes were clustered using Ward's method (Anderberg, 1973).

Molecular analyzes

DNA isolation and extraction

The leaves of the S-1/1 genotype and leaves 94 progenies obtained from the S-1/1 were collected in the spring and brought to the laboratory in dry ice. The young and healthy leaves samples were passed through 70% alcohol and distilled water and kept at $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ until DNA isolation. The DNA isolation of leaf samples was performed using the CTAB protocol developed by Doyle Doyle, (1987) and modified by Bardak, (2012).

ISSR-PCR amplification

Extracted genomic DNA was PCR-amplified using 12 ISSR primer pairs (Table 3). PCR reactions were performed in a 20 μL volume. The reaction mixture contained 2 μL 10x PCR buffer, 5 mM dNTP

(Vivantis), 1 µL ISSR primer, 1.5 µL MgCl₂, 1 µL Taq DNA polymerase, 12 µL dH₂O, and 1 µL genomic DNA. The PCR-amplification program consisted of one cycle at 94°C for 4 min, followed by 35 cycles of 94°C for 1 min, 50°C for 1 min, 72°C for 1 min, and a final cycle at 72°C for 10 min. Amplified PCR products were separated by gel electrophoresis using 3% agarose gel. Then, the genomic DNA was stained with a dyeing solution containing ethidium bromide (1 lt pure water and 300 µl ethidium bromide) for 15 minutes. The stained DNA bands were visualized under UV light. Fragment lengths were scored in the range of 200–1000 bp.

Table 3. Sequences of ISSR primer pairs used in the genetic diversity of walnut genotypes

No	Primer	Sequence
1	ISSR1	CACACACACAAA
2	ISSR3	CACACACACAGG
3	ISSR4	CACACACACAGC
4	ISSR5	CACACACACAG
5	ISSR6	CACACACACACAGT
6	ISSR7	ACACACACACACACCG
7	ISSR8	ACACACACACACACACC
8	ISSR9	ACACACACACACACTG
9	ISSR11	GAGAGAGAGAGAGATC
10	ISSR12	GAGAGAGAGAGAGAGAC
11	ISSR13	AGAGAGAGAGAGAGGC
12	ISSR15	ATATATATATATAT

Data analysis

The products of ISSR were scored manually as present (1) or absent (0) and data recorded. The polymorphism information contents (PIC) of the primers used in the study were calculated in Excel using the data obtained by scoring (Laborda et al., 2005). The sums of '1' and '0' allele scores from the polymorphic bands were obtained and the allele frequencies of each band were calculated using the following Equation 1;

$$PIC=1-\sum (f_i)^2 \quad (1)$$

Where f_i represent the frequency of i band.

Genetic distance was determined using Popgene32 (Population Genetic Analysis; version 1.32) software according to Nei, (1972). The phylogenetic tree was obtained in the MEGA 7 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) program by the 'Arithmetic Mean and Unweighted

Pair Group Method (UPGMA)' method using genetic distance data.

Cluster analysis of walnut genotypes was performed using Structure 2.3.4 software. Each K value was run from 1 to 10 with 10 independent simulations to determine the ideal number of groups.

The permutation module was chosen between 10000 and 100000 and the ΔK value, which determines the number of groups, was calculated by 5 replications for each K value. The results of the analysis were archived in a zip file and the ideal ΔK value was determined by uploading this file to the 'structure harvester' web page (<http://taylor0.biology.ucla.edu/structureHarvester/>).

Results and Discussion

Late spring and early autumn frosts cause the most damage in fruit growing (Agaoglu et al., 2019). Therefore, the first leafing and defoliation dates of fruit species are important. The walnut is adversely affected by late spring and early autumn frosts, therefore, obtaining genotypes with late leafing and early defoliation is one of the main objectives in breeding studies (Ozcan et al., 2020).

Phenologic observations

In this study, phenological variation was determined between the S-1/1 and the progenies obtained from open-pollinated seeds of S-1/1 and the results are presented in Table 4 and Table 5.

In the study, phenological differences between the mother plant and its progenies were revealed and categorized as Julian day. The budburst date of the S-1/1 occurred on March 16, while the budburst of progenies occurred in 52 days. Twenty-three of progenies were classified (24.46%) in the 'very close' category to S-1/1, 44 progenies (46.8%) were in the 'close' category, 24 progenies (25.53%) were in the 'far' category, and 3 progenies (3.19%) were in the 'very far' category (Table 5). Phenological variation between the progenies and S-1/1 as indicated by the budburst date was 75.54%. While the average day difference

between the budburst date between the S-1/1 and its progenies was determined as 4.53 days, this value varies between 0-40 days for each progeny (Table 5).

According to the first leafing date, 25 (26.46%) of the progenies were in the 'very close' category, 26 (22.67%) of them were in the 'close' category, 21 (22.34%) of them were in 'far' category and 22 (23.40%) of them were in the 'very far' category. A phenological variation of 73.41% was detected between the S-1/1 and the progenies in terms of the first leafing. The average variation in days between the mother genotype and the progenies was 8.7, and the period was between 0-44 days (Table 5).

The leaf yellowing date of S-1/1 was November 4, and the leaf yellowing date of the 9 progenies was spread over 26 days. The leaf yellowing dates of the 62 progenies (65.95%) were 'very close', 18 progenies (19.14%) were 'close', 10 progenies (10.63%) were 'far' and 4 progenies (4.25%) were

'very far'. The phenological variation between the S-1/1 and its progenies in terms of leaf yellowing date was determined as 34.05%. The mean number of days of variation between S-1/1 and 94 progenies was 1.52. In terms of these traits, the difference of the progenies from their mother genotype varied between 0 and 24 days (Table 5).

The defoliation in the S-1/1 occurred on November 15, while the defoliation dates of 94 progenies were spread over 43 days. The defoliation date of 6 (6.38%) progenies was 'very close', 31 (32.97%) of progenies were 'close', 31 (32.97%) of them were 'far' and 26 (27.65%) of them were 'very far' to their mother genotype. The phenological variation between the S-1/1 and the other genotypes (with 88 genotypes) in terms of defoliation date was calculated as 93.62%. The average number of days of variation ratio between S-1/1 and 94 progenies was 11.21%, and the date of defoliation ranged from 0 to 33 days (Table 5).

Table 4. Some phenological traits and classification of progenies according to S-1/1

Genotypes	Budburst	From S-1/1 (days)	Classification	First leafing	From S-1/1 (days)	Classification	Leaf yellowing	From S-1/1 (days)	Classification	Defoliation	From S-1/1 (days)	Classification
Genotype 1	22/03	+6	Close	31/03	+10	Far	06/11	+2	Very Close	13/12	+28	Very Far
Genotype 2	20/03	+4	Close	28/03	+7	Close	04/11	0	Very Close	13/12	+28	Very Far
Genotype 3	11/03	-5	Close	22/03	+1	Very Close	04/11	0	Very Close	17/12	+32	Very Far
Genotype 4	09/03	-7	Close	18/03	-3	Very Close	03/11	-1	Very Close	29/11	+14	Far
Genotype 5	15/03	-1	Very Close	23/03	+2	Very Close	05/11	+1	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 6	19/03	+3	Very Close	28/03	+7	Close	04/11	0	Very Close	13/12	+28	Very Far
Genotype 7	27/03	+11	Far	08/04	+18	Very Far	09/11	+5	Close	28/11	+13	Far
Genotype 8	08/03	-8	Close	17/03	-4	Close	31/10	-4	Close	29/11	+14	Far
Genotype 9	13/03	-3	Very Close	21/03	0	Very Close	12/11	+8	Close	02/12	+4	Close
Genotype 10	16/03	0	Very Close	23/03	+2	Very Close	03/11	-1	Very Close	14/12	+29	Very Far
Genotype 11	21/03	+5	Close	02/04	+12	Far	19/11	+15	Far	15/12	+30	Very Far
Genotype 12	26/03	+10	Far	06/04	+16	Very Far	08/11	-4	Close	03/12	+18	Very Far
Genotype 13	27/03	+11	Far	06/04	+16	Very Far	13/11	+9	Far	17/12	+32	Very Far
Genotype 14	23/03	+7	Close	01/04	+11	Far	07/11	+3	Very Close	18/12	+33	Very Far
Genotype 15	13/03	-3	Very Close	21/03	0	Very Close	05/11	+1	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 16	11/03	-5	Close	20/03	-1	Very Close	03/11	-1	Very Close	06/12	+21	Very Far
Genotype 17	26/03	+10	Far	02/04	+12	Far	02/11	-2	Very Close	23/11	+8	Close
Genotype 18	02/04	+17	Very Far	08/04	+18	Very Far	12/11	+8	Close	28/11	+13	Far
Genotype 19	28/03	+12	Far	07/04	+17	Very Far	31/10	-4	Close	13/11	-2	Very Close
Genotype 20	30/03	+14	Far	08/04	+18	Very Far	02/11	-2	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 21	26/03	+41	Very Far	03/04	+43	Very Far	30/10	-5	Close	28/11	+13	Far
Genotype 22	29/03	+13	Far	07/04	+17	Very Far	03/11	-1	Very Close	09/11	-6	Close
Genotype 23	28/03	+12	Far	08/04	+18	Very Far	03/11	-1	Very Close	18/11	+3	Very Close
Genotype 24	12/03	-4	Close	20/03	-1	Very Close	05/11	+1	Very Close	21/11	+6	Close
Genotype 25	19/03	+3	Very Close	25/03	+4	Close	03/11	-1	Very Close	20/11	+5	Close
Genotype 26	05/03	-11	Far	17/03	-4	Close	31/10	-4	Close	28/11	+13	Far
Genotype 27	21/03	+5	Close	27/03	+6	Close	12/11	+8	Close	28/11	+13	Far
Genotype 28	21/03	+5	Close	29/03	+8	Close	05/11	+1	Very Close	21/11	-6	Close

Table 4. Continue

Genotypes	Budburst	From S-1/1 (days)	Classification	First leafing	From S-1/1 (days)	Classification	Leaf Yellowing	From S-1/1 (days)	Classification	Defoliation	From S-1/1 (days)	Classification
Genotype 29	20/03	+4	Close	28/03	+7	Close	05/11	+1	Very Close	24/11	+9	Far
Genotype 30	21/03	+5	Close	29/03	+8	Close	04/11	0	Very Close	11/11	-4	Close
Genotype 31	20/03	+4	Close	26/04	+5	Close	01/11	+1	Very Close	25/11	+10	Far
Genotype 32	11/03	-5	Close	19/03	-2	Very Close	05/11	+1	Very Close	25/11	+10	Far
Genotype 33	17/03	+3	Very Close	26/03	+5	Close	05/11	+1	Very Close	23/11	+9	Far
Genotype 34	18/03	+2	Very Close	25/03	+4	Close	19/11	+15	Far	29/11	+14	Far
Genotype 35	24/03	+8	Close	02/04	+12	Far	02/11	-2	Very Close	10/11	-5	Close
Genotype 36	16/03	0	Very Close	22/03	+1	Very Close	29/10	-6	Close	10/11	-5	Close
Genotype 37	08/03	-8	Close	20/03	-1	Very Close	03/11	-1	Very Close	11/11	-6	Close
Genotype 38	22/03	+6	Close	01/04	+11	Far	02/11	-2	Very Close	20/11	+5	Close
Genotype 39	21/03	+5	Close	31/03	+10	Far	03/11	-1	Very Close	10/11	-5	Close
Genotype 40	30/03	+14	Far	10/04	+20	Very Far	31/10	-4	Close	29/11	+14	Far
Genotype 41	21/03	+5	Close	01/04	+11	Far	03/11	-1	Very Close	24/11	+9	Far
Genotype 42	21/03	+5	Close	30/03	+9	Far	05/11	+1	Very Close	08/11	-7	Close
Genotype 43	24/03	+8	Close	03/04	+13	Far	03/11	-1	Very Close	11/11	-4	Close
Genotype 44	23/03	+7	Close	01/04	+11	Far	04/11	0	Very Close	11/11	-4	Close
Genotype 45	22/03	+6	Close	30/03	+9	Far	02/11	-2	Very Close	03/12	+18	Very Far
Genotype 46	19/03	+3	Very Close	26/03	+5	Close	02/11	-2	Very Close	10/11	-5	Close
Genotype 47	19/03	+3	Very Close	27/03	+6	Close	01/11	-3	Very Close	18/11	+3	Very Close
Genotype 48	12/03	-4	Close	21/03	0	Very Close	31/10	-4	Close	25/11	+10	Far
Genotype 49	18/03	+2	Very Close	24/03	+3	Very Close	02/11	-2	Very Close	05/11	+10	Far
Genotype 50	24/03	+8	Close	02/04	+12	Far	04/11	0	Very Close	18/11	+13	Far
Genotype 51	21/04	+5	Close	04/05	+44	Very Far	03/11	-1	Very Close	24/11	+9	Far
Genotype 52	20/03	+4	Close	27/03	+6	Close	03/11	-1	Very Close	10/11	-5	Close
Genotype 53	12/03	-4	Close	21/03	0	Very Close	26/10	-9	Far	19/11	+4	Close
Genotype 54	26/03	+10	Far	05/04	+15	Far	02/11	-2	Very Close	24/11	+9	Far
Genotype 55	27/03	+11	Far	06/04	+16	Very Far	02/11	-2	Very Close	18/11	+3	Very Close
Genotype 56	30/03	+14	Far	06/04	+16	Very Far	03/11	-1	Very Close	19/11	+4	Close
Genotype 57	26/03	+10	Far	06/04	+16	Very Far	03/11	-1	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 58	27/03	+11	Far	06/04	+16	Very Far	02/11	-2	Very Close	13/11	-2	Very Close

Table 4. Continue

Genotype	Budburst	From S-1/1 (days)	Classification	First leafing	From S-1/1 (days)	Classification	Leaf Yellowing	From S-1/1 (days)	Classification	Defoliation	From S-1/1 (days)	Classification
Genotype 59	12/03	-4	Close	21/03	+0	Very Close	12/11	+8	Close	28/11	+13	Far
Genotype 60	11/03	-5	Close	20/03	-1	Very Close	05/11	+1	Very Close	10/11	-5	Close
Genotype 61	13/03	-3	Very Close	27/03	+6	Close	30/10	-5	Close	19/11	+4	Close
Genotype 62	30/03	+14	Far	08/04	+18	Very Far	08/11	+4	Close	28/11	+13	Far
Genotype 63	17/03	+1	Very Close	23/03	+2	Very Close	31/10	-4	Close	20/11	+5	Close
Genotype 64	21/03	+5	Close	29/03	+8	Close	05/11	+1	Very Close	21/11	+6	Close
Genotype 65	15/03	-1	Very Close	24/03	+3	Very Close	02/11	-2	Very Close	10/11	-5	Close
Genotype 66	26/03	+10	Far	02/04	+12	Far	03/11	+22	Very Far	03/12	+18	Very Far
Genotype 67	24/03	+8	Close	02/04	+12	Far	18/11	+24	Very Far	18/12	+33	Very Far
Genotype 68	30/03	+14	Far	08/04	+18	Very Far	01/11	-3	Very Close	19/11	+4	Close
Genotype 69	21/03	+5	Close	29/03	+8	Close	02/11	-2	Very Close	23/11	+8	Close
Genotype 70	21/03	+5	Close	29/03	+8	Close	03/11	-1	Very Close	03/12	+18	Very Far
Genotype 71	11/03	-5	Close	20/03	-1	Very Close	04/11	0	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 72	25/03	+9	Far	02/04	+12	Far	02/11	-2	Very Close	30/11	+15	Far
Genotype 73	31/03	+15	Far	08/04	+18	Very Far	05/11	+1	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 74	16/03	0	Very Close	23/03	+2	Very Close	13/11	+9	Far	13/12	+28	Very Far
Genotype 75	20/03	+4	Close	28/03	+7	Close	13/11	+9	Far	29/11	+14	Far
Genotype 76	21/03	+5	Close	30/03	+9	Far	02/11	-2	Very Close	19/11	+4	Close
Genotype 77	22/03	+6	Close	31/03	+10	Far	03/11	-1	Very Close	19/11	+4	Close
Genotype 78	21/03	+5	Close	29/03	+8	Close	04/11	0	Very Close	19/11	+4	Close
Genotype 79	14/03	-2	Very Close	23/03	+2	Very Close	04/11	0	Very Close	06/12	+21	Very Far
Genotype 80	27/03	+11	Far	06/04	+16	Very Far	04/11	0	Very Close	04/12	+19	Very Far
Genotype 81	16/03	0	Very Close	24/03	+3	Very Close	01/11	-3	Very Close	22/11	+7	Close
Genotype 82	19/03	+3	Very Close	26/03	+5	Close	04/11	0	Very Close	14/11	-1	Very Close
Genotype 83	24/03	+8	Close	01/04	+11	Far	05/11	+1	Very Close	15/12	+30	Very Far
Genotype 84	07/03	-9	Far	18/03	-3	Very Close	03/11	-1	Very Close	28/11	+13	Far
Genotype 85	12/03	-4	Close	22/03	+1	Very Close	02/11	-2	Very Close	19/11	+4	Close
Genotype 86	25/03	+9	Far	06/04	+16	Very Far	04/11	0	Very Close	28/11	+13	Far

Table 4. Continue

Genotypes	Bud burst	From S-1/1 (days)	Classification	First leafing	From S-1/1 (days)	Classification	Leaf Yellowing	From S-1/1 (days)	Classification	Defoliation	From S-1/1 (days)	Classification
Genotype 87	15/03	-1	Very Close	28/03	+7	Close	16/11	+12	Far	15/12	+30	Very Far
Genotype 88	22/03	+6	Close	02/04	+12	Far	12/11	+8	Close	12/12	+27	Very Far
Genotype 89	05/03	+11	Far	15/03	-6	Close	08/11	+4	Close	01/12	+16	Very Far
Genotype 90	04/04	+19	Very Far	12/04	+22	Very Far	13/11	+9	Far	15/12	+30	Very Far
Genotype 91	14/03	-2	Very Close	23/03	+2	Very Close	20/11	+16	Very Far	05/12	+20	Very Far
Genotype 92	15/03	-1	Very Close	29/03	+8	Close	18/11	+14	Far	04/12	+19	Very Far
Genotype 93	14/03	-2	Very Close	28/03	+7	Close	21/11	+17	Very Far	10/12	+25	Very Far
Genotype 94	23/03	+7	Close	08/04	+18	Very Far	14/11	+10	Far	12/12	+27	Very Far
S-1/1	16/03	0	-	21/03	0		04/11	0	-	15/11	0	-

Table 5. Phenological differences/similarities of progenies with the S-1/1

Phenological Characteristic	Variation between S-1/1 and 94 genotypes (mean day)	Belong to S-1/1	First and last date of 94 genotypes	Period	Number of genotype (piece/%)				Mean variation (%)
					Very close	Close	Far	Very far	
Budburst	4.52 0-41	16.03	05.03 26.04	52	23 (24.46)	44 (46.8)	24 (25.53)	3 (3.19)	75.54
Leafing	8.7 0-44	21.03	15.03 04.05	50	25 (26.46)	26 (22.67)	21 (22.34)	22 (23.4)	73.41
Leaf Yellowing	1.52 0-24	4.11	26.10 21.11	27	62 (65.95)	18 (19.14)	10 (10.63)	4 (4.25)	34.05
Defoliation	11.21 0-33	15.11	05.11 18.12	43	6 (6.38)	31 (32.97)	31 (32.97)	26 (27.65)	93.62

Late spring and early autumn frosts cause significant economic losses in walnuts. Therefore, the walnut genotypes with early leafing and late defoliation are damaged by late spring and early autumn frosts and yield decreases significantly. This study was aimed to identify new genotypes with both late leafing and early defoliation traits and to reveal the relationships between the mother genotype and its progenies. The budburst of the S-1/1 occurred on March 16, while the budburst of the progenies changed between March 5 (Genotype 26-89) - April 26 (Genotype 21). The first leafing in S-1/1 occurred on March 21, while the first leafing among progenies changed between March 15 (Genotype 89) and May 4 (Genotype 51). Leaf yellowing occurred on 4 November in the S-1/1, while the time for leaf yellowing in other genotypes ranged from October 26 (Genotype 53) to November 21 (Genotype 93). The defoliation date in the S-1/1 occurred on 15 November, while it ranged from November 5 (Genotype 49) to December 18 (Genotype 67) in progenies. As a result of studies carried out in different ecological conditions, it is stated that there are important phenological differences

between walnut genotypes (Asma et al., 1999; Tosun and Akçay, 2005; Akca et al., 2018; Orman, 2018; Ozcan et al., 2020). Similar to the previous studies, phenological differences were determined between the S-1/1 walnut genotype and the progenies. The differences in phenology among the genotypes can be attributed to the genetic characteristics of the genotypes.

Phenological differences among walnut genotypes and correlation between phenological traits

Phenological observations are important in obtaining new cultivars in fruit species. The results indicated that the phenological diversity among walnut genotypes was remarkable. The coefficient of variation values for budburst, leafing, leaf yellowing, and defoliation were calculated as 10.52, 9.32, 1.71, and 3.36, respectively. In a study conducted by Bukucu et al., (2020b) on similar phenological traits in 684 walnut genotypes, the coefficient of variation values was determined as 12.49% for budburst, 10.83% for leafing, 1.86% for leaf yellowing, and 2.22% for defoliation. Descriptive statistics of the phenological traits for our walnut genotypes were given in Table 6.

Table 6. Units, number of samples, maximum, minimum, mean, and standard deviation of phenological traits in the walnut genotypes.

Traits	Units	N	Min	Max	Mean±SD*	CV (%)*
Budburst	Day	95	63	115	78.55±8.26	10.52
Leafing	Day	95	73	123	87.62±8.17	9.32
Leaf Yellowing	Day	95	298	324	308.20±5.27	1.71
Defoliation	Day	95	308	351	329.05±11.07	3.36

*Standard Deviation (SD), Coefficient of Variance (CV%)

The results of the Pearson correlation carried out to determine the relationships between phenological traits were given in Figure 1. A significant positive correlation was obtained between budburst and leafing ($r = 0.8285$). In the study, a significant positive correlation was also determined between leaf yellowing and defoliation ($r = 0.5430$). Similarly, Ozcan et al., (2020) reported a positive correlation between

leafing and defoliation ($r = 0.0957$), and Amiri et al., (2010) indicated a similar relationship between these two traits ($r = 0.298$). Significant correlations between leafing in walnut and other phenological traits have been reported also by other studies (Ebrahimi et al., 2015; Khadivi-Khub et al., 2015; Abedi and Parvaneh, 2016; Hassankhah et al., 2017; Bukucu et al., 2020a).

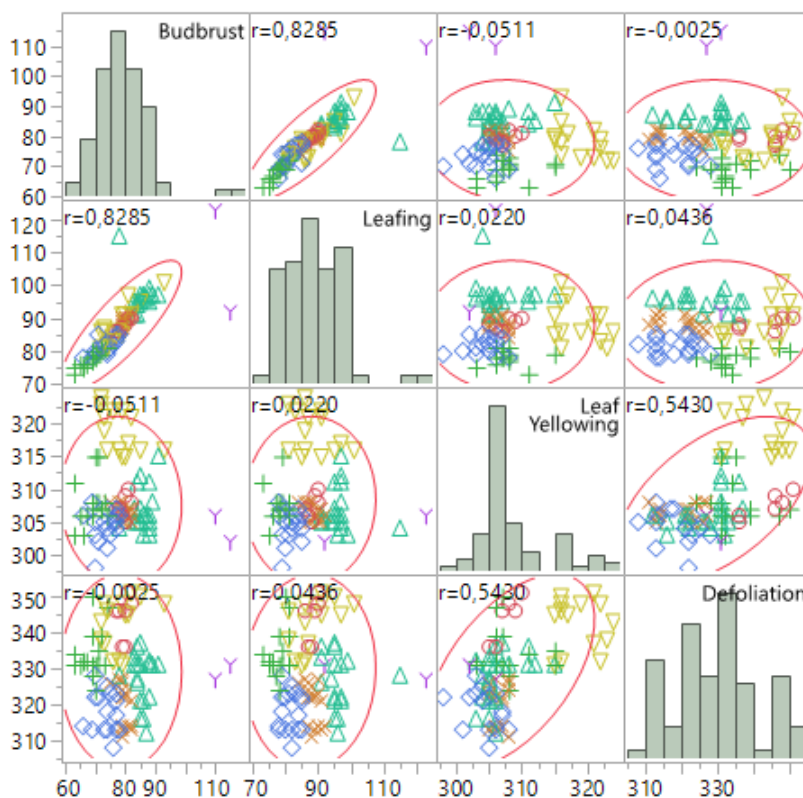


Figure 1. Scatter plot matrix and heatmap of correlations between phenological traits

Principal component analysis (PCA) was carried out to determine overall differences among walnut genotypes. The first component (PC1) explains 45.739% of the total variation in phenological traits, the PC2 explains 38.646%, PC3 11.419%, and PC4 4.207%. Bi-plot partially grouped walnut genotypes according to their parents (Table 7; Figure 2). The PCA analyzes have been carried out for many plants, however, the number of PCA analyzes for phenological traits in

the walnut is limited (Cosmulescu and Trandafir, 2011; Pop et al., 2013; Bou Abdallah et al., 2016; Arab et al., 2019). In a similar study, Bukucu et al., (2020a) reported PC1 as 50.226%, PC2 as 36.635%, and PC3 as 12.413%, and PC4 as 0.726% in 684 walnut genotypes for our phenological traits (open-pollinated seeds of Bilecik, Chandler, Franquette, Howard, Kaman 1, Maraş 12, Pedro, Sütyemez 1 and Gimar).

Table 7. Eigenvectors of principal components (PC) for phenological traits in the walnut population

Traits	PC1	PC2	PC3	PC4
Budburst	0.706	-0.045	-0.015	0.706
Leafing	0.707	0.016	-0.051	-0.705
Leaf Yellowing	-0.003	0.707	0.704	0.063
Defoliation	0.032	0.707	0.704	-0.063
% of variance	45.739	38.646	11.419	4.207
Cumulative variance	45.739	84.375	95.789	100.00

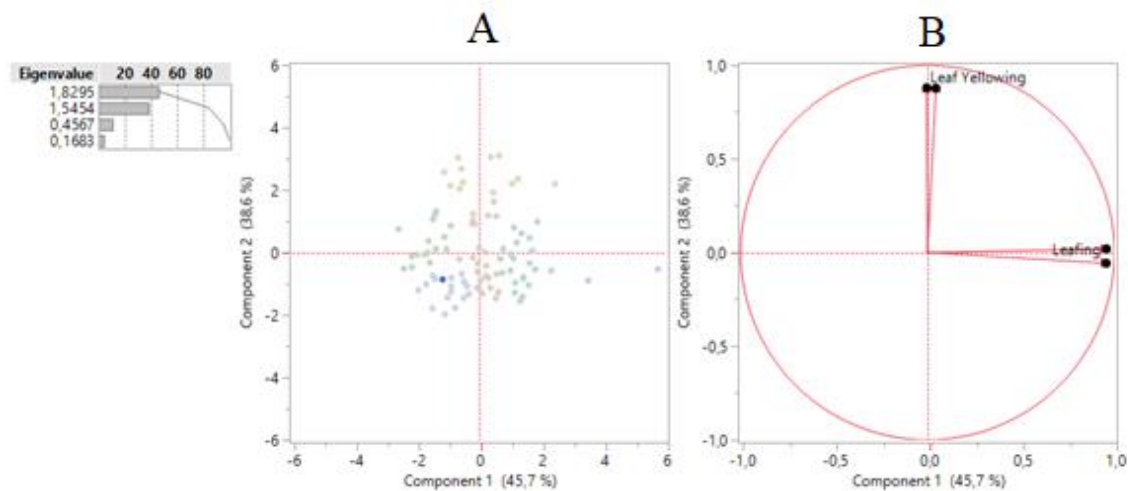


Figure 2. A) Scatter plot for the first two principal components for the walnut accessions based on phenological traits. B) Principal component analysis bi-plot of phenological traits among 95 walnut genotypes

Cluster analysis of the S-1/1 walnut genotype and its 94 progenies was performed to assess the relationship between walnut genotypes in a dendrogram based on 4 phenological traits. Walnuts phenologically were mainly split into 2 main clusters and 7 sub-clusters. S-1/1 took place in the A3 group, including sixteen progenies (Figure 3).

The results of cluster analysis partially confirmed the genotype-related results obtained in PCA (Figure 3). These findings suggest that the walnuts are heterozygous, however, dominant

genes largely determine the traits such as leafing and defoliation dates. Phenotypical traits have been used effectively to determine the genetic variation among walnut genotypes (Arzani et al., 2008; Ebrahimi et al., 2010, 2011; Ghasemi et al., 2012; Norouzi et al., 2013; Hussain et al., 2016; Cosmulescu and Stefanescu, 2018; Rezaei et al., 2018; Bukucu et al., 2020b). These results revealed that phenotypic markers could partially distinguish the seedlings obtained from open-pollinated walnut cultivars.

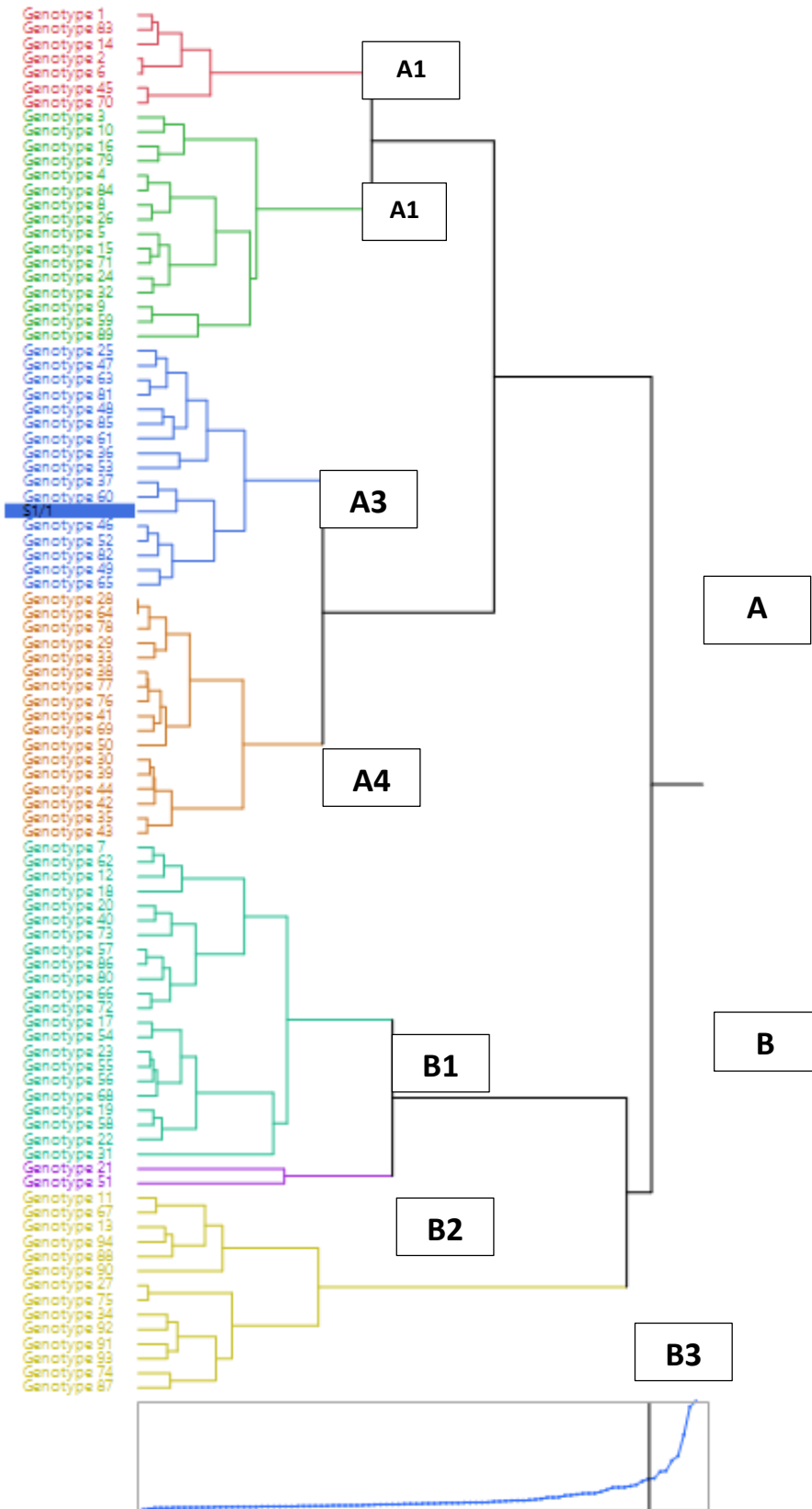


Figure 3. Phenotypic clustering of 94 walnut genotypes based on Ward’s phenological pair-wise distance and phenological map. Cluster analysis of the genotypes is based on the traits with high heritability

Polymorphism levels of ISSR Loci

ISSR marker technique was used to determine the genetic variation between the S-1/1 walnut genotype and its progenies. Twelve ISSR primers were used in the study and the bands could not obtain for 5 of the primers (ISSR3, ISSR6, ISSR9,

ISSR11, and ISSR15). Fifty-two bands were obtained from 7 primers. Polymorphism was detected in 45 of the 52 bands, while 7 bands were monomorphic (Figure 4).

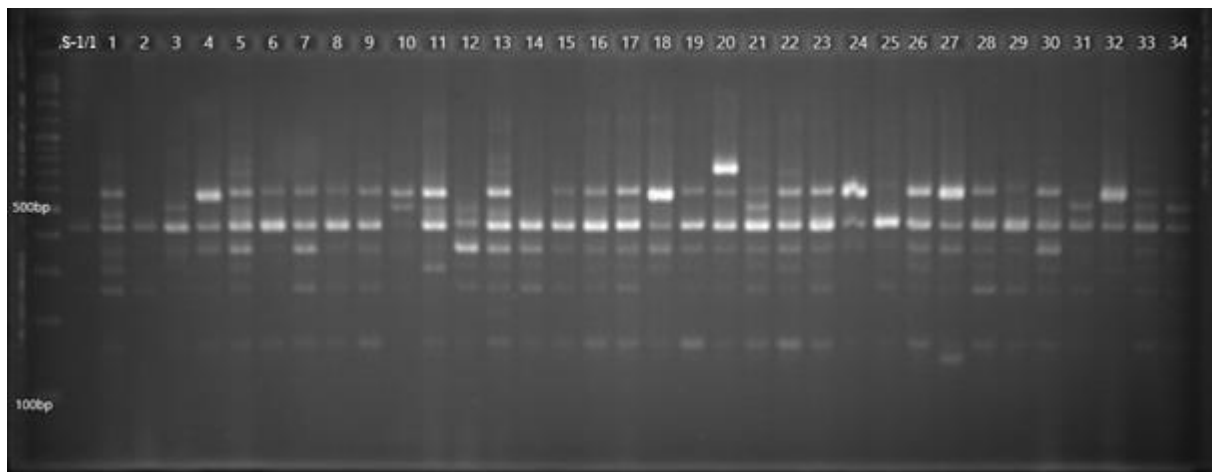


Figure 4. Amplification products from S-1/1 and its 34 progenies with primer ISSR5

The polymorphism information content (PIC) of the primers used varied between 48% and 95%. The polymorphism rate of the ISSR primers used

was 86.53%. The primer that produced the most bands (9) was ISSR5, and the average number of alleles was calculated as 7.42 (Table 8).

Table 8. Allele numbers and PIC (polymorphism information content) values of ISSR primers used in the study

Number	Name of Primer	Base sequence	Number of Allele	PIC
1	ISSR1	CACACACACACAA	5	0,63
2	ISSR4	CACACACACACAGC	4	0,94
3	ISSR5	CACACACACACAG	9	0,74
4	ISSR7	ACACACACACACACACCG	6	0,82
5	ISSR8	ACACACACACACACACACC	6	0,79
6	ISSR12	GAGAGAGAGAGAGAGAGAC	7	0,66
7	ISSR13	AGAGAGAGAGAGAGAGGC	8	0,47

Christopoulos et al., (2010) used the ISSR marker technique to determine the genetic differences and relationships among 56 walnut genotypes in Greece. In this study, 82.8% of the polymorphism was detected with 7 primers and the number of polymorphic bands per primer ranged between 3 and 20, with an average of 11 polymorphic bands. Potter et al., (2002) investigated the genetic relationships among 48 walnuts (*J. regia*) cultivars in California using the ISSR molecular marker technique. Eight polymorphic ISSR primers used in the study were selected after screening 47 primers in four cultivars. Amplification of eight primers in 48 walnut cultivars yielded 54 bands and 31 (57%) of the bands indicated polymorphism. The number of bands per primer varied between 5 and 9, and the number of polymorphic bands varied between 1 and 7. The mean polymorphism revealed by the ISSR markers varies between different studies

depending on the genetic material, the primers, and the discriminant analysis method used. However, we obtained a higher polymorphism rate from these studies.

Genetic differences among walnut genotypes

The dendrogram of walnut genotypes was scanned with 7 ISSR markers, and the dendrogram for genotypes was calculated using the NTSYSpc version 2.2 program with the UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) method according to the genetic distance matrix of Nei, (1972) were divided into 2 main clusters. Genetic similarity rates of walnut genotypes ranged from 0.52 to 0.93. Seventy-four genotypes were placed in the same cluster (A) with the main genotype and the other 20 genotypes were in a separate cluster (B). Each of the two main clusters was divided into 2 intermediate clusters and 4 sub-clusters were formed. The results of cluster analysis revealed

that Genotypes 85 and 86 had the closest similarity with 93.15% and Genotype 22 with 90%. In addition, 14 genotypes (Genotypes 9, 24, 25, 28, 30, 36, 37, 46, 47, 52, 61, 62, 65, 83) had both phenologic and genetic similarities (Figure 5). These findings reveal that the combined use of both morphological and genetic markers is more effective in distinguishing genotypes from each other.

Structural genetic analysis was also performed in S-1/1 and its 94 genotypes using 7 ISSR markers by Structure and Structure Harvester programs. The highest value of Delta K (ΔK) was obtained at $\Delta K = 2$. Thus, the cluster analysis indicated that genotypes were divided into 2 main groups similar to the UPGMA analysis results. Different colors in

Figure 6 show the differences between genotypes. The genotypes close to the S-1/1 genotype were colored green and those farther away were colored red (Figure 6).

Ozcan et al., (2020) obtained 2 main and 2 subsets in the dendrogram formed using the UPGMA test for 91 genotypes obtained from Pedro. The similarity ratio was reported between 0.61 and 0.99. The similarity ratio of Genotype 44 and Genotype 64 was 100% and Genotype 6 was more than 95%. They suggested that it was attributed to gene flow. Similarly, in this study, a high similarity was found between the mother plant and its progenies.

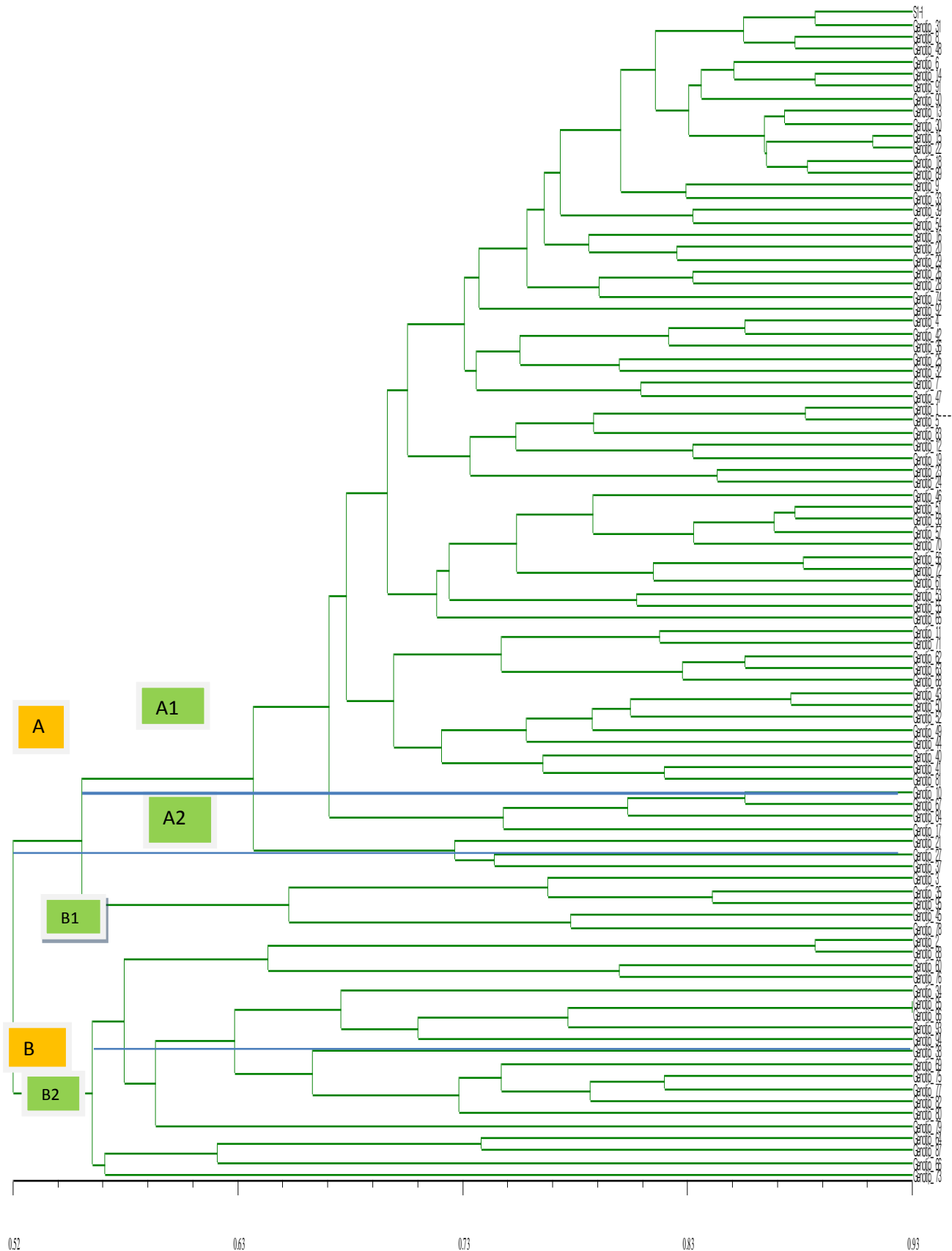


Figure 5. Genetic similarity dendrogram according to UPGMA method using ISSR data

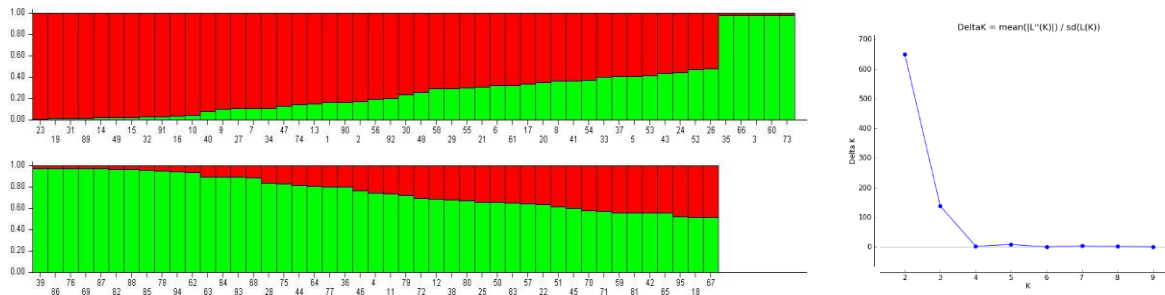


Figure 6. Population structure and ideal ΔK values for walnut accession

Conclusion

The phenological and genetic similarity ratios between mother genotype and 94 progenies obtained from 200 open-pollinated seeds of S-1/1 were investigated. Important phenological differences were recorded between the mother genotype and its progenies. The mean variation in phenological traits among genotypes was 69.15%, and the variation ratio in budburst, leafing, leaf yellowing, and defoliation was 75.54%, 73.41%, 34.05%, and 93.62%, respectively.

In this study, 52 bands were obtained from 7 of 12 ISSR primers, and 45 of which were identified as polymorphic and 7 as monomorphic. The polymorphism was calculated as 86.53%. Allele number was in monomorphic bands was calculated as 7.42. The PIC value ranged between 0.48 and 0.95, and the average PIC value was calculated as 0.73.

The dendrogram used to determine genetic variation indicated 2 main and 2 subsets. Seventy-four genotypes were in the same cluster with the S-1/1, and twenty genotypes were in the second cluster. The genetic similarity of walnut genotypes was between 52 and 93%. The highest similarity rates were determined as 93% between Genotype 85 and Genotype 86, and 90% between Genotype 15 and Genotype 22. In addition, 14 genotypes (Genotypes 9, 24, 25, 28, 30, 36, 37, 46, 47, 52, 61, 62, 65, and 83) were both phenologically and genetically similar to the S-1/1.

Significant variation at both phenological (69.15%) and molecular levels (52%) in the seedling genotypes obtained from the S-1/1 genotype has important consequences for future

breeding programs. The results showed that evaluating the phenological and molecular findings together in the management of gene resources will provide a better characterization in breeding studies.

Conflicts of interest: The authors declare no conflict of interest

Authors contributions: Conceptualization, M.S. and S.B.; writing—original draft preparation, M.S., S.B., N.K., A.O., E.Y., B.S.B. A.B.; writing—review and editing, M.S., S.B., N.K., A.O., E.Y., B.S.B. A.B.; all authors contributed sections to the manuscript and approved the final version of the text.

References

- Abedi, B., & Parvaneh, T. (2016). Study of correlations between horticultural traits and variables affecting kernel percentage of walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Nuts* 7: 35–44
- Agaoglu, Y.S., Celik, H., Fidan, Y., Gulsen, Y., Gunay, A., Halloran, N., Koksal, A.I., & Yanmaz, Y. (2019). *Genel Bahçe Bitkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 4, Ankara s. 10- 11.
- Ahmed, N., Mir, J.I., Mir, R.R., Rather, N.A., Rashid, R., Wani, S.H., Shafi, W., Mir, H., & Sheikh, M.A. (2012). SSR and RAPD analysis of genetic diversity in walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from Jammu and Kashmir, India. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 18(2), 149-160.
- Akça, Y., Özyurt, İ.K., & Kaplan, E. (2018). Comparison of Some Local and Foreign Walnut Cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*. 35 (3), 290-296
- Akhiani, S., Afshari, H., & Parvaneh, T. (2017). Evaluation of some phenological and pomological characteristics of selected walnut genotypes from Shahrud-Iran. *Journal of Nuts*, 8(01), 21-30.
- Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M.R., & Leslie, C. (2010). Correlations between some

- horticultural traits in walnut. *HortScience* 45:1690–1694
- Anderberg, M.R. (1973). Cluster analysis for applications (No. OASTR- 73-9). Office of the assistant for study support kirtland AFBn mex
- Anonymous (1994). *Walnut descriptors for walnut (Juglans spp.)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Arab, M.M., Marrano, A., Abdollahi-Arpanahi, R., Leslie, C.A., Cheng, H., Neale, D.B., & Vahdati, K. (2019). Combining phenotype, genotype and environment to uncover genetic components underlying water use efficiency in persian walnut. *Journal of Experimental Botany* 71:1107–1127
- Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A., & Roozban, M.R. (2008). Morphological variation among persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 36:159–168
- Asma, B.M., Zengin, Y., & Ozturk, K. (1999). Malatya bölgesine uygun ceviz çeşitlerinin seçimi, *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, S:27-30, 14-17 Eylül, Ankara
- Bardak, A. (2012). Lif ve hav oluşumuyla ilişkili DNA markörlerinin pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genomunda haritalanması ve QTL analizi. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş, s. 141.
- Bayazit, S., Kazan, K., Gulbitti, S., Cevic, V., Ayanoglu, H., & Ergul, A. (2007). AFLP analysis of genetic diversity in low chill requiring walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from Hatay, Turkey. *Scientia Horticulturae*, 111, 394–398.
- Bernard, A., Barreneche, T., Lheureux, F., & Dirlewanger, E. (2018). Analysis of genetic diversity and structure in a worldwide walnut (*Juglans regia* L.) germplasm using SSR markers. *PLoS One*, 13(11), e0208021.
- Bou Abdallah, I., Baatour, O., Mechrgui, K., Herchi, W., Albouchi, A., Chalhoun, A., & Boukhchina, S. (2016). Essential oil composition of walnut tree (*Juglans regia* L.) leaves from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research* 28:545–550.
- Bukucu, S.B., Ozcan, A., Sutyemez, M., & Yildirim, E. (2020a). Determination in the phenological difference levels of seedlings of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). *Applied Ecology and Environmental Research* 18(3):4807-4815.
- Bukucu, S.B., Sutyemez, M., Kefayati, S., Paizila, A., Jighly, A., & Kafkas, S. (2020b). Major QTL with pleiotropic effects controlling time of leaf budburst and flowering-related traits in walnut (*Juglans regia* L.). *Scientific reports*, 10(1), 1-10.
- Chen, L., Ma, Q., Chen, Y., Wang, B., & Pei, D. (2014). Identification of major walnut cultivars grown in China based on nut phenotypes and SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 168, 240-248.
- Christopoulos, M.V., Rouskas, D., Tsantili, E., & Bebeli, P.J. (2010). Germplasm diversity and genetic relationships among walnut (*Juglans regia* L.) cultivars and greek local selections revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) markers. *Scientia Horticulturae*, 125(4): 584-592.
- Cosmulescu, S., & Trandafir, I. (2011). Variation of phenols content in walnut (*Juglans regia* L.). *South Western Journal of Horticulture, Biology Environment* 2:25–33.
- Cosmulescu, S., & Stefanescu, D. (2018). Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes within the population and depending on climatic year. *Scientia Horticulturae*. 242:20-24.
- Dangl, G.S., Woeste, K., Aradhya, M.K., Koehmstedt, A., Simon, C., Potter, D., Leslie, C.A., & McGranahan, G. (2005). Characterization of 14 microsatellite markers for genetic analysis and cultivar identification of walnut. *Journal of American Society Horticultural Science*, 130, 348–354.
- Dogan Y., Kafkas S., Sutyemez M., Akca Y., Turemis, N. (2014). Assessment and characterization of genetic relationships of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes by three types of molecular markers. *Sci Hort* 168:81–87.
- Doyle, J.J., & Doyle, J.L. (1987). A Rapid DNA Isolation Procedure for Small Quantities of Fresh Leaf Tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19:11-15.
- Ebrahimi, A., Fatahi, M.M., Zamani, Z.A., & Vahdati, K. (2010). An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. *Iran Journal of Horticultural Science* 40:83–94
- Ebrahimi, A., Fatahi, R., & Zamani, Z. (2011). Analysis of genetic diversity among some persian walnut genotypes (*Juglans regia* L.) using morphological traits and SSRs markers. *Scientia Horticulturae* 130:146–151
- Ebrahimi, A., Khadivi-Khub, A., Nosrati, Z., & Karimi, R. (2015). Identification of superior walnut (*Juglans regia*) genotypes with late leafing and high kernel quality in Iran. *Scientia Horticulturae* 193:195–201
- Fatahi, R., Ebrahimi, A., & Zamani, Z. (2010). Characterization of some Iranians and foreign walnut genotypes using morphological traits and RAPD markers. *Horticulture Environmental Biotechnology* 51(1), 51-60.
- Filiz, E., & Koc, İ. (2011). Bitki biyoteknolojisinde moleküler markörler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011(2).
- Fjellstrom, R.G., Parfitt, D.E., & McGranahan, G.H. (1994). Genetic relationship and characterization of Persian walnut (*Juglans regia* L.) cultivars using restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). *Journal of American Society Horticulture Science*, 119, 833–839.
- Faroni, I., Rao, R., Woeste, K., & Gallitelli, M. (2005). Characterisation of (*Juglans regia* L.) with SSR markers and evaluation of genetic relationships among cultivars and the 'Sorrento' landrace. *Journal of Horticulture Science Biotechnology*, 80, 49–53.
- Ghasemi, M., Arzani, K., & Hassani, D. (2012). Evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province of Iran. *Crop Breeding Journal* 2:119–124.
- Hassankhah, A., Vahdati, K., Rahemi, M., & Sarikhani Khorami, S. (2017). Persian walnut phenology: effect of chilling and heat requirements on bud break and flowering date. *International Journal of Horticultural Science and Technology* 4:259–271.
- He-ping, M.A. (2010). Study on the Phenology Characteristics of *Juglans regia* L. in Linzhi Area of Tibet. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 33.

- Hussain, I., Sulatan, A., Shinwari, Z.K., Raza, G., & Ahmed, K. (2016). Genetic diversity based on morphological traits in walnut (*Juglans regia* L.) landraces from Karakoram Region-I. *Pakistan Journal of Botany*, 48:653–659.
- Kafkas, S., Ozkan, H., & Sutyemez, M. (2005). DNA polymorphism and assessment of genetic relationships in walnut genotypes based on AFLP and SAMPL markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 130(4), 585-590.
- Khadivi-Khub, A. (2014). Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut for morphological characters in Markazi province from Iran. *Brazilian Journal of Botany*, 37(3), 273-281.
- Khadivi-Khub, A., Ebrahimi, A., Sheibani, F., & Esmaeili, A. (2015). Phenological and pomological characterization of persian walnut to select promising trees. *Euphytica* 205:557–567.
- Laborda, P.R., Oliveira, K.M., Garcia, A.A., Paterniani, M.E., & De Souza, A.P. (2005). Tropical maize germplasm: what can we say about its genetic diversity in the light of molecular markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 111(7): 1288-1299.
- Li, G.T., Ai, C.X., Zhang, L.S., Wei, H.R., & Liu, Q.Z. (2011). ISSR analysis of genetic diversity among seedling walnut (*Juglans* spp.) populations. *Journal of Plant Genetic Resources*, 12(4), 640-645.
- Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *The American Naturalist*, 106: 283-292.
- Nicese, F.P., Hormaza, J.I., & McGranahan, G.H. (1998). Molecular characterization and genetic relatedness among walnut (*Juglans regia* L.) genotypes based on RAPD markers. *Euphytica*, 101, 199–206.
- Norouzi, R., Heidari, S., Asgari-Sarcheshmeh, M.A., & Shahi-Garahlar, A. (2013). Estimation of phenotypical and morphological differentiation among some selected Persian walnut (*Juglans regia* L.) accessions. *International Journal of Agronomy Plant Production* 4:2438–2445.
- Orman, E. (2018). Bazı yerli ceviz genotiplerinin (*Juglans regia* L.) agromorfolojik ve moleküler olarak tanımlanması. Doktora tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı.
- Orman, E., Ateş, D., Ozkuru, E., Hepaksoy, S., Kafkas, S., & Tanyolac, M.B. (2020). Association mapping of several nut characters in walnut (*Juglans regia* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(2), 208-227.
- Ozcan, A., Sutyemez, M., Nar, A., Yıldırım, E., & Susluoglu, Z. (2020). Similarities of leafing and leaf fall date of 'Pedro' walnut variety with its progenies in breeding programs. *Physiology and Molecular Biology Plants* 26(10):1945–1959. <https://doi.org/10.1007/s12298-020-00872-5>
- Pollegioni, P., Bartoli, S., Cannata, F., & Malvolti, M.E. (2003). Genetic differentiation of four Italian walnut (*Juglans regia* L.) varieties by inter simple sequence repeat (ISSR). *Journal of Genetics and Breeding*, 57(3), 231-240.
- Pop, I.F., Vicol, A.C., Botu, M., Raica, P.A., Vahdati, K., & Pamfil, D. (2013). Relationships of walnut cultivars in a germplasm collection: comparative analysis of phenotypic and molecular data. *Scientia Horticulturae* 153:124–135
- Potter, D., Gao, F., Aiello, G., Leslie, C., & Mc Granahan, G.H. (2002). Intersimple sequence repeat markers for fingerprinting and determining genetic relationships of walnut (*Juglans regia*) cultivars. *Journal of American Society Horticulture Science*, 127(1):75-81.
- Rezaei, Z., Khadivi, A., ValizadehKaji, B., & Abbasifar, A. (2018). The selection of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes as revealed by morphological characterization. *Euphytica* 214:69. <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2153-z>
- Shah, R.A., Baksi, P., Jasrotia, A., Bhat, D.J., Gupta, R., & Bakshi, M. (2020). Genetic diversity of walnut (*Juglans regia* L.) seedlings through SSR markers in north-western Himalayan region of Jammu. *Bangladesh Journal of Botany*, 49(4), 1003-1012.
- Sutyemez, M. (2006). Comparison of AFLP polymorphism in progeny derived from dichogamous and homogamous walnut genotypes. *Pak J Biol Sci* 9:2303–2307.
- Sutyemez, M. (2018). Bitki ıslahı ders notları (Yayınlanmamış). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
- Sutyemez, M., Ozcan, A., & Bukucu, S.B. (2018). Walnut cultivars through cross-breeding DİRİLİŞ and 15 TEMMUZ, *The American Pomological Society*, 72(3): 173–180.
- Sutyemez, M. 2019. Bahçe Bitkileri Genel Meyvecilik Ders Notları (Yayımlanmamış). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü
- Sutyemez, M., Bukucu, S.B., Keles, O., Ozcan, A., Yıldırım, E., & Boyacı, S. (2021). Phenological Differences, Genetic Diversity, and Population Structure of Genotypes Obtained from Seeds of Kaman-1 Walnut Cultivar. *Journal of Food Quality*, vol.2021, Article ID 5579875, 9 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5579875>.
- Tosun, G., & Akçay, M.E. (2005). Yerli ve yabancı bazı ceviz geçişlerinin yalova ekolojisindeki fenolojik ve pomolojik özellikleri, Bahçe, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, II. Ulusal Ceviz Sempozyumu Özel Sayısı, ISBN:1300-8943, S: 35-39, Yalova.
- Unver, H., & Sakar, E. (2011). Türkiye’de ceviz yetiştiriciliğinin durumu ve yapılan seleksiyon çalışmalar. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(3): 61-69
- Vahdati, K., Pourtaklu, S.M., Karimi, R., Barzehkar, R., Amiri, R., Mozaffari, M., & Woeste, K. (2015). Genetic diversity and gene flow of some Persian walnut populations in southeast of Iran revealed by SSR markers. *Plant Systematics and Evolution*, 301(2), 691-699.
- Victory, E.R., Jeffrey, C., Glaubitz, O.E., Rhodes, J.R., & Woeste, K.E. (2006). Genetic homogeneity in *Juglans nigra* (*Juglandaceae*) at nuclear microsatellites. *American Journal Botany*, 93: 118–126.
- Wang, H., Pei, D., Gu, R., & Wang, B. (2008). Genetic diversity and structure of walnut populations in central and southwestern China Revealed by microsatellite markers. *Journal of American Society Horticulture Science*, 133: 197–203.
- Wang, H., Zhao, S., Gao, Y., Zhang, Z., & Xuan, L. (2011). Genetic diversity of *Juglans regia* L. cultivars revealed

- by AFLP analysis. *Scientia Agricultura Sinica*, 44(7), 1434-1442.
- Wang, J.Y., Yan, S.Y., Hui, W.K., & Gong, W. (2020). SNP discovery for genetic diversity and population structure analysis coupled with restriction-associated DNA (RAD) sequencing in walnut cultivars of Sichuan Province, China. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 34(1), 652-664.
- Xu, Z., Hu, T., & Zhang, F. (2012). Genetic diversity of walnut revealed by AFLP and RAPD markers. *Journal of Agricultural Science*, 4: 271-276.
- Yarilgac, T., Koyuncu, F., Koyuncu, M.A., Kazankaya, A., & Sen, S.M. (1999). Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.). In IV International Walnut Symposium, 544, pp. 93-96.
- Yildirim, E., & Sutyemez, M. (2020). Sütyemez-1 ceviz çeşidinden açık tozlanma ile elde edilen f1 bitkilerinin fenolojik ve moleküler karakterizasyonu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 30(2): 299-309
- Yorgancılar, M., Yakışır, E., & Erkoyuncu, M.T. (2015). Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 4(2) : 1-12.
- You, F.M., Deal, K.R., Wang, J., Britton, M.T., Fass, J.N., Lin, D., Dandekar, A.M., Leslie, C.A., Aradhya, M., Luo, M.C., & Dvorak, J. (2012). Genome-wide SNP discovery in walnut with an AGSNP pipeline updated for SNP discovery in allogamous organisms. *BMC genomics*, 13(1), 1-16.
- Zeneli, G., Kola, H., & Dida, M. (2005). Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Scientia horticulturae*, 105(1), 91-100.

Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde değişen sıcaklık ve ışık koşulları ile verim parametreleri arasındaki ilişkinin modellenmesi

Modelling the relationship on changing temperature and light conditions and yield in greenhouse tomato cultivation

Melek ÖZKAPLAN^{1*} , Ahmet BALKAYA² 

^{1,2}Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

¹<https://orcid.org/0000-0002-3796-4263>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9114-615X>

To cite this article:

Özkaplan, M. & Balkaya, A. (2021). Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde değişen sıcaklık ve ışık koşulları ile verim parametreleri arasındaki ilişkinin modellenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 438-447.
DOI: 10.29050/harranziraat.910583

*Address for Correspondence:
Melek ÖZKAPLAN
e-mail:
melekozkaplan@omu.edu.tr

Received Date:
06.04.2021

Accepted Date:
18.10.2021

© 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

Tarım sektöründe bitkisel üretim planlarının oluşturulmasında, matematiksel modellerin kullanımı yetiştiricilere önemli avantajlar sağlamaktadır. Son yıllarda matematiksel modeller yardımıyla kontrollü koşullar altında yetiştirilen çeşitlerin verim potansiyelinin tahmin edilmesi büyük bir önem kazanmıştır. Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde uygun sıcaklık ve ışıklandırma faktörlerinin sağlanması, verim unsurlarını olumlu yönde etkilemektedir. Bu çalışmada, topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde farklı sıcaklık ve ışık koşullarının bazı verim unsurları üzerine olan etkileri modellenmiştir. Araştırma; üç farklı yetiştirme döneminde (2014 yılı ilkbahar, 2014 yılı sonbahar ve 2015 yılı ilkbahar), iki farklı substrat ortamında (Hindistan cevizi lifi ve kayayünü) farklı sıcaklık (16.42, 18.14, 22.71, 24.60, 23.96 ve 26.22 °C) ve ışık şiddeti koşullarında (96.10, 182.31, 223.46, 264.54, 432.67 ve 455.93 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) cam serada yürütülmüştür. Araştırmada, bitki başına en yüksek verim değeri (3.40 kg bitki⁻¹) ve meyve sayısının 2015 yılı ilkbahar döneminde 24.60°C'de ve 432.67 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık koşullarında, Hindistan cevizi lifi substratında yetiştirilen bitkilerden elde edildiği belirlenmiştir. Hindistan cevizi lifi substratı için bitki başına verim modeli ise; $BBV = -6699.96 + 639.3432xT + 5.5225xL - 13.6672xT^2$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada incelenen verim parametreleri için gerçek ve tahmini değerler arasında istatistiki olarak önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Bu parametreler için regresyon katsayıları, 0.95-0.99 arasında değişim göstermiştir. Böylece sıcaklık ve ışık yoğunluğunun domatesin verimi üzerindeki etkisi ayrıntılı olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar örtüaltı domates yetiştiriciliği için üretim stratejileri geliştirmek, kaynakların etkin ve verimli kullanılabilmesi amacıyla faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Model, Topraksız tarım, Sıcaklık, Işık, Verim

ABSTRACT

The use of mathematical models in the creation of crop production plans in the agricultural sector offers significant advantages to growers. In recent years, estimating the yield potential of varieties grown under controlled conditions with the help of mathematical has gained great importance. Providing appropriate temperature and lighting factors in greenhouse vegetable cultivation positively affects the yield factors. In this study, the effects of different light and temperature conditions on some yield components in tomato cultivation in soilless agriculture were modelled. The study was conducted in three different growing periods (spring 2014, autumn 2014 and spring 2015), on two different substrate media (cocopeat and rockwool), and under different temperatures (16.42, 18.14, 22.71, 24.60, 23.96 and 26.22 °C) and light intensity conditions (96.10, 182.31, 223.46, 264.54, 432.67 and 455.93 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) in a glasshouse. In this research it was determined that the highest yield value (3.40 kg plant⁻¹) and fruit numbers were obtained from plants grown in cocopeat substrate at 24.60°C and 432.67 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ light conditions in the spring of 2015. Plant yield model for cocopeat calculated as $BBV = -6699.96 + 639.3432xT + 5.5225xL - 13.6672xT^2$. It has been determined that there is a

statistically significant relationship between the actual and estimated values for the yield parameters examined in this study. Regression coefficients for the parameters examined varied between 0.95-0.99. Thus, the effect of temperature and light on tomato yield was quantified. These results will be beneficial in order to develop production strategies for greenhouse tomato cultivation and to use the resources effectively and efficiently.

Key Words: Model, Soilless agriculture, Temperature, Light, Yield

Giriş

Domates insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan, vitamin ve mineral maddeler bakımından zengin olan önemli fonksiyonel sebze türlerinden birisidir. Dünya domates üretimi, 2019 yılı FAO kayıtlarına göre 180 766 329 tondur (FAO, 2019). Ülkemiz, Dünya toplam domates üretiminde dördüncü sırada yer alan, en önemli domates üreticisi ülkelerden birisidir. 2020 yılı TÜİK verilerine göre toplam domates üretimimiz 13 204 015 tona ulaşarak, 2019 yılı TÜİK verilerine göre (12 841 990 ton) % 2.8 oranında artış göstermiştir. Bu üretimin 4 099 129 tonu örtüaltı domates üretimine aittir (TÜİK, 2020). Ülkemizde örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde ilk sırada domates yer almaktadır. Örtüaltında üretilen domatesler, tüketicilere yıl boyunca taze ürün olarak sunulmaktadır. Ülkemizde örtüaltı domates üretim miktarı; kaliteli tohum kullanımı ve modern tarım tekniklerinin yaygınlaşmasına bağlı olarak son yıllarda önemli düzeyde artışlar göstermiştir (Kandemir ve ark., 2016; Tüzel ve ark., 2020).

Son yıllarda artan dünya nüfusu, gıdaya olan talebi büyük ölçüde artırmıştır. Ayrıca tarım alanlarının yerleşim yerlerine açılması ve verimli arazilerin fonksiyonelliğini yitirmesi, araştırmacıları mevcut birim alandan daha yüksek verim artışına yönelik çalışmalara yöneltmiştir. Bu nedenle, yetiştiricilikte yüksek verim ve kaliteli ürün için optimum çevre koşullarının oluşturulması ve modern üretim tekniklerinin kullanılması daha fazla önem kazanmıştır (Savvaş ve ark., 2013; Özkaplan ve Balkaya, 2019; Sagheer ve ark., 2021). Tarım sektöründe son yıllarda üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ve yüksek verim değerlerinin elde edilmesinde, matematiksel modellerin kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır (Vázquez-Cruz ve ark., 2014; Kandemir ve Uzun 2019; Özkaplan, 2019a; Özkaplan ve Balkaya, 2020). Bu modellerin kullanımı, özellikle modern

üretim tekniklerinin kullanıldığı seralarda talep edilen yeni çeşitlerin yetiştiricilik öncesinde planlanması yönünden önemlidir. Bu sayede, yetiştiriciler kendi üretim stratejilerini geliştirebilecektir.

Günümüzde özellikle örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde gelişmiş olan ülkelerde, topraksız tarım tekniği yoğun olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise topraksız tarım sera işletmelerinin sayısı, son yıllarda ticari yetiştiricilikte üstün ürün kalitesi ve yüksek verim eldesi nedeniyle yaygınlaşmaya başlamıştır (Gül, 2018; Özkaplan ve Balkaya, 2019). Topraksız tarım genel olarak, köklendirme ortamı olarak toprak olmadan durgun veya akan besin eriyiklerinde veya besin eriyikleri ile beslenen katı ortamlarda bitkilerin yetiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Tüzel ve ark., 2019; Özkaplan 2019b). Seracılığın yaygın olduğu bölgelerde katı ortam kültürü, birçok sebze türünün yetiştiriciliğinde daha çok tercih edilmektedir (Güneş ve ark., 2012). Ülkemizde, Hindistan cevizi lifi ve kaya yünü katı ortam kültüründe en çok tercih edilen substratların başında gelmektedir (Toprak ve Gül, 2013; Yarşı ve Çelik, 2019). Birçok araştırmacı, organik bir ortam olan Hindistan cevizi lifinin domateste verim artışı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir (Prasad ve ark., 2012; Kılıç, 2014; Reshma ve Sarath 2017; Öztekin ve ark., 2017).

Domates yetiştiriciliğinde verimlilik ve meyve kalite unsurlarını etkileyen en önemli iki çevre faktörü, sıcaklık ve ışıktır. Sıcaklık, bitkide temel fizyolojik yaşam olayları üzerine etkili olan ve üretimi sınırlandıran önemli bir değişkendir (Çeçen ve Çakmakçı 1996; Tüzel ve Gül, 2008). Domateste yetiştiricilik dönemi boyunca sıcaklığın ortalama 20 °C ile 25 °C arasında olması istenir. Daha düşük ve yüksek sıcaklıklarda ise verimlilik unsurları belirgin azalışlar gösterir (Uzun, 1996). Bitkiler, fotosentezden solunuma kadar temel

birçok fizyolojik olayın gerçekleşmesinde ışığa ihtiyaç duymaktadırlar. Yetiştiricilik periyodu boyunca ışık, domatesten önemli rol oynamaktadır. Domatesten artan ışık şiddeti ile meyve ağırlığı artmakta ancak artan sıcaklık değerleri ile azalmaktadır. Ayrıca, yüksek sıcaklık ve düşük ışık koşullarında yetiştirilen domates bitkilerinde meyve sayısı değerleri ve diğer verim unsurları da belirgin azalışlar göstermektedir (Uzun, 2000). Bitkinin yetiştirildiği çevre koşullarının (iklimsel parametrelerin) kontrol edilmesiyle bitki büyüme ve gelişiminin bu faktörler ile girdiği etkileşimin sonucunda verim potansiyeli ve ürün kalitesi artmaktadır (Özkaplan, 2019b).

Ülkemizde son yıllarda birçok bitki türünde verim parametrelerini tahmin etmek amacıyla farklı sıcaklık ve ışık şiddetinin etkileri incelenerek birçok matematiksel model geliştirilmiştir (Uzun, 2001; Öner, 2005; Kandemir, 2005; Odabaş ve ark., 2007; Yıldız, 2013). Bu çalışmada, serada topraksız tarım koşullarında domates yetiştiriciliğinde bazı verim unsurları üzerine sıcaklık ve ışığın kantitatif etkilerinin belirlenmesi ve matematiksel model oluşturulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, 2014-2015 yıllarında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama ve Sera Sitesinde bulunan cam serada yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Bandita F₁ domates çeşidi kullanılmıştır.

Serada fide dikimleri; 03.04.2014; 29.08.2014

ve 05.03.2015 tarihinde olmak üzere 3 farklı dönemde yapılmıştır. Fide dikimleri, her bir yetiştirme dönemi için %100 doğal ışık altında ve gölgeleme materyali altında yetiştiricilik olmak üzere iki farklı ekolojik çevrede gerçekleştirilmiştir. Gölgeleme materyali olarak %55 gölgeleme etkisi, %45 ışık geçirgenliği olan alüminyum ve polietilen dokumalı gölgeleme ve enerji perdesi kullanılmıştır. Açık sistem topraksız tarım tekniğine uygun niteliklere sahip cam serada, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü yetiştirme substratlarında, her bir torbaya 3 adet domates fidesi dikilmiştir. Çalışmada kullanılan besin eriyiği, domates bitkilerinin ihtiyaç duyduğu mineraller ve yetiştirme dönemi dikkate alınarak tarafımızdan Hoagland besin çözeltisi'nden yararlanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan besin çözeltileri, bitkilerin kök bölgesine damlama sulama yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. Domates bitkilerinin mineral maddelerden maksimum seviyede faydalanabilmesi için günlük olarak bitki besin çözeltisinde pH ve EC ölçümleri yapılmıştır. Uygulanan nitrik asit ilavesi ile besin çözeltisi pH değerinin 6.0-6.5, EC değerinin ise 2.0-2.5 dS m⁻¹ sınırları arasında kalması sağlanmıştır. Denemede, sera içi hava sıcaklık ve fotosentetik aktif radyasyon değerleri, Onset markalı hobo datalogger ve Quantum par sensörleri ile ölçülerek kaydedilmiştir. Günlük olarak kaydedilen bu değerler hesaplanarak yetiştiricilik dönemlerine ait ortalama sıcaklık ve ışık değerleri tespit edilmiştir (Uzun 1996). Çalışmada, üç farklı yetiştirme dönemine ait ortalama sıcaklık ve ışık değerlerine ilişkin veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yetiştirme dönemlerine ait ortalama sıcaklık ve ışık değerleri

Table 1. Average temperature and light observations for different growing periods

Ortam	I.Dönem (2014 yılı ilkbahar)		II.Dönem (2014 yılı sonbahar)		III.Dönem (2015 yılı ilkbahar)	
	Işık	Gölge	Işık	Gölge	Işık	Gölge
Sıcaklık (°C)	26.22	23.96	18.14	16.42	24.60	22.71
Işık ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	455.93	264.54	223.46	96.10	432.67	182.31

Her yetiştirme periyodunda, her iki substrat için her bir tekerrürde 4, toplamda 12 domates bitkisinde verim parametreleri incelenmiştir. İncelenen verim unsurları aşağıda verilmiştir.

Ortalama meyve ağırlığı (g)

Araştırmada tüm uygulamalar için toplam meyve ağırlığının, toplam meyve sayısına bölünmesiyle ortalama meyve ağırlıkları saptanmıştır.

Bitki başına meyve sayısı (adet bitki⁻¹)

Her uygulama için ayrı ayrı yapılmış olan hasatlar sonucunda bitki başına toplam meyve sayıları adet olarak tespit edilmiştir.

Verim (kg bitki⁻¹)

Hasat periyodu boyunca her bir uygulama için ayrı ayrı toplanan meyveler tartılmıştır. Araştırmanın sonunda; her bir bitkinin verim değerleri, kümülatif olarak toplanmış ve bitki başına verim değerleri kg bitki⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma, faktöriyel deneme desenine göre her uygulamada 3 tekerrür olacak şekilde

$$\text{OMA} = -78.178 + 13.5438xT + 0.09721xL - 0.299xT^2$$

$$\text{SH} = (34.91669) * (3.403535)** (0.012865)*** (0.082595)**$$

$$\text{OMA} = -31.4871 + 9.261698xT + 0.096094xL - 0.20736xT^2$$

$$\text{SH} = (12.2296) * (1.192091)*** (0.004506)*** (0.028929)***$$

Model (1)

R²=0.97***

Model (2)

R²=0.99***

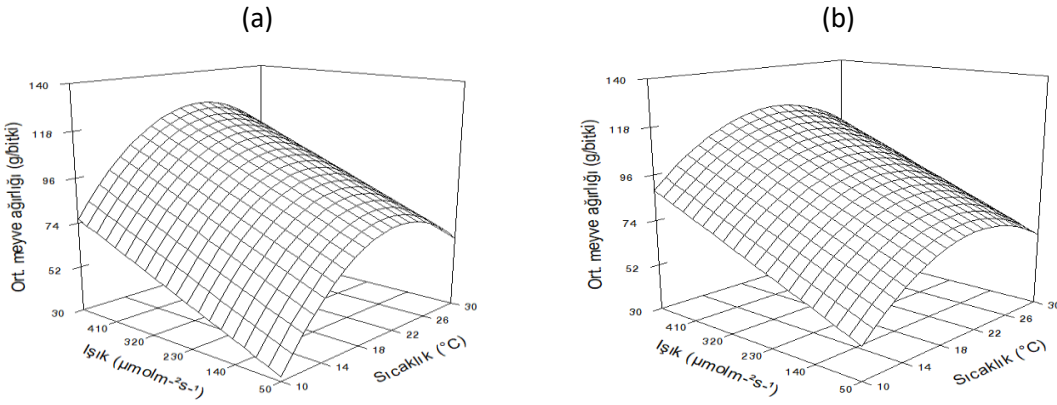
Araştırma sonucunda; domateste ortalama meyve ağırlığının artan sıcaklık değeri ile eğrisel olarak arttığı saptanmıştır (Şekil 1). Çalışmada, yüksek ışık şiddeti koşullarında sıcaklığın 24.60 °C'nin üzerine çıkmasıyla birlikte domateste ortalama meyve ağırlığının azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumda sıcaklığın optimum değerinin üzerine çıkmasıyla; fotosentez ve solunum arasındaki dengenin bozulduğu, mineral madde alımının düştüğü ve böylece bitki büyümesinin yavaşladığı söylenebilir. Optimum değerinin üzerindeki sıcaklıklar enzim faaliyetlerini düşürerek metabolik faaliyetleri yavaşlatmaktadır bu nedenle meyvede hücre bölünmesi ve büyümesi azalmaktadır. Birçok araştırmacı, sıcaklığın optimum değerinin üzerine çıkmasıyla domateste meyve ağırlığının azaldığını ortaya koymuştur (Seligman, 1990; Uzun 2001). Şekil 1 incelendiğinde domateste hem Hindistan cevizi lifi hem de kayayünü substratlarında ortalama meyve ağırlığının artan ışık şiddeti (ışığın 96.10 µmolm⁻²s⁻¹ den 455.93 µmolm⁻²s⁻¹ ye artmasıyla) ile

kurulmuştur. Çoklu regresyon analizleri, Microsoft Office Excel programında yapılmış ve elde edilen modeller, Slide Write Plus paket programında 3 boyutlu grafiklere dönüştürülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma**Ortalama meyve ağırlığı (OMA)**

Hindistan cevizi lifi ve kayayünü ortamları için, ortalama meyve ağırlığı ile ışık ve sıcaklık değerleri arasındaki ilişkinin regresyon katsayıları sırasıyla R²: 0.97 ve R²: 0.99 olarak bulunmuştur. Domateste ortalama meyve ağırlığı için üretilen matematiksel modeller (1) ve (2)'de verilmiştir.

doğrusal olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Artan ışık şiddetinin etkisiyle yapraklarda klorofil oluşumu ve fotosentetik reaksiyonlar artmakta, bu sayede bitkilerde yüksek oranda organik madde üretilerek dokuların iyi bir şekilde olgunlaşması temin edilmektedir (Uzun 1996; Eriş 2007). Artan ışık şiddetinin etkisiyle yapraklarda fotosentetik reaksiyonlar artmakta, bu sayede bitkilerde yüksek oranda organik madde üretilmektedir (Uzun 1996). De Koning, (1994) domates yetiştiriciliğinde artan ışık şiddeti ile ortalama meyve ağırlığının artış gösterdiğini bildirirken; Wada ve ark. (2006) azalan ışık şiddetinin domateste ortalama meyve ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir. Uzun (2000) ve Uzun (2001) yaptığı çalışmalarında artan ışık şiddeti değerlerinin domateste meyve ağırlığını arttırırken, artan sıcaklık değerlerinin optimumun üzerine çıkmasıyla birlikte yapraklarda fotosentetik aktiviteyi düşürdüğünden, ortalama meyve ağırlığının azaldığını bildirmiştir.



Şekil 1. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) substratlarında yetiştirilen domatese, sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) bağlı olarak ortalama meyve ağırlığı değerlerinin (g meyve^{-1}) değişimi
 Figure 1. Variation of average fruit weight values per plant (g fruit^{-1}) depending on temperature (°C) and light intensity ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) in tomatoes grown on cocopeat (a) and rockwool (b) substrates

Çalışmada ortalama meyve ağırlığı bakımından, substratlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Hindistan cevizi lifi yetiştirme ortamında yetiştirilen domateslerde, ortalama meyve ağırlığının (99.5 g), kayayünü yetiştirme ortamına (97.4 g) göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ortalama meyve ağırlığı değerleri üzerine dikim dönemlerinin etkileri karşılaştırıldığında; ilkbahar yetiştiriciliğinin sonbahar yetiştiriciliğine göre öne çıktığı saptanmıştır ($P<0.05$). Ortalama meyve ağırlığı

değerleri 70.8 g-116.7 g arasında değişim göstermiştir. Çalışmada artan sıcaklık ve ışık değerlerinin ortalama meyve ağırlığı üzerinde olumlu yönde etkileri olduğu saptanmıştır.

Dannehl ve ark., (2015) kayayünü büyüme ortamında yetiştirdikleri domates bitkilerinde, ortalama meyve ağırlığının 89.4 g olduğunu tespit etmişlerdir. Dönmez, (2015) Hindistan cevizi lifi ve kayayünü sustalarında ortalama meyve ağırlığının sırasıyla 91.9 g ve 86.5 g olduğunu bildirmiştir. Araştırma bulguları belirtilen literatürlerle benzerlik göstermiştir.

Çizelge 2. Dikim dönemlerine göre farklı büyüme ortamlarında yetiştirilen domateslerde ortalama meyve ağırlığı (g) değerleri ($P<0.05$)

Table 2. Average fruit weight (g) values of tomatoes grown in different growing media according to planting periods ($P<0.05$)

Ortam	Ortalama Meyve Ağırlığı (g meyve ⁻¹)									
	I.Dönem			II.Dönem			III.Dönem			Ortam*
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	
HCL	116.7a	101.6c	109.2a	93.7e	70.8h	82.3d	113.1b	100.7c	106.9b	99.5a
KY	112.7b	97.3d	105.5c	90.7f	73.5g	81.9d	112.1b	98.4d	105.2c	97.4b
Ort.*	114.7a	99.4c		92.1d	72.0e		112.5b	99.6c		
Dönem*	107.2a			82.1b			106.1a			

HCL: Hindistan cevizi lifi; KY (Kayayünü)

Bitki başına meyve sayısı (BBMS)

Çalışmada bitki başına meyve sayısının tahmin edilebilmesi için üretilen matematiksel modellerde Hindistan cevizi lifi (3) ve kayayünü (4)

substratları için hesaplanan regresyon katsayıları sırasıyla R^2 : 0.95 ve R^2 : 0.96 olarak önemli düzeyde olduğu bulunmuştur.

$$\text{BBMS} = -70.8743 + 7.321874 \times T + 0.035685 \times L - 0.16008 \times T^2$$

$$\text{SH} = (19.32079)^{**} (1.883311)^{**} (0.007119)^{**} (0.045703)^{**}$$

$$\text{BBMS} = -66.0634 + 6.787456 \times T + 0.033611 \times L - 0.15102 \times T^2$$

$$\text{SH} = (13.88761)^{**} (1.353707)^{**} (0.005117)^{**} (0.032851)^{**}$$

Model (3)

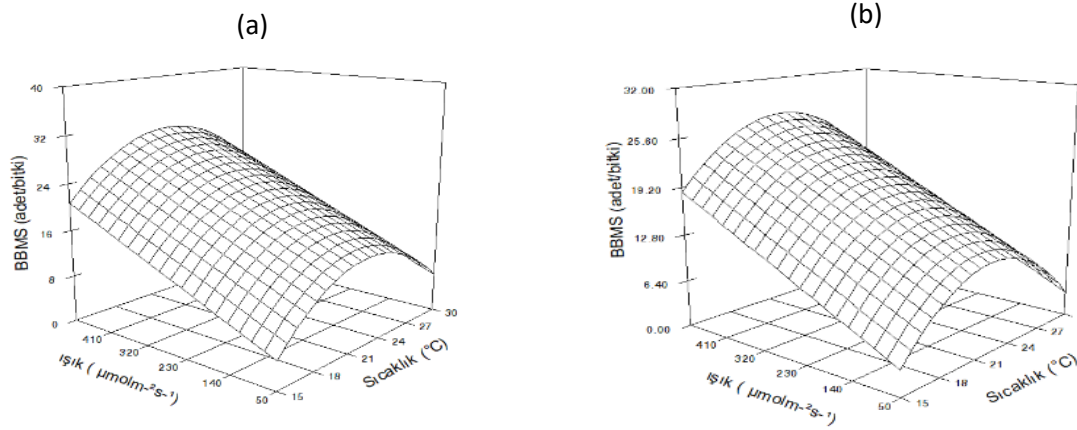
$R^2=0.95^{***}$

Model (4)

$R^2=0.96^{***}$

Farklı ışık ve sıcaklık değerlerinin bitki başına meyve sayısı üzerine etkileri, Şekil 2’de verilmiştir. Çalışmada, artan sıcaklık değerinin bitki başına meyve sayısını artırdığı belirlenmiştir. Domateste ortalama meyve sayısının, hem yüksek hem de düşük sıcaklık koşullarında artan ışık şiddetinin etkisiyle birlikte doğrusal olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Ortamlar arasında, bitki başına meyve sayısı bakımından değişen ışık şiddetinin etkisi ile birlikte optimum sıcaklık değerlerinin farklılık gösterdiği ve artan ışık şiddetinin etkisiyle optimum sıcaklık değerinin azalış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 2).

Dorais ve ark., (1991), domateste yüksek ışık şiddetinin bitkilerin meyve sayısı üzerine olan etkilerinin, düşük ışık şiddetine oranla bitki başına %10’luk bir artış sağladığını belirtmişlerdir. Uzun (1996) ve Sevgican (1999), domateste meyve sayısının artan ışık şiddeti ile birlikte artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Uzun (2000), domates yetiştiriciliğinde düşük ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında meyve sayısının azaldığını bildirmiştir. Dueck ve ark., (2012), domateste artan ışık şiddeti ile bitki başına meyve sayısının artış gösterdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 2. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü substratlarında yetiştirilen domateste, sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) bağlı olarak bitki başına meyve sayısı değerlerinin (adet bitki⁻¹) değişimi

Figure 2. The variation in the number of fruits per plant (adet bitki⁻¹) depending on temperature (°C) and light intensity ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) in tomatoes grown on cocopeat (a) and rockwool (b) substrates

İki farklı substrat ortamında yetiştirilen domates bitkilerin ortalama bitki başına meyve sayısı değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Dikim dönemlerine göre farklı substrat ortamlarında yetiştirilen domateslerde toplam meyve sayısı değerlerinin değişimi (P<0.05)

Table 3. Variation of the total number of fruit values in tomatoes grown in different substrate media according to planting period (P<0.05)

Ortam	Bitki Başına Meyve Sayısı									
	I.Dönem			II.Dönem			III.Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Ortam*
HCL	26.0b	22.0c	24.00b	15.66f	10.66h	13.16e	30.0a	22.66c	26.33a	21.16a
KY	22.66c	18.33e	20.50d	13.66g	8.66ı	11.16f	25.33b	20.0d	22.66c	18.11b
Ort.*	24.33b	20.16d		14.66e	9.66f		27.66a	21.33c		
Dönem*	22.50b			12.16c			24.50a			

HCL: Hindistan cevizi lifi; KY (kayayünü)

Araştırmada, en yüksek meyve sayısı değeri; ortalama 27.66 adet ile 24.60 °C sıcaklık ve 432.67 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışık değerlerinde belirlenmiştir.

Hindistan cevizi lifinde (21.16 adet), kayayünü yetiştirme ortamına göre (18.11 adet) bitki başına ortalama meyve sayısının daha fazla olduğu

bulunmuştur (Çizelge 3). Araştırma sonucunda, Hindistan cevizi lifi substratı kullanımının bitkide meyve sayısını arttırıcı rol oynadığı ve meyve sayısının %14-15 oranında arttırdığı saptanmıştır. Bu artışın nedeninin, su tutma kapasitesi ve organik madde içeriği yüksek olan Hindistan cevizi lifinin, yetiştiricilikteki pozitif etkilerinden kaynaklandığı söylenebilir. Kılıç, (2014) sonbahar yetiştiricilik periyodunda domateste bitki başına meyve sayısının Hindistan cevizi lifi ortamında ortalama 13 adet, kayayünü yetiştirme ortamında ise 15 adet olduğunu bildirmiştir. Araştırma

bulguları daha önce yürütülen yukarıdaki çalışmaları desteklemektedir.

Bitki başına verim (BBV)

Domateste bitki başına verim ile sıcaklık ve ışık şiddeti arasındaki ilişkinin derecesi (R^2) regresyon analizi sonucunda Hindistan cevizi lifi substratları için R^2 : 0.97; kayayünü substratları için ise yine R^2 : 0.97 gibi oldukça önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır ve eşitliği sırasıyla Model (5) ve (6)'da verilmiştir.

$$BBV = -6699.96 + 639.3432xT + 5.5225xL - 13.6672xT^2$$

Model (5)

$$SH = (2164.286)** (210.9656)** (0.797447)*** (5.119613)*$$

$R^2 = 0.97***$

$$BBV = -5686.07 + 547.7298xT + 5.051563xL - 12.0947xT^2$$

Model (6)

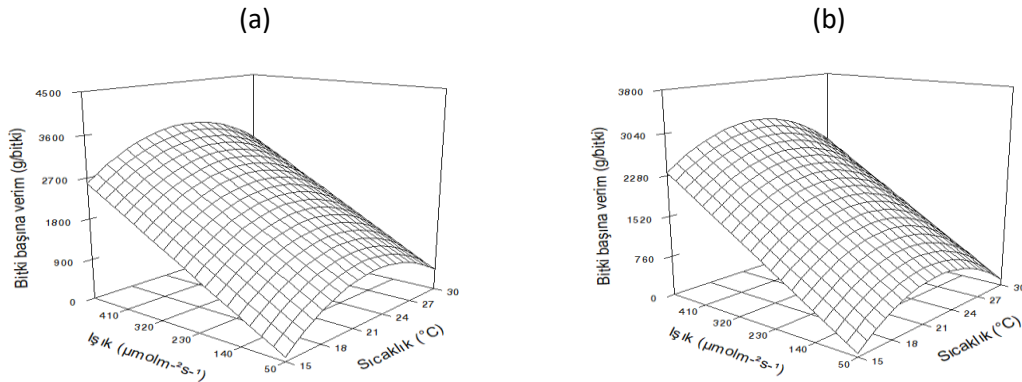
$$SH = (1808.373)** (176.2728)** (0.666308)*** (4.277703)*$$

$R^2 = 0.97***$

Domates bitkilerinde 16.42 °C ile 26.22 °C aralığındaki tüm sıcaklık değerlerinde, ışık şiddetinin 96.10 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ den 455.93 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ye artmasıyla, bitki başına verim değerinin doğrusal olarak artış gösterdiği görülmüştür (Şekil 3). Çalışmada, artan ışık şiddeti klorofil pigmentlerinin etisiyle, ışık absorpsiyonunu arttırmış böylece fotosentez ile üretilen organik madde miktarının domates verimi üzerine olumlu etkileri söz konusu olmuştur. Bitki başına verim değerinin artan sıcaklık şiddeti ile belirli bir optimum sıcaklığa (24.60 °C) kadar arttığı, bu sınırın üzerindeki sıcaklık koşullarında ise

azalmaya başladığı tespit edilmiştir. Birçok araştırmacı tarafından bu sonuçlar ile benzer sonuçlar ortaya konulmuştur (Dorais ve ark., 1991; Uzun, 2000).

Araştırma sonucunda elde edilen verim değerleri istatistiksel olarak analize tabi tutulduğunda, uygulamalar arasında çok önemli ($P < 0.05$) düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Araştırmada en yüksek bitki başına verim değeri, ortalama 3.40 kg ile yüksek ışık ($432.67 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) yüksek sıcaklık (24.60 °C) koşullarında Hindistan cevizi lifi substratlarında saptanmıştır.



Şekil 3. Hindistan cevizi lifi (a) ve kayayünü (b) substratlarında yetiştirilen domateste, sıcaklık (°C) ve ışık şiddetine ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) bağlı olarak bitki başına verim değerlerinin (g bitki^{-1}) değişimi
Figure 3. Variation in yield per plant (g bitki^{-1}) depending on temperature (°C) and light intensity ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) in tomatoes grown on cocopeat (a) and rockwool (b) substrates

Çizelge 4. Dikim dönemlerine göre farklı büyüme ortamlarında yetiştirilen domateslerde bitki başına verim (kg) değerleri (* P<0.05)

Table 4. Yield (kg bitki⁻¹) values per plant for tomatoes grown in different growth environments according to planting periods (* P<0.05)

Ortam	Bitki Başına Verim (kg bitki ⁻¹)									
	I.Dönem			II.Dönem			III.Dönem			
	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	Işık*	Gölge*	Ort.*	
HCL	3.03b	2.23e	2.63b	1.46h	0.75j	1.11e	3.40a	2.28e	2.84a	2.19a
KY	2.55d	1.78g	2.17d	1.23ı	0.63k	9.36f	2.83c	1.96f	2.40c	1.83b
Ort.*	2.79b	2.01d		1.35e	0.69f		3.12a	2.12c		
Dönem*		2.40b			1.02c			2.62a		

HCL: Hindistan cevizi lifi; KY (kayayünü)

Düşük ışık şiddeti koşullarındaki yüksek sıcaklık değerleri bitkide vejetatif devre ile generatif devre arasındaki ilişkinin bozulmasına neden olmaktadır. Bitki bu koşullar altında vejetatif büyüme eğilimi gösterdiğinden verim değerlerinde bir azalma söz konusu olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada, 2014 yılı ilkbahar dönemi yüksek sıcaklık ve yüksek ışık şiddetinin etkisiyle, 2015 yılı ilkbahar dönemine göre erkencilik sağlanmıştır. Bunun yanında, 2015 yılı ilkbahar döneminde domates bitkilerinin, yavaş ancak daha kararlı bir büyüme göstererek bitki verimini artırdığı tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde, Bozköylü ve Daşgan (2010) topraksız tarım yöntemiyle ilkbahar döneminde yetiştirdikleri domateste bitki başına verim değerlerinin, 1.49 kg-3.35 kg aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Kılıç, (2014) domateste örtüaltı yetiştirme substratlarını değerlendirdiği bir çalışmada, bir üretim sezonu boyunca en yüksek bitki başına verim değerinin Hindistan cevizi lifi substratlarında 5.06 kg ve kayayünü substratlarında 4.09 kg olduğunu bildirmiştir. Yine Dönmez, (2015) domateste yaptığı çalışmada, en yüksek bitki başına verim değerinin 3.07 kg bitki⁻¹ ile Hindistan cevizi lifi substrat ortamında olduğunu, bunu 2.43 kg bitki⁻¹ ile kayayünü büyüme ortamının takip ettiğini bildirmiştir. Elde ettiğimiz çalışma sonuçları bu çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Her iki çalışmada da Hindistan cevizi lifi substratlarının verim değerleri bakımından öne çıktığı tespit edilmiştir.

Sonuçlar

Domates yetiştiriciliğinde verim değerleri genetik yapıya ve değişen çevre koşullarına göre belirgin farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle, verim parametreleri bakımından değişen çevre koşullarına göre optimum şartların oluşturulması oldukça önemlidir. Tarımsal üretimde verim unsurlarını azaltan dış etkenler, örtüaltı yetiştiriciliğinde etkin olarak kontrol altına alınabilmekte böylece ürünün performansında artışlar sağlanabilmektedir. Bu amaçla, iklimsel parametreler ile yetiştirilecek bitki türü arasındaki interaksiyonun belirlenmesi bitki fizyologlarının uzun yıllardır üzerinde çalıştıkları, süre gelen zaman içerisinde güncelliğini koruyan önemli konulardan birisi olmuştur. Bu çalışmada, salkım domateste bazı verim unsurları üzerine farklı sıcaklık (16-26 °C) ve ışık (96.1-455.93 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$) değerlerinin kantitatif etkileri ayrıntılı olarak belirlenmiştir. Işık ve sıcaklık domateste meyve ağırlığı, meyve sayısı ve verimliliği büyük ölçüde etkilemektedir. Çalışmada incelenen parametreler için optimum sıcaklık koşulları tespit edilmiş ve bu değerler üzerindeki sıcaklıklarda azalışlar sözkonusu olmuştur. Artan ışık yoğunluğunun ise domateste meyve ağırlığı, meyve sayısı ve verim değerlerini artırdığı belirlenmiştir. Bitki başına en yüksek verim değerine (3.4 bitki kg⁻¹), Hindistan cevizi lifi substratında, optimum 432.67 $\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$ (yüksek ışık şiddeti koşullarında) ışık ve 24.60 °C sıcaklık koşullarında ulaşılmıştır. Böylece, ülkemiz iklim koşullarına uygun topraksız tarım domates yetiştiriciliği için kullanılabilecek verim modelleri

oluşturulmuştur. Bu modellerin üreticiler ve araştırmacılar tarafından domates üretimi planlamasında kullanımı tarımda sürdürülebilirlik ve etkin kaynak kullanımı yönünden ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacaktır.

Ekler

Bu çalışma birinci yazarın doktora tezi olan ve aynı zamanda Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenen PYO.ZRT.1904.13.024 numaralı projesinden türetilmiştir.

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

Yazar Katkısı: Prof. Dr. Ahmet Balkaya denemeyi tasarlamış, Melek Özkaplan denemeyi kurmuş, Prof. Dr. Ahmet Balkaya ve Melek Özkaplan denemeyi yürütmüş, Melek Özkaplan analizleri yapmış, Prof. Dr. Ahmet Balkaya verileri incelemiş, Melek Özkaplan literatür taraması yapmış, Prof. Dr. Ahmet Balkaya ve Melek Özkaplan makaleyi birlikte yazmışlardır.

Kaynaklar

- Bozköylü, A., & Daşgan, H. (2010). Sera topraksız domates yetiştiriciliğinde kimyasal ve organik gübrelemenin karşılaştırılması. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 3(2), 174-181.
- Çeçen, S. & Çakmakçı, S. (1996). Yüksek sıcaklığın bitkilerin gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1) , 216-231.
- Gül, A. (2018). Soilless cultivation in Turkey. *XXX. International Horticultural Congress*, 12-16 Ağustos, İstanbul, Turkey. <http://www.ihc2018.org/files/downloads/Vol57-N03-2.pdf>
- Güneş, A., İnal, A., Karaman, M. R. & Geboloğlu, N. (2012). Topraksız yetiştiricilik sisteminde bitki besleme yöntemi, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2.
- Dannehl, D., Suhl, J., Ulrichs, C., & Schmidt, U. (2015). Evaluation of substitutes for rock wool as growing substrate for hydroponic tomato production. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88(1).
- De Koning, A. N. M. (1994). *Development and dry matter distribution in glasshouse tomato: a quantitative approach*. (Yayımlanmamış doktora tezi) Wageningen Agricultural University, Wageningen.
- Dorais, M., Andre, G. & Trudel M. J. (1991). Annual greenhouse tomato production under a sequential intercropping system using supplemental light.

Scientia Horticulturae, (45). 225-234.

- Dueck, T. A., Janse, J., Li, T., Kempkes, F.L.K. & Eveleens Clark, B. A. (2012). Influence of diffuse glass on the growth and production of tomato. *Acta Horticulturae* (956). 75-82.
- Dönmez, İ. (2015). *Bazı bölgesel organik atıkların topraksız tarımda (torba kültürü) kullanılabilme imkanlarının belirlenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Eriş, A. (2007). Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı: 152. Bursa.
- FAO, (2019). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Kandemir, D. (2005). *Sera şartlarında sıcaklık ve ışığın biberde (Capsicum annuum L.) büyüme, gelişme ve verim üzerine kantitatif etkileri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kandemir, D., Kurtar, E. S. & Demirsoy, M. (2016). Türkiye örtüaltı domates yetiştiriciliğindeki gelişmeler. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 5(17), 22-27.
- Kandemir, D. & Uzun, S. (2019). Farklı ışık ve sıcaklık şartlarının sera biber yetiştiriciliğinde büyüme parametreleri üzerine kantitatif etkilerinin modellenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34 (1), 1-11. DOI: 10.7161/omuanajas.473656
- Kılıç, P. (2014). *Topraksız domates yetiştiriciliğinde kullanılan farklı ortamların verim, kalite ve bitki besin elementi tüketimi üzerine etkileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Odabaş, M., Gülümser, A. & Uzun, S. (2007). The quantitative effects of temperature and light on growth, development and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *I. growth. International Journal of Agricultural Research*, 2(9): 765-775
- Öner, F. (2005). *Işık ve sıcaklığın mısırdaki (Zea mays L.) büyüme, gelişme ve verime kantitatif etkileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özkaplan, M. (2019a). Tarımda matematiksel model kullanımı. 3. *Uluslararası Unidokap Karadeniz Sempozyumu*, (ss. 456-461), 21-23 Haziran, Tokat, Türkiye.
- Özkaplan, M. (2019b). Çevreci ve sürdürülebilir üretim tekniği: Hidroponik. 3. *Uluslararası Unidokap Karadeniz Sempozyumu*, (ss. 445-448), 21-23 Haziran, Tokat, Türkiye.
- Özkaplan, M. & Balkaya, A. (2019). Işık ve sıcaklığın topraksız tarım koşullarında salkım domatesin meyve kalitesine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34 (3) , 227-238. DOI: 10.7161/omuanajas.551680
- Özkaplan, M. & Balkaya, A. (2020). Topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde bitki gelişme parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerin modellenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33 (2), 181-187.
- Öztekin, G. B., Tüzel, Y. & Tüzel, İ. H. (2017). Serada topraksız domates yetiştiriciliğinde silisyumun tuz stresine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 243-256.
- Prasad, L.B., Babu Adhikari, P., Soo Yoon, C. & Hee Kang W. (2012). Yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars established

- at different plantingbed size and growing substrates. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 53, 102-107.
- Reshma, T. & Sarath, P. S. (2017). Standardization of growing media for the hydroponic cultivation of tomato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 626-631.
- Sagheer, A., Mohammed, M., Riad, K. & Alhajhoj, M. (2021). A cloud-based iot platform for precision control of soilless greenhouse cultivation. *Sensors*, 21(1), 223.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y. & Gruda, N. (2013). 12. Soilless culture. *Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops*, 303.
- Sevgican, A. (1999). Örtüaltı Sebzeçiliği. Cilt I Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 528.
- Seligman, N. G. (1990). The crop model record: promise or poor show?. In *Theoretical production ecology: Reflections and prospects*, (pp. 249-263).
- Toprak, E. & Gül A. (2013). Topraksız tarımda kullanılan ortam domates verimi ve kalitesini etkiliyor mu? *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (2), 41-47.
- TUİK, (2020). Türkiye istatistik kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>
- Tüzel, Y. & Gül, A. (2008). Seralarda iyi tarım uygulamaları. Bahçe Ürünlerinde Çevre Dostu Uygulamaların Yayınlaştırılması ve İş Olanığı Yaratılması için Ziraat Mühendislerinin Kapasitelerinin Geliştirilmesine Yönelik Eğitim Projesi. Proje No: TR0205.01/002/02/011, İzmir.
- Tüzel, Y., Gül, A., Tüzel, I. H. & Öztekin, G. B. (2019). Different soilless culture systems and their management. *Journal of Agricultural, Food Environmental Sciences*. 73, 7–12.
- Tüzel, Y., Gül, A., Öztekin, G. B., Engindeniz, S., Boyacı, F., Duyar, H. & Cebeci, E. (2020). Türkiye’de örtüaltı yetiştiriciliği ve yeni gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 725-750.
- Uzun, S. (1996). *The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato and aubergine* (Unpublished PhD thesis). The University of Reading, England.
- Uzun, S. (2000). Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (III. Verim). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 105-108.
- Uzun, S. (2001). Serada domates ve patlıcan yetiştiriciliğinde bazı büyüme ve verim parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkiler. 6. *Ulusal Seracılık Sempozyumu*, (pp. 97-102) 5-7 Eylül, Türkiye (Muğla).
- Vázquez-Cruz, M. A., Espinosa-Calderón, A., Jiménez-Sánchez, A. R. & Guzmán-Cruz, R. (2014). Mathematical modeling of biosystems. Springer, Cham. In *Biosystems Engineering: Biofactories for Food Production in the Century XXI*, 51-76.
- Wada T., Ikeda H., Matsushita K., Kambara A., Hirai H. & Abe K. (2006). Effect of shading in summer on yield and quality of tomatoes grown on a single-truss system. *Journal Japanese Society for Horticultural Science*. 7551–58. 10.2503/jjshs.75.51
- Yarış, G. & Çelik, Y. (2019) Silifke’de topraksız tarım. *Erasmus Fen, Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Uluslararası Akademik Çalışmalar Sempozyumu*. (ss. 5-11). 5-6 Nisan, İzmir, Türkiye.
- Yıldız, D. (2013). *Gölgelemenin sırik domates yetiştiriciliğinde verim, kalite ve bazı agronomik özellikler üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.



Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte uygulanmalarının kireçli topraklarda organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite unsurları üzerine etkileri

Effects of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on yield and quality in organic strawberry cultivation in alkaline soils

Gülden BALCI^{1*}, Aysen KOÇ², Yaşar ERTÜRK³, Hakan KELES⁴, Tuğba KILIÇ⁵,
Nalan BAKOĞLU⁶

^{1,2,4,5}Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye

³Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Kırşehir, Türkiye

⁶Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tarım ve Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8681-0383>; ²<https://orcid.org/0000-0002-9766-721X>; ³<https://orcid.org/0000-0003-2525-0260>;

⁴<https://orcid.org/0000-0002-8225-931X>; ⁵<https://orcid.org/0000-0002-1764-8925>; ⁶<https://orcid.org/0000-0002-1764-8925>;

To cite this article:

Balci, G., Koç, A., Ertürk, Y., Keles, H., Kılıç, T., & Bakoğlu, N. (2021). Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte uygulanmalarının kireçli topraklarda organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite unsurları üzerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 448-456.
DOI: 10.29050/harranziraat.887205

ÖZ

Denemede; fosfat çözen ve azot fiksetme özelliklerine sahip bakteri karışımlarından oluşan PGPR formülasyonu (*Stenotrophomonas acidaminiphila* RC 251+ *Lysobacterenz. enzymogenes* RC 697) ve bazı *Glomus* türlerini içeren arbuskular mikorizal mantarların birlikte kullanımının Yozgat ekolojisinde organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada Albion ve Portola nötr gün çilek çeşitleri kullanılmıştır. Bazı mikroorganizmaların yüksek pH'lı toprak koşullarında organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek için bitki başına verim (g bitki⁻¹), meyve ağırlığı (g), suda çözünebilir kuru madde miktarı (%), titre edilebilir asitlik (%), C vitamini (mg 100 g⁻¹) ve L, a, b renk değerleri tespit edilmiştir. Araştırmada, tüm mikroorganizma uygulamaları kontrol grubuna göre her iki çeşitte de yüksek verim sağlamışlardır. Albion çeşidinde her iki yılda da meyve irilikleri üzerine mikroorganizma uygulamalarının önemli bir etkisi bulunmamıştır. Portala çeşidinde ise en iri meyveler mikoriza uygulamalarından elde edilmiştir. Kalite kriterleri incelendiğinde mikoriza uygulamalarının daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, Arbuskular mikorizal mantarlar, PGPR, Organik yetiştiricilik, Yozgat

ABSTRACT

In the trial; Applications of PGPR isolates (*Stenotrophomonas acidaminiphila* RC 251+ *Lysobacterenz enzymogenes* RC 697), and arbuscular mycorrhizal fungi (contain 8 *Glomus* spp.), their effects on yield and quality in organic strawberry cultivation in Yozgat ecology have been investigated. In this study, neutral day strawberry varieties of Albion and Portola had been chosen. In order to determine the effects of some microorganisms on yield and quality in organic strawberry cultivation under high pH soil conditions, yield per plant (g plant⁻¹), fruit weight (g), water soluble solid content (%), titratable acidity (%), C Vitamin (mg 100 g⁻¹) and L, a, b color values had been determined. In the research; all microorganism applications provided higher yields in both varieties compared to the control group. In the Albion variety, no significant effect of microorganism applications on fruit sizes had been found in both years. In the Portala variety, the largest fruits were obtained from mycorrhiza applications. When the quality criteria are examined, it is determined that mycorrhiza applications give better results.

Key Words: Strawberry, Mycorrhiza, PGPR, Organic growing, Yozgat

*Address for Correspondence:

Gülden BALCI

e-mail:

gulden.balci@bozok.edu.tr

Received Date:

29.03.2021

Accepted Date:

02.09.2021

© 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.

Giriş

Türkiye değişik iklim ve toprak özellikleri nedeniyle çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir. 2018 FAO verilerine göre dünyada 372361 ha'lık alanda 8 337 099 ton çilek üretilmiştir (FAO, 2021). Üretimde ilk sırayı Amerika Birleşik Devletleri alırken (1 266 272 t) Meksika (653639 t), Türkiye (440968 t), İspanya (344679 t) gibi ülkelerinde önemli miktarlarda çilek ürettikleri görülmektedir (FAO, 2021). Türkiye'de 2019 yılında toplam 16102 da alanda 440968 t çilek üretimi gerçekleşmiştir. Üretimde ilk sırayı toplam çilek üretiminin % 38.2' lük kısmını karşılayan Mersin (168654 t) alırken, bunu Aydın (67402 t) Antalya (560669 t) ve Bursa (48465t) illeri izlemiştir (TÜİK, 2021).

Klasik tarıma alternatif olarak geliştirilen organik tarım, modern tarımın tüm imkânlarından yararlanarak, doğal kaynakların ve enerjinin optimum kullanımı ile optimum verim alınan bir üretim sistemidir.

Kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin doğa üzerinde yaptığı onarılamaz tahribatlar insanı sağlığını sağlıklı, sürdürülebilir ve daha iyi bir verim ve kalite beklentisini gerçekleştirmeyi zorunlu kılan alternatif arayışlara itmiştir. Bu alternatiflerden birisi de bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPR:Plant growth-promoting rhizobacteria) ile Arbuskular Mikorizal Mantarların (AMF:arbuscular mychoorhizal fungi toprak kökenli, yaşamlarını genelde toprakta geçiren mikroorganizmaların) tarımsal üretimde kullanılmasıdır. Bu mikroorganizmaların, bitkilerin gelişiminin farklı evrelerinde doğrudan ve dolaylı olarak olumlu etkilerle doğal denge içerisinde üretim yapılmasına imkân tanıyabileceklerine dair çok sayıda çalışma yürütülmüştür.

Rizobakterilerin sera ve tarla koşullarında çilekte fide kalitesine ait değerleri olumlu şekilde

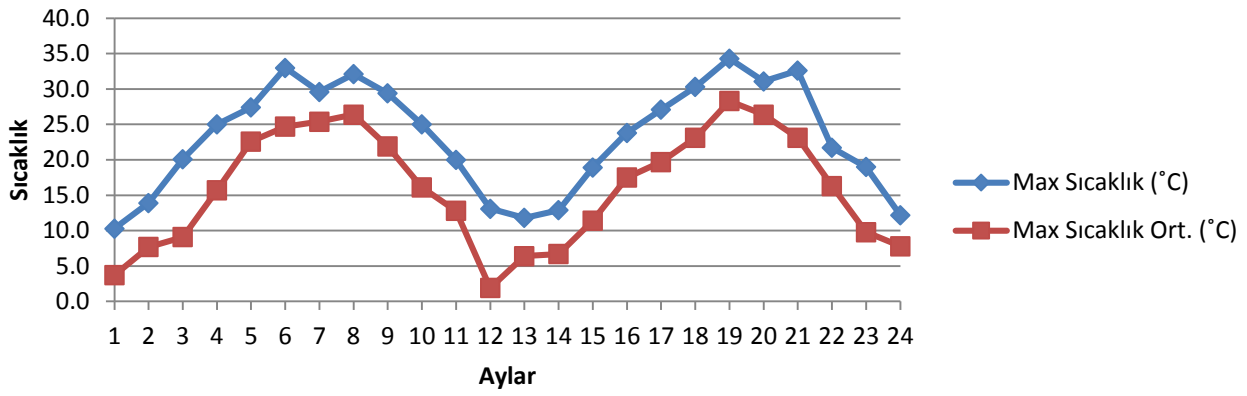
artırılacağı, kümülatif verim ve bitki başına verimi olumlu yönde etkilediği, ayrıca bitki besin içeriğini artırdıkları da saptanmıştır. Arbuskular mikorizal mantar uygulamalarının ise çilekte topraksız koşullarda bitki gelişimi, meyve kalitesi ve özellikle de erkencilik bakımından olumlu etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur (Ertan ve ark., 2007). Ayrıca iki farklı gruptaki bu mikroorganizmanın birlikte kullanımlarının da kullanılan mikroorganizmalara göre değişmekle birlikte bazen daha etkili olabildiği, meyvedeki fenolik maddelerde ciddi artışlar sağlayabileceği (Lingua ve ark., 2013), yapraklardaki klorofil a ve b içeriklerini artırdığı bu artışların da yaprak transpirasyon ve CO₂ içeriklerindeki yükselmeden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Mikiciuk ve ark., 2019).

Yarı kurak alanların yüksek pH'lı topraklarında çilek yetiştiriciliği yapıldığında bazı olumsuzluklarla karşı karşıya kalınmaktadır. Verim kayıpları, bitki gelişiminde yavaşlama ve özellikle Fe alımından kaynaklanan kloroz sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı araştırmada karasal iklim, yüksek pH ve organik madde içeriğince fakir toprak özelliklerine sahip Yozgat koşullarındaki parseller tercih edilmiş ve bazı mikroorganizmaların organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma; Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait deneme parsellerde (1111 m, 39° 35' 07" K ve 35° 09' 35"D), "Albion" ve "Portola" nötr gün çilek çeşitleri kullanılarak açık arazide 2013-2014 yılları arasında yürütülmüştür.

Deneme boyunca sıcaklık verileri kaydedilmiş ve tespit edilen en yüksek sıcaklık ve ortalama sıcaklık Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. 2013-2014 yıllarına ait sıcaklık değerleri
Figure 1. temperature values for years 2013-2014

Uygulanan mikroorganizmalar

Araştırmada kullanılan bakteriler, Rize ve Trabzon yöresindeki 56 farklı agroklimatik lokasyondaki çay rizosferi topraklarından izole edilmiş, MIDI sistem metotlarına göre FAMES analizi ve BIOLOG sistemine göre tanılanmıştır. Uygun metotlarla hazırlanan örneklerde FAMES ekstraktı gaz kromatografisinde (HP 6890 Hewlett Packard, Palo Alto, CA) silika kapılar kolon ile %5 phnylmethyl silikon kullanılarak ayrılmış, parametreler bilgisayar programı ile otomatik olarak belirlenmiştir. Pik tanısı kalibrasyon

standartlarına göre yapılmış (Microbial ID 1200-A) her bir bakteriye ait FAME profil TSBA 40 ve MIS datalarına göre tespit edilmiştir. Bakterilerin fosfat çözme ve azot fiksetme kapasiteleri Çakmakçı ve ark. (2010) tarafından bildirildiği şekliyle tespit edilmiştir. Bu bakteri izolatları fosfat çözme yeteneğine ve azot fiksetme özelliğine sahip olan kombinasyon: *Stenotrophomonas acidaminiphila* RC 251+ *Lysobacterenz. enzymogenes* RC 697 suşlarından oluşmakta ve bu izolatlarla ait laboratuvar test sonuçları aşağıdaki gibidir.

Çizelge 1. Kullanılan izolatlarla ait laboratuvar test sonuçları
Table 1. Laboratory test results of the isolates used

MIS Tanı Sonucu	Oksidaz Test	Katalaz Test	N-free Ortamda Gelişme	Sükroz Test	NBRIP-BPB Ortamda Gelişme	Amilaz Test
<i>Stenotrophomonas acidaminiphila</i>	+	+	Z+	-	+	-
<i>Lysobacterenz. enzymogenes</i>	+	+	Z+	-	+	-

Arbuskular mikorizal mantarlar olarak toz formunda %23 oranında *Glomus intraradices* - %21, *Glomus aggregatum*-%20, *Glomus mosseage*- %20, *Glomus clarum*-% 1, *Glomus monosporus*-%1, *Glomus deserticola*-% 1, *Glomus brasilianum*- %1, *Glomus etunicatum*- %1 ve *Gigaspora margarita*-%1) içeriğine sahip ticari preparat kullanılmıştır (ERS™).

Toprak hazırlığı ve bahçenin kurulması

Denemenin yürütüldüğü bahçenin verimlilikle ilgili toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Toprak hazırlığında dekara 5 ton olacak şekilde yanmış çiftlik gübresi serilmiş ve toprakla karıştırılmıştır. Çilek masuraları üst genişliği 70 cm taban genişliği 100 cm ve yüksekliği 25-30 cm olacak şekilde hazırlanarak siyah polietilen örtü ile

malçlanmıştır.

Bakteri izolatları. Nutrient Broth (NB) besiyerinde 25°C'de 24 saat süreyle geliştirilen taze kültürlerinden distile su ile hazırlanan süspansiyonları son konsantrasyonları 109 hücre/ml olacak şekilde seyreltilmiştir. Her uygulamaya ait çilek fidelerinin kökleri 60 dk süre ile bakteri süspansiyonları içinde bekletilmiştir.

Arbuskular mikorizal mantar olarak kullanılan preparat ise dikim öncesinde 10 litre su içerisine 250 g toz halindeki pakedi karıştırılmış ve bu solüsyona çilek fidelerinin kökleri 30 sn süreyle batırılarak inokulasyon sağlanmıştır. İkinci yıl ise aynı uygulamalar bitkilerin kök rizosferine enjeksiyon metodu ile tekrarlanmıştır. Kontrol grubundaki bitkilere herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü bahçenin verimlilikle ilgili toprak özellikleri
 Table 2. Soil characteristics for fertility of the garden where the trial was conducted

Analizin Adı Name of Analysis	Birimi Unit	Yöntem Method	Sonuç Result	Açıklama Explanation
pH pH		Saturasyon	7.94	Orta derecede alkalın
%Toplam tuz Total salt	%	Saturasyon	0.01	Tuzsuz
Kireç (CaCO ₃) Lime (CaCO ₃)	%	Kalsimetrik	24.5	Fazla kireçli
Organik madde Organic matter	%	Walkey-Black	1.44	Az
Fosfor (P ₂ O ₅) Phosphorus (P ₂ O ₅)	kg/da	Olisen	1.78	Çok az
Potasyum (K ₂ O) Potassium (K ₂ O)	kg/da	A.Asetat-AAS	61.15	Yeterli

Bu çalışma 20.05.2013 tarihinde 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre dikimleri yapılan fidelerle kurulmuştur. Her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde 30x30 cm mesafede çift sıralı üçgen dikim yöntemi ile malçlı seddelere dikim gerçekleştirilmiştir. Dikimden yaklaşık bir aylık süre içerisinde görülen tüm çiçekler kopartılmış daha sonra açan çiçekler kopartılmamıştır. Deneme boyunca bitkiler damlama sulama sistemi ile sulanmıştır.

Değerlendirilen kriterler

Bitki başına verim (g bitki⁻¹): Hasat dönemi boyunca elde edilen meyve ağırlıklarının bitki sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir

Ortalama meyve ağırlığı (g meyve⁻¹)

Hasat dönemi boyunca elde edilen meyve ağırlıklarının toplam meyve sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM %)

Hasat dönemin başında, ortasında ve sonunda alınan meyve örneklerinin meyve sularında digital refraktometre kullanılarak belirlenmiştir.

Titre edilebilir asit (%)

Hasat döneminin başında, ortasında ve sonunda alınan meyve örneklerinin meyve sularında titrasyon asitliği yöntemi ile belirlenmiştir.

C vitamini içeriği (mg 100 g⁻¹)

Balci ve Demirsoy (2008)'e göre spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir.

Meyve rengi

Hasat dönemin başında, ortasında ve sonunda alınan 10 meyvede Konica Minolta CR 400 Renk Ölçer kullanılarak belirlenmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre her tekerrürde 20 bitki, dört uygulama (kontrol, bakteri, mikoriza ve bakteriXmikoriza) olarak toplam 240 bitki ile yürütülmüştür. İstatistikî analizler SPSS 16.0 paket programında değerlendirilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde aynı paket programı kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan Multiple Range Test) uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bitki başına verim (g/bitki)

Denemeye alınan çilek çeşitlerinde farklı mikroroganizma uygulamalarından elde edilen bitki başına verim değerleri Çizelge 3'de' verilmiştir.

Her iki çeşit incelendiğinde iki deneme yılında da bitki başına verim bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Albion çilek çeşidi denemenin ilk yılında en yüksek verim mikorizaXbakteri ve mikoriza uygulamasından (sırasıyla 128.23 g ve 116.16 g bitki⁻¹) tespit edilmiştir. 2014 yılında ise en yüksek verim kontrol uygulamasından (208.63 g bitki⁻¹) elde edilmiştir. En düşük verim ise her iki yılda da

bakteri uygulamasından (sırasıyla 45.63 g ve 82.60 g bitki⁻¹) elde edilmiştir. Portola çilek çeşidi incelendiğinde 2013 yılında en yüksek verimi mikorizaXbakteri (276.72 g bitki⁻¹) ve kontrol (236.65 g bitki⁻¹) gruplarında elde edilmiştir. 2014 yılında bitki başına verim kontrol grubundan elde edilirken (495.97 g bitki⁻¹) diğer uygulamalar aynı istatistiki grupta yer almıştır.

Pehluvan (2007) Erzurum koşullarında 4 farklı bakteri ırkı ile yürüttükleri çilek denemesinde, bakteri uygulamalarının verim kriterleri üzerine olumsuz etki yaptıklarını, bunun yanı sıra Ertan ve ark. (2007) ve Bayozen ve Yıldız (2009) mikoriza kullanımının çilekte verimi arttırdığını bildirmişlerdir. Iğdır koşullarında gübrelerle yapılan çalışmada ise meyve kalite kriterleri açısından (SÇKM, meyve iriliği, meyve verimi, titre edilebilir asit gibi) kullanılan bakterilerin olumlu etkiler yaptığı bildirilmiştir (Ağgün ve ark., 2018). Yozgat koşullarındaki bu çalışmada da, bakteri uygulamalarının verim üzerinde olumsuz etkisi

gözlenirken mikoriza uygulamalarının olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, rizobakteriler ile yapılan birçok çalışmada uygulamaların verim üzerine önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Ertürk ve ark., 2012; Eşitken ve ark., 2010; Güneş ve ark., 2009; Pırlak ve Köse 2009; Pešaković ve ark., 2013; Ağgün ve ark., 2018; Rahman ve ark., 2018, Seema ve ark., 2018). Arbuskular mikorizal mantarlar ile rizobakterilerin birlikte kullanımlarının çilek yetiştiriciliğinde, çeşit ve bakteri izolatları ve mikorizal mantar formlarının birbiriyle olan interaksiyonlarına bağlı olarak farklı etkiler yapabileceği, özellikle mikorizal mantarların hastalık ve zararlıların baskılanmasında daha etkin olduklarını bildiren pek çok çalışma mevcuttur (Gryndler ve ark. 2002; Tahmatsidou ve ark.. 2006, Castellanos-Morales ve ark., 2010, Lingua ve ark., 2013, Bona ve ark., 2015, Ansari ve ark.,2018, Mikiciuk ve ark., 2019).

Çizelge 3. Farklı mikroroganizma uygulamalarının verim değerleri üzerine etkileri

Table 3. Effects of different microorganism applications on yield factors

	Albion			
	2013		2014	
	BBV (g ⁻¹ bitki) Yield (g bitki ⁻¹)	MA (g) Fruit weight (g)	BBV (g/bitki) Yield (g plant ⁻¹)	MA (g) Fruit weight (g)
Bakteri <i>Bacteria</i>	45.63b	10.09 ^{ns}	82.60b	9.34 ^{ns}
Mikoriza <i>Mycorrhiza</i>	116.16a	11.73	105.08ab	9.12
Mik X Bak <i>MycXBac</i>	128.23a	11.51	127.62ab	10.09
Kontrol <i>Control</i>	100.82b	12.44	208.63a	10.34
	Portola			
Bakteri <i>Bacteria</i>	78.3 c	7.02b	186.35b	6.95c
Mikoriza <i>Mycorrhiza</i>	150.35b	13.65a	165.43b	8.38bc
Mik Bak <i>MycXBac</i>	276.72a	11.34a	177.86b	10.02ab
Kontrol <i>Control</i>	236.65a	11.67a	495.97a	11.70a

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir

^{ns}: Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

Meyve ağırlığı (g)

Denemeye alınan çilek çeşitlerinde farklı mikroroganizma uygulamalarından elde edilen bitki başına verim değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Albion çeşidinde uygulamaların meyve

ağırlıkları üzerine etkileri her iki yılda da istatistiksel olarak önemsiz iken, Portola çeşidinde her iki deneme yılında da etkileri istatistiksel olarak önemli olmuştur. Bu çeşitte en küçük meyveler her iki yılda da bakteri uygulamalarından elde

edilirken, diğer uygulamalar aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Farklı çilek çeşitleri üzerinde farklı rizobakteri izolatları ile yapılan bazı çalışmalarda da bakteri uygulamalarının meyve ağırlıkları üzerine bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Pehluvan 2007, Pesakovic ve ark., 2013, Bona ve ark., 2015, Seema ve ark., 2018). Ayrıca meyve ağırlıklarına olan bazı izolatların olumsuz etkisinin, çeşit, ekolojik faktörler ve izolatların özelliklerinden ya da bu faktörler arasındaki interaksiyonlardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Tahmatsidou ve ark., 2006; Castellanos-Morales ve ark., 2010; Çakmakçı ve ark., 2010; Eşitkgen ve ark., 2010; Ertürk ve ark., 2012; Güneş ve ark., 2014).

Kalite kriterleri

Deneme boyunca alınan meyve örneklerinde kalite kriterlerinden SÇKM, titre edilebilir asitlik, C vitamini ve meyve rengi ile ilgili ölçümler

yapılmıştır. Elde edilen değerler Tablo 4'de verilmiştir.

Mikroorganizma uygulamalarının SÇKM üzerine istatistiki olarak önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Albion çilek çeşidinde en yüksek SÇKM mikorizaXbakteri uygulamasından elde edilirken (% 9.43) en düşük kontrol grubundan elde edilmiştir (%5.90). Portola çilek çeşidinde ise %7.73 ile en yüksek SÇKM değeri mikoriza ve mikorizaXbakteri uygulamalarında belirlenirken en düşük değer % 6.07 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. SÇKM değerleri her iki çilek çeşidinde mikorizaXbakteri uygulamalarında en yüksek değere ulaşmıştır. Farklı çilek çeşitleri ve bakteri ırkları ile yapılan birçok çalışmada, uygulamaların bakteri ırkına ve çeşitlere bağlı olarak az ya da çok SÇKM düzeyini etkilediğine dair bir çok sonuç rapor edilmiştir (Eşitkgen ve ark., 2010; Ertürk ve ark., 2012; Pesakovic, 2013; İpek ve ark., 2014; Seema ve ark., 2018).

Çizelge. 4. Farklı mikroorganizma uygulamalarının kalite değerleri üzerine etkileri

Table 4. Effects of different microorganism applications on quality parameters

	SÇKM TSS	Asitlik Titrable acidity	Albion			
			C Vit Vitamin C	Meyve rengi Fruit Colour		
				L	a	b
Kontrol Control	5.90c	0.071c	24.95	28.62b	36.65	16.82bc
Bakteri Bacteria	8.07b	0.86b	25.32 ^{ns}	32.03a	40.38 ^{ns}	20.98a
Mikoriza Mycorrhiza	8.87ab	0.88b	27.11	29.66b	36.95	16.00c
Mik X Bak MycXBac	9.43a	1.06a	26.57	29.55b	38.79	19.80ab
Portola						
Kontrol Control	6.07c	0.66b	19.19b	32.04	39.86b	21.32b
Bakteri Bacteria	6.77b	0.73a	24.68a	33.51 ^{ns}	42.96ab	24.03ab
Mikoriza Mycorrhiza	7.73a	0.73a	18.00ab	31.97	40.70b	22.57ab
Mik X Bak MycXBac	7.73a	0.75a	24.20a	34.53	44.72a	25.85a

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

^{ns}: Ortalamalar arasındaki fark 0.05 seviyesinde önemli değildir.

Farklı mikroorganizma uygulamalarının çilek çeşitlerinin titre edilebilir asitlik (%), C vitamini (mg 100 g⁻¹) ve meyve renk durumları ile ilgili değerler Çizelge 4'de verilmiştir. Denememizde % asitlik üzerine mikroorganizma uygulamalarının istatistiki olarak önemli etkileri olduğu

belirlenmiştir. Her iki çilek çeşidinde en düşük % asitlik değeri kontrol grubundan elde edilirken en yüksek asitlik değeri mikorizaXbakteri uygulamasından elde edilmiştir.

Albino çilek çeşidinin C vitamini içeriği üzerine önemli etkisi olmazken Portola çilek çeşidinde

mikroorganizma uygulamalarının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Portola çeşidinde en yüksek C vitamini içeriği bakteri ve mikorizaXbakteri uygulamalarında tespit edilirken (sırasıyla 24.68 ve 24.20 mg 100 g⁻¹) en düşük içerik kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Eşitken ve ark. (2010) çeşitli bakteri ırkları ile Fern çilek çeşidinde yürüttükleri çalışmada, bakteri ırklarının çilekte C vitamini içeriği üzerine etkilerini incelemişlerdir. En yüksek C vitamini içeriğini OSU-142 bakteri ırkının uygulandığı parsellerden elde etmişlerdir (69.25mg 100 g⁻¹).

Mikroorganizma uygulamalarının meyve renklenmesi üzerine etkileri çeşitlere göre değişim göstermiştir. Nitekim Albion çilek çeşidinde mikroorganizma uygulamalarının L ve b değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken a değeri üzerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu çeşitte en yüksek L değeri bakteri uygulamasından elde edilmiş (32.03), diğer uygulamaların hepsi aynı istatistiksel grup içerisinde yer almıştır. Bununla birlikte sayısal olarak en düşük değer kontrol grubunda belirlenmiştir (27.98). b değerine bakıldığında en yüksek değer 20.98 ile bakteri grubunda belirlenirken en düşük değer 16.00 ile mikoriza grubunda saptanmıştır. Portola çeşidinde ise, L değeri önemsiz olurken a ve b değerleri önemli bulunmuştur. Bu çeşitte, yüksek a ve b değeri mikorizaXbakteri uygulamasından (sırasıyla 44.72 ve 25.85), en düşük değerler kontrol grubundan (sırasıyla 39.86 ve 21.32) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Bilindiği gibi, renk ölçümlerinde kullanılan sistematiğe göre, parlaklık azaldıkça L değeri düşer, artıkça da L değeri de artar. Bir meyvede rengin yoğunluğunu a değeri ifade eder. Kırmızı renk yoğunluğu a değerinin azalmasına paralel olarak düşer; a değeri artınca kırmızı renk yoğunluğu da artar. Ayrıca b değeri negatif ise sarı, pozitif bir değer ise yeşil yoğunluğunu verir (Francis. 1980). Young ve ark. (1993) a değerinin meyve olgunluğunu gösterdiğini ve meyvenin fizyolojik yaşının ölçülmesini sağladığını bildirmişlerdir. Bu veriler paralelinde çalışmada

bakteri uygulamalarında daha parlak meyveler elde edildiği tespit edilmiştir. Meyve renklenmesindeki olumlu yöndeki bu eğilimin, daha dengeli beslenmeye bağlı olarak, büyüme ve gelişmeyi sağlayan tüm metabolik faaliyetlerin ve bileşenlerin optimum seviyelerde gerçekleştiği düşüncesi bir çok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Güneş ve ark., 2009; Ertürk ve ark., 2012; Lingua ve ark., 2013; İpek ve ark., 2014; Ağgün ve ark., 2018; Ansari ve ark., 2018; Mikiciuk ve ark., 2019).

Sonuç

Bazı rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının Yozgat koşullarında yapılan organik çilek yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada, bakteri ve mikoriza uygulamalarının verim unsurlarının üzerine (toplam verim, bitki başın verim ve meyve ağırlığı) etkileri incelenmiştir. Albion çilek çeşidinde denemenin ilk yılında en yüksek verim mikoriza ve mikorizaxbakteri uygulamasından elde edilirken denemenin ikinci yılında bitki başına verim, uygulamalar arasında önemsiz bulunmuştur. Portola çilek çeşidinde ise her iki uygulama yılında da kontrol uygulamasından en yüksek verim elde edilmiştir. Denemede kalite kriterleri incelendiğinde bakteri ve mikoriza uygulamalarının incelenen özelliklerde kontrole göre daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Ayrıca yüksek pH ya sahip ve organik madde bakımından fakir topraklarda mikroorganizma uygulamalarının verimi ve kaliteyi artırıcı yönde olumlu etkileri birçok koşulda belirlenmiştir, Yozgat gibi, geç turfanda çilek yetiştiriciliği için önemli bir avantaja sahip olan lokasyonda, alkali topraklarda çilek yetiştiriciliğini verimli kılacak farklı mikroorganizmaların kullanılabileceği bu çalışma ile ispatlanmıştır.

Rizobakterilerin ve mikorizal mantarların kombine kullanımı çeşitli çalışmalarda farklı değerlerle sonuçlanmıştır (Jaizme-Vega ve ark., 2005, Nadeem et al, 2014; Baum et al, 2015; Owen et al, 2015; Colla et al, 2015). Mikrobiyal

aşılaiıcıların sinerjik / antagonistik etkileri, kullanılan mikrobiyal suşların doğası ve uyumluluğunun yanı sıra bakteri / mantarlar ve bitki türleri arasında meydana gelen etkileşimlere atfedilmiştir. Bu nedenle, bu biyo aşılaiıcıların performansını hangi faktörlerin sınırlandırdığını anlamak, çilek bitkisi için en iyi kombinasyonları belirlemek, organik yetiştiricilikte verimliliği artırmak için çok yararlı olacaktır

Ekler

Bu çalışma (2013 ZF/A43 kodu ile) Yozgat Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Çıkar çatışması

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

Yazar Katkısı

Güliden BALCI ve Aysen KOÇ çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuştur. Güliden BALCI, Aysen KOÇ, Yaşar ERTÜRK, Hakan Keles, Nalan BAKOĞLU ve Tuğba KILIÇ çalışmayı yürütmüş. Güliden BALCI verileri analiz etmiş. Güliden BALCI ve YAŞAR ERTÜRK makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Ağgün, Z., Geçer, M., Aslantaş, R., (2018). Bazı çilek çeşitlerinde kök bakterisi uygulamalarının meyve verimi ve verim özellikleri üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4 (1), 20-25. DOI: 10.24180/ijaws.418253
- Ansari M.H., Hashemabadi D., Mahdavi M. & Kaviani B., (2018). The role of *Pseudomonas* strains and arbuscular mycorrhiza fungi as organic phosphate-solubilizing in the yield and quality improvement of strawberry (*Fragaria x ananassa* duch., cv. Selva) fruit. ACTA Scientiarum Polonorum 17:93–107. DOI: <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.4.9>
- Aslantas, R., Karakurt, H., Kose, M., Ozkan G. & Cakmakci R. (2009). Influences of some bacteria strains on runner plant production on strawberry. Proc III. National Berry Fruit Symposium 50–58.
- Balci, G., & Demirsoy, H., (2008). Effect of organic and conventional growing systems with different mulching on yield and fruit quality in strawberry cvs. Sweet Charlie and Camarosa. Biological Agriculture & Horticulture, 26:2, 121-129. DOI: <https://doi.org/10.1080/01448765.2008.9755075>

- Bayozen, & A., Yildiz, A., (2007). Determination of Mycorrhizae Interactions and Pathogenicity of Rhizoctonia solani Kühn Isolated from Strawberry and *Xanthium strumarium*. Turkish journal of biology. 33 (2009) 53-57. DOI: 10.3906/biy-0801-15
- Baum, C., El-Tohamy, W., Gruda, N., 2015. Increasing the productivity and product quality of vegetable crops using arbuscular mycorrhizal fungi: a review. Sci.Hortic. 187, 131–141.
- Bona E., Lingua G., Manassero P., Cantamessa S., Marsano F., Todeschini V., Copetta A., D'Agostino G., Massa N., Avidano L., Gamalero E., Berta G., (2015). AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. Mycorrhiza 25:181–193. <https://doi.org/10.1007/s00572-014-0599-y>
- Borkowska B., (2002). Growth and photosynthetic activity of micro propagated strawberry plants inoculated with endomycorrhizal fungi (AMF) and growing under drought stress. Acta Physiol Plant 24:365–370. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11738-002-0031-7.pdf>
- Boyer L.R., Brain P., Xu X-M. & Jeffries P., (2015). Inoculation of drought stressed strawberry with a mixed inoculum of two arbuscular mycorrhizal fungi: effects on population dynamics of fungal species in roots and consequential plant tolerance to water deficiency. Mycorrhiza 25(3):215–227. DOI: 10.1007/s00572-014-0603-6.
- Bull, C. T. J., Muramoto, S. T., Koike, J. L., Shennan, C. & Goldman, P., (2005). Strawberry cultivars and mycorrhizal inoculants evaluated in California organic production fields. Crop Management 4. DOI: 10.1094/CM-2005-0527-02-RS.
- Cakmakci, R., Donmez, M.F., Erturk, Y., Erat, M., Haznedar, A., Sekban, R., (2010). Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. Plant and Soil, 332:299-318. DOI: DOI 10.1007/s11104-010-0295-4
- Castellanos-Morales V., Villegas J., Wendelin S., Vierheilg H., Eder R. & Cárdenas-Navarro R., (2010). Root colonisation by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* alters the quality of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* Duch.) at different nitrogen levels. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90:1774–1782. DOI: 10.1002/jsfa.3998.
- Cekic, C. & Yilmaz, E., (2011). Effect of arbuscular mycorrhiza and different doses of phosphor on vegetative and generative components of strawberries applied with different phosphor doses in soilless. African Journal of Agricultural Research 6(20):4736-4739. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJAR>.
- Colla, G., Roupael, Y., Di Mattia, E., El-Nakhel, C. & Cardarelli, M., (2015). Co-inoculation of *Glomus intraradices* and *Trichoderma atroviride* acts as abiostimulant to promote growth, yield and nutrient uptake of vegetable crops. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95, 1706–1715. DOI: 10.1002/jsfa.6875.
- Derkowska E., Sas-Paszt L., Harbuzov A. & Sumorok B., (2015). Root growth, mycorrhizal frequency and soil

- microorganisms in strawberry as affected by biopreparations. *Advances in Microbiology*, 5:65–73. DOI: 10.4236/aim.2015.51007.
- Ertan, E., Kılınc, S., Yıldız, A., & Şirin, U., (2007). Topraksız ortamda çilek yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamasının bitki gelişimine ve verimine etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum, 723-728.
- Erturk, Y., Ercisli, S., & Cakmakci, R., (2012). Yield and growth response of strawberry to plant growth-promoting rhizobacteria inoculation. *Journal of Plant Nutrition*, 35:817–826. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.663437>.
- Erzurumlu, G.S., & Kara E.E., (2014). Mikoriza Konusunda Türkiye’de Yapılan Çalışmalar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7 (2): 55-65. E-ISSN: 2146-0132.
- Esitken, A., Yıldız, H.E., Ercisli, S., Donmez, M. F., Turan ,M., & Gunes, A., (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62–66. DOI:10.1016/j.scienta.2009.12.012.
- FAO., 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> erişim tarihi, 25.02.2020.
- Glick, B.R., (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41:109–117. DOI: doi.org/10.6064/2012/963401.
- Gryndler, M., Vosátka, M., Hršelová, H., Catská, V., Chvátalová, I., & Jansa, J., (2002). Effect of dual inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria on growth and mineral nutrition of strawberry. *Journal of plant nutrition*, 25(6), 1341–1358. DOI: <https://doi.org/10.1081/PLN-120004393>.
- Gunes, A., Ataoglu, N., Turan, M., Esitken, A., & Ketterings, Q.M., (2009). Effects of phosphate-solubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. *Journal of Plant nutrition and soil science*, 172(3):385–392. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.200800121>.
- Jaizme-Vega M del C., Rodriguez-Romero A.S. & Nunez L.A.B., (2005). Effect of the combined inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria on papaya (*Carica papaya* L.) infected with the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Fruits*, 61 (3):151-162. DOI: 10.1051/fruits:2006013.
- Ipek, M., Pirlak, L., Esitken, A., Donmez, M. F., Turan, M., & Sahin, F., (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria (pgpr) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. *Journal of plant nutrition*, 37:990–1001. DOI: 10.1080/01904167.2014.881857.
- Ligua, G., Bona E., Manassero P., Marsano F., Todeschini V., Cantamessa S., Copetta A., D’Agostino G., Gameero E., Berta G., 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting *Pseudomonas* increases anthocyanin concentration in strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* var Selva) in conditions of reduced fertilization. *Int. J. Mol. Sci* 14:16207-16225. DOI:10.3390/ijms140816207.
- Moradtalab N., Hajiboland R., Aliasgharzad N., Hartmann T.E. & Neumann G., (2019). Silicon and the association with an arbuscular-mycorrhizal fungus (*Rhizophagus clarus*) mitigate the adverse effects of drought stress on strawberry. *Agronomy* 9(1):41. DOI:<https://doi.org/10.3390/agronomy9010041>
- Nadeem, S.M., Ahmad, M., Zahir, Z.A., Javaid, A. & Ashraf, M., (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 32, 429–448. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.12.005>.
- Owen, D., Williams, A.P., Griffith, G.W. & Withers, P.J.A., (2015). Use of commercial albio-inoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. *Applied Soil Ecology*, 86, 41–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.09.012>
- Pehlivan, M., (2007). Farklı dozlarda sıvı humik asit uygulamaları ile bakteri (*Bacillus* OSU-142) uygulamalarının Fern çilek çeşidinde verim, verim unsurları, bitki gelişimi, meyve kalitesi ile bitki besin elementi içerikleri üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 128, Erzurum.
- Pešaković M., Karaklajić-Stajić Ž., Milenković S. & Mitrović O., (2013). Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) and soil micro-organisms. *Scientia Horticulturae*, 150:238–243. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.11.016>
- Pirlak, L., & Köse, M., (2009). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on yield and some fruit properties of strawberry. *Journal of plant nutrition*, 32(7): 1173–1184. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904160902943197>.
- Rahman M., Sabir A.A., Mukta J.A., Khan M.d M.A., Mohi-Ud-Din M, Miah G., Rahman M. & Islam M.T., (2018). Plant probiotic bacteria *Bacillus* and *Paraburkholderia* improve growth, yield and content of antioxidants in strawberry fruit. *Scientific Reports*, 8(1):2504. DOI:<https://doi.org/10.1038/s41598-018-20235-1>.
- Seema K., Mehta K. & Singh N., (2018). Studies on the effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on growth, physiological parameters, yield and fruit of strawberry cv. Chandler. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2):383–387. <https://www.researchgate.net/publication/324105736>.
- TÜİK, 2021. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi 25.02.2020.



Halfeti Gülü (*Rosa odorata* 'Louis XIV') ve farklı gül taksonlarının bazı pomolojik ve fizyolojik özellikleri

Some pomological and physiological characteristics of Halfeti Rose (Rosa odorata 'Louis XIV') and different rose taxa

İbrahim Halil HATİPOĞLU^{1*}, Bekir Erol AK²

¹Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0002-7236-4976>; ²<https://orcid.org/0000-0001-6938-942X>

To cite this article:

Hatipoğlu, İ. & Ak, B. (2021). Halfeti Gülü (*Rosa odorata* 'Louis XIV') ve farklı gül taksonlarının bazı pomolojik ve fizyolojik özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 457-468.

DOI: 10.29050/harranziraat.980733

*Address for Correspondence:

İbrahim Halil HATİPOĞLU

e-mail:

ibrahimhatipoglu@gmail.com

Received Date:

09.08.2021

Accepted Date:

18.11.2021

© 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 çalışmada, Halfeti Gülü ile bazı yabani, eski bahçe gülü ve modern güllerin (*R. hemisphaerica* J.Herrmann, *R. chinensis* Jacquin 'Old Blush', *R. canina* L. 'Yıldız', *R. pisiformis* (Christ) D.Sosn., *R. foetida* J.Herrmann., *R. heckeliana* Tratt., *R. damascena* Miller ve *R. alba* L.) bazı pomolojik ve fizyolojik özelliklerinin ortaya çıkarılarak karşılaştırılması amaçlanmıştır. Halfeti Gülü'nün genelde kesme çiçekçilik veya kuru gül amacı ile kullanılması sebebi ile meyve oluşmadan çiçekleri hasat edilmekte ve pomolojik (meyve) özellikleri ile ilgili bir veri bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında hem Halfeti Gülü meyveleri ile ülkemizde yaygın olarak Van ve Tokat bölgelerinde yayılış gösteren kuşburnu meyveleri ile karşılaştırılmış hem de 9 farklı gül taksonunun yaprak oransal su kapsamı, stoma yoğunluğu ve klorofil içeriği gibi fizyolojik verileri ortaya konulmuştur. Halfeti Gülü'nün yaprak oransal su kapsamı oranının düşük bulunması (40.30%) dikkat çekicidir. Halfeti Gülü'nün sadece belli bir lokasyonda 'koyu siyah' taç yaprak rengi alması yaprak oransal su kapsamı, stoma yoğunluğu ve klorofil içeriği gibi değerler ve abiyotik stres koşulları ile ilişkilendirilebilmekte, bu verilerin bilinmesinin peyzaj planlama ve tasarım çalışmalarında sürdürülebilir ve planlı bir bitki kullanımına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Halfeti Gülü, Gül, Kuşburnu, Pomoloji, Fizyoloji

ABSTRACT

In this study, Halfeti Rose and some wild, old garden roses and modern roses (*R. hemisphaerica* J.Herrmann, *R. chinensis* Jacquin 'Old Blush', *R. canina* L. 'Yıldız', *R. pisiformis* (Christ) D.Sosn., *R. foetida* J.Herrmann., *R. heckeliana* Tratt., *R. damascena* Miller, and *R. alba* L.) some pomological and physiological characteristics were revealed and compared. Since Halfeti Rose is generally used for cut floriculture or dried roses, its flowers are harvested before fruit is formed and there is no data on its pomological (fruit) properties. Within the scope of this study, both Halfeti Rose fruits and rosehip fruits widely distributed in Van and Tokat regions in our country were compared and physiological data such as leaf proportional water content, stomatal density and chlorophyll content of 9 different rose taxa were revealed. It is noteworthy that the leaf proportional water content rate of Halfeti Rose is low (40.30%). The 'dark black' petal color of Halfeti Rose only in a certain location can be associated with values such as leaf proportional water content, stomatal density and chlorophyll content and abiotic stress conditions. is thought to provide.

Key Words: Halfeti Rose, Rose, Rosehips, Pomology, Physiology

Giriş

Türkiye, gül (*Rosa L.*) cinsi için önemli bir gen merkezidir. Dünya üzerinde yayılış gösteren ve 0 ile 3000 metre gibi geniş bir yükselti aralığında yayılış gösteren güllerin yaklaşık %25'i Türkiye'ye özgüdür. Anadolu'da çok sayıda yabancı gül türü bulunmakta olup sistematik açıdan sınıflandırma zorluğu ortadadır. Poliploidi ve hibritleşme gibi nedenler ile doğal gül taksonu için kesin bir sayı verilememektedir. *R. gallica*, *R. damascena* ve *R. alba* gibi bazı gül türlerinin çiçekleri Anadolu'da uzun süredir gül yağı ve gül suyu üretiminde kullanılmaktadır. Diğer bazı türlerin meyveleri (kuşburnu) ekonomik değere sahiptir ve tıbbi amaçlar için de kullanılmaktadır (Ercisli, 2005; Korkmaz ve Özçelik, 2015).

Parklarda, bahçelerde veya saksılarda her yıl milyonlarca gül yetiştirilirken, aynı zamanda ticari amaçlarla da sayısız kesme gül kullanılmaktadır. Tüketici tercihi ön planda tutularak her yıl yüzlerce çeşit gül piyasaya arz edilmektedir. Kesme güllerde yeni bir çeşit ıslah etmek 4-6 yıl, peyzaj güllerinde ise 8-10 yıl sürmektedir (Karagüzel ve ark., 2014).

Türkiye meyvecilik konusunda köklü bir kültüre sahip olmasına rağmen kuşburnu konusunda standart çeşitler üzerindeki çalışmalar 2000'li yıllarda başlamıştır. Gül/kuşburnu meyvesi yetiştiriciliğinde çeşit veya tipleri belirsiz bitkilerden meyve elde edilmesi belli bir standardın sağlanmasını engellemektedir. Bu bağlamda ıslah çalışmaları açısından da önemli olan bu türlerin meyveciliğe kazandırılması gerekmektedir. Gül çeşitlerinde tüketicilerin talepleri, ticari değerlendirilme şekilleri (gıda – ilaç sanayi vb.), yetiştiricilik yapılan yörenin ekolojik uygunluğu gibi birçok etkene bağlı olarak oldukça geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Özellikle kırmızı meyvelerin yüksek miktarda biyoaktif bileşik kaynakları olarak belirlenmiştir (Özden ve ark., 2017). Sanayiye uygun kuşburnu çeşidinin geliştirilmesinde iri ve meyve eti oranı yüksek çeşitler tercih edilmektedir (Çelik ve ark., 2009). Türkiye'de 'Yıldız' (Anonim, 2012) ve 'Gerçekçiöğlü' (Anonim, 2015; Gerçekçiöğlü ve Öz

Atasever, 2017) gibi kuşburnu çeşitlerinin tescil edildiği bilinmektedir (Kınık ve Çelikel, 2020).

R. odorata bitkisi son zamanlarda reçel, gül suyu gibi evsel ihtiyaçların üretiminde kullanılmaktadır. Yediveren çeşitleri ve fındık güllerinin önemli bir kısmı bu taksona ait olup, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Suriye'nin kuzeyinde birçok genotipi bulunmaktadır. Eski bahçe gülü olarak adlandırılabilir bu genotipler genelde gül suyu üretimi ve kuru gül amacı ile yetiştirilmektedir (Özçelik, 2013). *R. odorata* 'Louis XIV' çeşidi, Halfeti gülü olarak bilinen, çiçekleri büyük, genelde tekli, taç yaprakların ortasında beyaz çizgi bulunan, tomurcuk halinde koyu, çiçekler açıldıktan sonra sıcaklığın etkisi ile antosiyanin pigmentinin azalması ile rengi bordoya dönen hoş kokulu bir peyzaj gülüdür (Baytop, 2001; Özden, 2013; Özçelik, 2018; Özçelik ve Koca, 2021).

Bilinen genel kanının aksine *R. odorata* endemik bir tür değildir. Fakat bu türün kültivarı olan Halfeti Gülü, Şanlıurfa ili Halfeti ilçesinin ekolojik koşullarında en koyu rengi alması nedeni ile bu il ve ilçe ile özdeşleşmiştir. Yetiştirildiği ekolojik koşullarda yaz mevsiminde kırmızı iken geç sonbaharda çiçek renginin siyaha yakın koyu kırmızıya dönüştüğü belirtilmiştir (Özden, 2013).

Coğrafi işaretler, açıkça belli bir niteliği veya diğer özellikleri itibarıyla kökeninin bulunduğu lokasyon ile özdeşleşmiş bir ürünü gösteren işaretlerdir (Şahin ve Meral, 2012). Bu bağlamda; söz konusu tanıma uyduğu belirtilen Halfeti Gülü, kırsal turizme, kırsal nüfusun farklı iş alanlarına yönelmesine katkı sağlaması amacı ile 2021 yılında coğrafi işaret almıştır (Anonim, 2021). Ayrıca gelişmiş ülkeler, 1990'lı yılların başından bu yana birçok çiçek türünün üretim alanını mali sebepler ile uygun iklim koşullarının olduğu ülkelere kaydırmaya başlamış, bu ülkelere üretim materyali (çelik vb.) alma yolunu tercih etmişlerdir (Kazaz ve ark., 2015).

Halfeti Gülü'nün taç yaprakları genelde kurutularak değerlendirildiği için meyve oluşmadan çiçekleri hasat edilmektedir. Ayrıca bu tür üzerinde pomolojik çalışmalar yapılmadığı için söz konusu türün meyve özellikleri ile ilgili bir bilgi

bulunmamaktadır.

2021 yılında Türkiye’de meydana gelen yangınlarda birçok alanda bitki kayıpları yaşanmıştır. Bu alanların bitkilendirilmesinde de güller önemlidir. Bu alanlarda ekolojik koşullara adapte olmuş gül türleri önemli bir bitkisel materyal olarak değerlendirilebilir. Bazıları ise meyveleri ve çiçekleri ile ilaç ve gıda sanayisinde kullanılabilir. Bu bağlamda; bazı yaprak parametrelerinin ve meyve özelliklerinin belirlenmesinin gülün ekonomik değerini ortaya koyacağı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında, Halfeti Gülü meyveleri ile ülkemizde Van ve Tokat yörelerinde yaygın olarak yayılış gösteren lokasyonlardan alınan kuşburnu meyvelerinin karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmada aynı zamanda söz konusu 8 takson çelik ile çoğaltılmış ve aynı ekolojik koşullarda yetiştirilerek fizyolojik özellikleri karşılaştırılmış, bu taksonların ekolojik koşullara adapte olmasında irdelenecek parametreleri belirlemek ve meyve özelliklerini karakterize etmek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın bitkisel materyallerini *R. odorata* ‘Louis XIV’ (Halfeti Gülü) bitkisi ile *R. hemisphaerica* (Çardak Gülü), *R. chinensis* ‘Old Blush’, *R. canina* ‘Yıldız’, *R. pisiformis* (Hoşap Gülü), *R. foetida* (Sarıgül), *R. heckeliana* (Şurubi Gül), *R. damascena* (Yağ gülü, Isparta Gülü) ve *R. alba* (Beyazgül) taksonları oluşturmaktadır. Şanlıurfa koşullarında yetişen güllerin meyvelerinin parametrelerinin (meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, çekirdek sayısı, meyve et ağırlığı, meyve rengi) belirlenmesi için söz konusu taksonların meyve türlerinin iyi yetiştiği lokasyonlardan (Tokat, Van) kuşburnu örnekleri alınmıştır. Bitkisel materyaller; Halfeti Belediyesi Karagül Teşhir Serası’ndan (*R. odorata* ‘Louis XIV’), Harran Üniversitesi Arboretumu AR-GE Serası’ndan (*R. chinensis* ‘Old Blush’), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Araştırma Alanlarından (*R. hemisphaerica*, *R. pisiformis*, *R. foetida*, *R.*

heckeliana, *R. alba*, *R. damascena*) ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Alanlarında bulunan koleksiyon parselinden (*R. canina* ‘Yıldız’) temin edilmiştir. Türlerin ve alt türlerin bilimsel adlarının (kısaltmalar (otörler) da dahil olmak üzere standart biçimiyle) yazımı için Brummitt ve Powell (1992) literatürü baz alınmıştır.

Yaprak özelliklerinin belirlenmesi amacı ile söz konusu bitkilerden 2019 yılında alınan çelikler Mart ayında Harran Üniversitesi Arboretumu AR-GE serasında hacimsel olarak 1:1 torf ve toprak karışımı bulunan kasalara dikilmiştir. Dikim için yeterli kök yapısına ulaşan çelikler torf ve çiftlik gübresi (1:1) bulunan 5 litrelik saksılara şaşırtılmış ve sera koşullarında günde 3 defa sisleme (mist) yöntemi ile sulanmıştır. 2021 yılı itibari ile bu bitkilerde bazı yaprak özelliklerinin [yaprakta klorofil miktarı (SPAD), yaş ağırlık, kuru ağırlık, yaprak oransal su kapsamı ve yaprakta stoma yoğunluğu] belirlenmesi için ölçümler yapılmıştır.

3 ayrı lokasyondan hasatları yapılan ve laboratuvara getirilen meyve örneklerinden her taksona ait 10’ar adet meyve seçilerek bir meyve ağırlıkları (g) ve meyve eti ağırlıkları (g) 0.001 g duyarlılıkla tartım yapan hassas terazide tek tek tartılmış ve değerler kaydedilmiş, meyve en ve boy ölçümleri, 0.01 mm duyarlılıkla ölçüm yapan dijital kumpas kullanılarak yapılmış, meyvede çekirdek sayıları ise adet olarak belirlenmiştir.

Yapraklardaki klorofil miktarları sürgün ucundan geriye doğru 2. veya 4. yaprakçık üzerinden SPAD-502 Plus (Konica Minolta Optics, Inc. Tokyo/Japan) cihazı ile ölçülerek SPAD değeri belirlenmiştir (Khan ve ark., 2004).

Yaprak yaş/kuru ve turgor ağırlıkları her taksonun bulunduğu saksılardan alınan yaprak örnekleri ile belirlenmiştir. Yaş ağırlıklar (YA) 3 tekerrürde belirlendikten sonra yaprak örnekleri 24 saat 100 ml saf su içeren petri kaplarında bekletilmiş ve turgor ağırlıkları (TA) tespit edilmiştir. Daha sonra yaprakların kuru ağırlığının (KA) belirlenmesi için yapraklar 48 saat 65°C’de bekletilmiştir.

Bu veriler ışığında yaprak oransal su kapsamı (YOSK) [(YA-KA)/(TA-KA) x 100] formülü ile

hesaplanmıştır (Sanchez ve ark., 2004; Doğan, 2018). Stoma yoğunluğunun belirlenmesinde Tırnak Cilası Yöntemi kullanılmıştır (Elçi, 1994; Odabaşoğlu, 2020). Yapraklarda belirlenmiş noktalara tırnak cilası, ince bir kat halinde sürülmüş ve 15-20 dk kuruması beklenmiştir. Her kalıpta 3 farklı görüş alanı incelenmiş olup görüş alanında tespit edilen stomaların sayısı; 1 mm² alana uyarlanarak belirlenmiş, sayımlar MShot-1.3.10. bilgisayar programında yapılmıştır.

Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD (%5) testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bitkisel materyal olarak kullanılan taksonların bilimsel, Türkçe, yöresel adları, çiçek renkleri, taç yaprak durumları ve çiçeklenme zamanları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bitkisel materyalin genel özellikleri

Table 1. General characteristics of plant material

Bilimsel Adı <i>Scientific Name</i>	Türkçe Adı <i>Turkish Name</i>	Lokal Adı <i>Local Name</i>	Çiçek Rengi <i>Flower Color</i>	Çiçek Tipi <i>Flower Type</i>	Çiçeklenme Zamanı <i>Flowering Time</i>
<i>R. alba</i>	Beyazgül	Beyazgül, Kızanlık Gül, Sakız Gülü, Tiryandafil (Özçelik ve Koca,2021)	Beyaz	Yarı Katmerli	Haziran-Temmuz
<i>R. canina</i>	Kuşburnu	'yabangülü', 'şilan', 'deligül', 'gülburnu', 'gülelması', 'itburnu' (Işık ve Kocamaz, 1992; Baytop, 1999; Güneş ve Şen, 2001; Özçelik, 2010; Orhan ve Hartevioğlu, 2013; Özçelik, 2013; Özçelik ve Koca, 2021)	Açık Pembe	Yalınkat	Mayıs-Haziran
<i>R. heckeliana</i> subsp. <i>vanheurckiana</i>	Şurubi Gül	Şuribi (Alp, 2007)	Pembe	Yalınkat	Mayıs-Haziran
<i>R. hemisphaerica</i>	Çardak Gülü	Sarı Gül (Alp, 2007)	Sarı	Yalınkat	Mayıs-Haziran
<i>R. odorata</i> 'Louis XIV'	Halfeti Gülü	Halfeti Gülü (Anonim, 2021)	Bordo	Yarı katmerli	Mayıs-Temmuz
<i>R. pisiformis</i>	Hoşap Gülü	Hoşap Gülü (Alp, 2007), Nazarlık Gül (Özçelik ve Koca, 2021)	Koyu Pembe	Yalınkat	Mayıs-Haziran
<i>R. damascena</i>	Reçellik Gül	Yağ Gülü (Alp, 2007), Isparta Gülü, Kazanlık Gül, Misk Gülü (Özçelik ve Koca, 2021)	Açık Kırmızı	Katmerli	Haziran-Temmuz
<i>R. chinensis</i> 'Old Blush'	Old Blush	Çin Pembesi, Bengal Gülü	Açık Pembe	Yarı Katmerli	Mayıs-Haziran
<i>R. foetida</i>	Sarı Gül	Van Sarı Gülü (Alp, 2007), Çalı Gülü, Şilan, Kanarya Gülü (Özçelik ve Koca, 2021)	Sarı	Katmerli	Haziran-Temmuz










Pomolojik analiz verileri (meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, çekirdek sayısı, meyve et ağırlığı ve meyve görüntüleri) Çizelge 2'de verilmiştir.

Pomolojik analizlerde, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, çekirdek sayısı ve meyve et ağırlığı ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Meyve ağırlığı bakımından; *R. alba* ortalama 3.25 g ile en ağır, *R. pisiformis* 0.13 g ile en hafif meyvelere sahip iken, Halfeti Gülü ortalama 1.00 g değeri ile 6.sırada yer almıştır.

Meyve eti ağırlığında da benzer bulgulara rastlanmıştır.

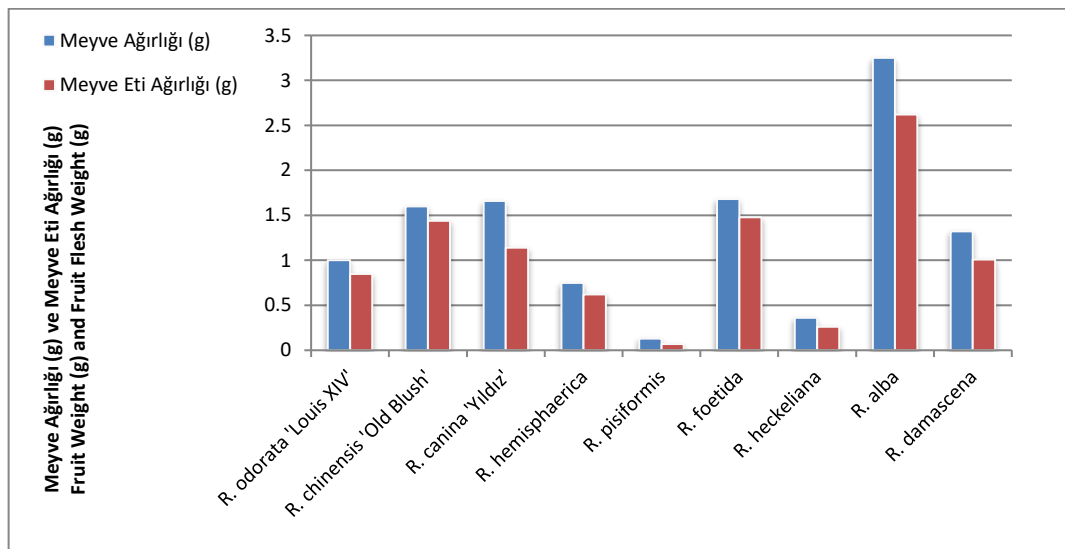
Meyve boyu bakımından en uzun meyve *R. alba* (22.48 mm), en kısa meyve *R. pisiformis* (7.36 mm) olarak belirlenmiştir. Halfeti Gülü bu parametrede 8.sırada yer almıştır. Meyve eni değerleri incelendiğinde, en geniş meyve *R. foetida* (18.87 mm), en dar çaplı meyve ise *R. pisiformis* (7.14 mm) olarak belirlenmiştir. Halfeti Gülü meyve eni bakımından 7.sırada yer almıştır.

Çizelge 2. Araştırmada incelenen taksonların pomolojik özellikleri
Table 2. Pomological characteristics of taxa examined in the study

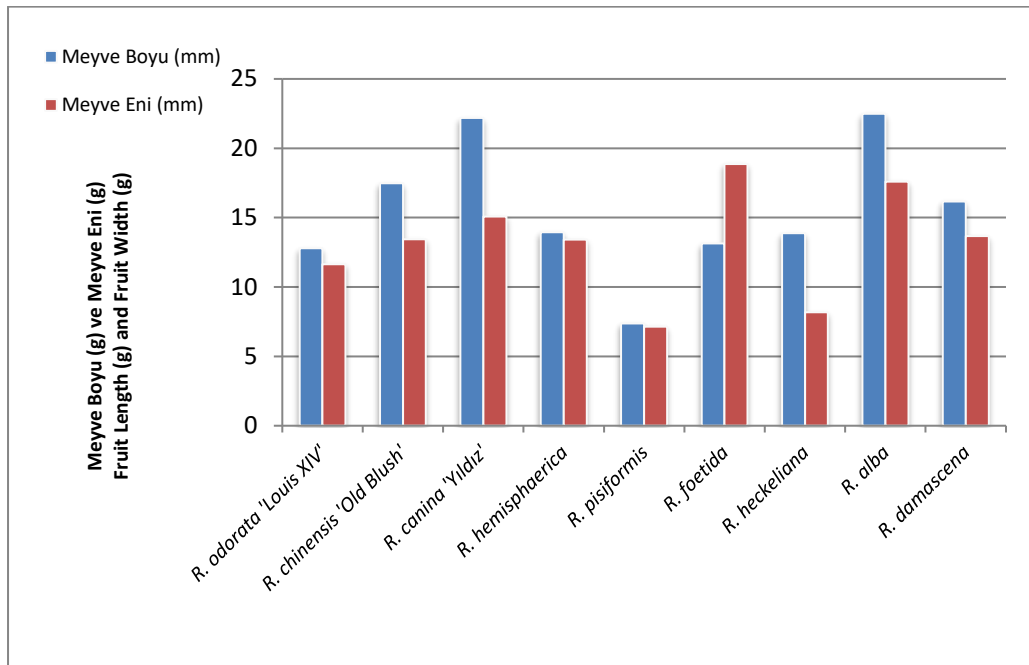
Taksonlar Taxa	Meyve Ağırlığı (g) Fruit Weight (g)	Meyve Boyu (mm) Fruit Length (mm)	Meyve Eni (mm) Fruit Width (mm)	Çekirdek Sayısı (adet) Number of Seeds (pieces)	Meyve Et Ağırlığı (g) Fruit Flesh Weight (g)	Meyve Görüntüsü Fruit Image
<i>R. odorata</i> 'Louis XIV'	1.00±0.09 ^d	12.80±1.40 ^d	11.65±0.62 ^e	1.70±0.82 ^c	0.85±0.10 ^d	
<i>R. chinensis</i> 'Old Blush'	1.60±0.18 ^b	17.49±1.24 ^b	13.45±0.79 ^d	2.00±0.81 ^c	1.44±0.16 ^b	
<i>R. canina</i> 'Yıldız'	1.66±0.34 ^b	22.18±1.58 ^a	15.09±1.59 ^c	18.90±7.44 ^a	1.14±0.40 ^c	
<i>R. hemisphaerica</i>	0.75±0.19 ^e	13.95±1.00 ^d	13.42±1.32 ^d	2.89±2.01 ^c	0.62±0.18 ^e	
<i>R. pisiformis</i>	0.13±0.02 ^g	7.36±0.71 ^e	7.14±0.66 ^f	14.40±4.00 ^b	0.07±0.01 ^f	
<i>R. foetida</i>	1.68±0.33 ^b	13.14±1.23 ^d	18.87±1.40 ^a	0.00±0.00 ^c	1.48±0.27 ^b	
<i>R. heckeliana</i>	0.36±0.08 ^f	13.89±1.18 ^d	8.18±1.02 ^f	2.30±1.94 ^c	0.26±0.08 ^f	
<i>R. alba</i>	3.25±0.45 ^a	22.48±1.44 ^a	17.60±1.46 ^b	2.80±1.22 ^c	2.62±0.35 ^a	
<i>R. damascena</i>	1.32±0.39 ^c	16.16±2.11 ^c	13.66±1.47 ^d	2.50±1.84 ^c	1.01±0.29 ^{cd}	
LSD (%5)	0.245	1.223	1.067	2.947	0.218	

Meyve başına en çok çekirdeğe sahip takson *R. canina* 'Yıldız' (18.90 adet) olurken, *R. foetida*'dan alınan meyvelerin partenokarpik olduğu belirlenmiştir. Halfeti Gülü meyve başına ortalama

1.70 adet çekirdek sayısı ile 8. sırada yer almıştır. Söz konusu parametrelerin grafik gösterimleri Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışılan gül taksonlarının meyve ağırlığı ve meyve eti ağırlıkları
Figure 1. Fruit weight and flesh weight of the studied rose taxa



Şekil 2. Çalışılan gül taksonlarının meyve en ve boy değerleri
Figure 2. Fruit width and height values of the studied rose taxa

Taksonların bazı fizyolojik analiz verileri (yaprak oransal su kapsamı, stoma yoğunluğu ve klorofil

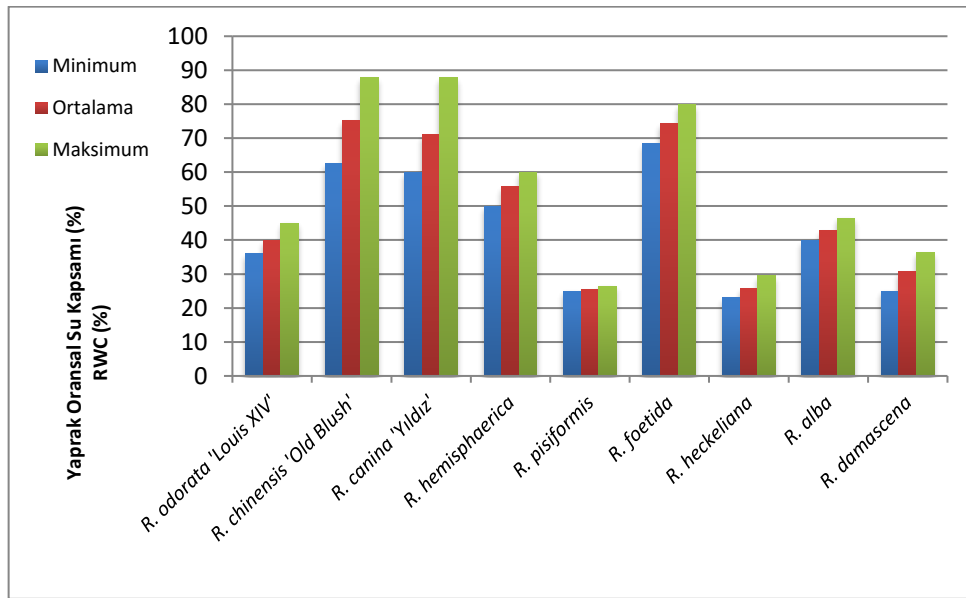
içeriği) Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışılan gül taksonlarının fizyolojik özellikleri
Table 3. Physiological properties of studied rose taxa

Taksonlar Taxa	YOSK RWC Rate (%)	Stoma Yoğunluğu (adet mm ⁻²) Stoma Density (pcs mm ⁻²)	Klorofil İçeriği Chlorophyll Content (SPAD)
<i>R. odorata</i> 'Louis XIV'	40.30±4.85 ^c	188.81±7.01 ^{cde}	42.18±6.99 ^{ab}
<i>R. chinensis</i> 'Old Blush'	75.12±6.74 ^a	240.62±7.05 ^{bc}	44.46±1.76 ^a
<i>R. canina</i> 'Yıldız'	72.98±7.96 ^a	175.09±6.75 ^{bcd}	39.00±1.42 ^b
<i>R. hemisphaerica</i>	55.67±5.13 ^b	268.53±9.51 ^b	30.24±1.25 ^{de}
<i>R. pisiformis</i>	25.49±0.85 ^d	169.50±7.56 ^e	34.36±2.44 ^c
<i>R. foetida</i>	74.21±5.79 ^a	275.39±4.77 ^b	28.32±1.39 ^e
<i>R. heckeliana</i>	25.84±3.24 ^d	208.12±11.82 ^{cde}	32.84±1.82 ^{cd}
<i>R. alba</i>	42.81±3.28 ^c	180.95±6.75 ^{de}	34.78±2.61 ^c
<i>R. damascena</i>	30.68±5.68 ^{cd}	335.06±8.97 ^a	40.88±4.09 ^{ab}
LSD (%5)	12.658	12.943	4.028

Araştırma materyalini oluşturan bitkilerin yaprak oransal su kapsamı yüzdeleri istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur. 'Old Blush' (75.12%), 'Yıldız' (72.98%) ve 'Sarıgül' (74.21%) taksonları en yüksek yüzdeye sahip iken 'Hoşap Gülü' (25.49%) ve 'Şurubi Gül' (25.84%) en düşük

yüzdeye sahiplerdir (Şekil 3). Çekiç (2004), Semida ve ark. (2015) ve Doğan (2018) benzer çalışmalarında abiyotik stres faktörlerinin etkileri ile yaprak oransal su kapsamının azaldığını belirtmişlerdir.



Şekil 3. Çalışılan gül taksonlarına göre yaprak oransal su kapsamı (%)

Figure 3. Leaf proportional water content according to studied rose taxa (%)

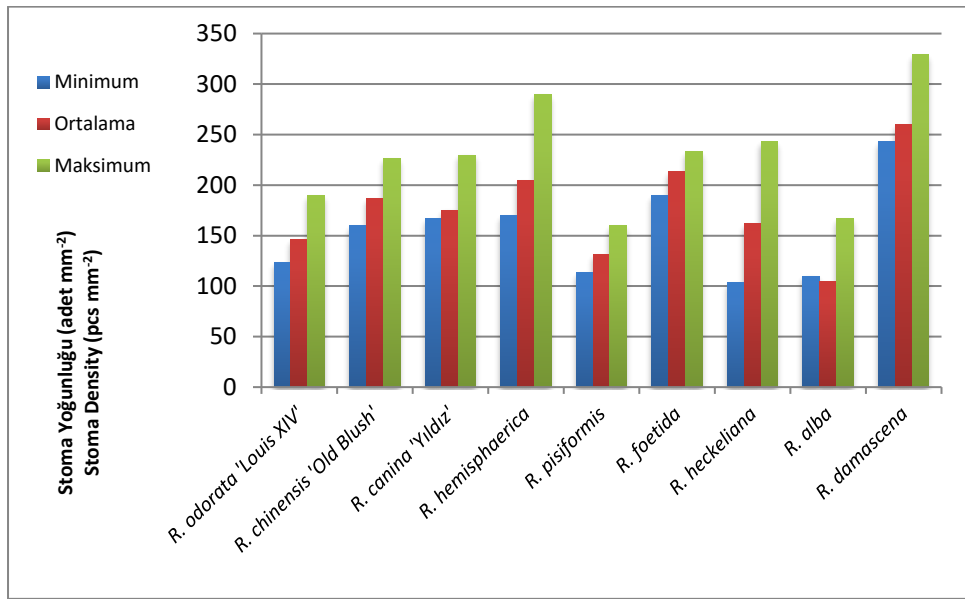
Özden (2013), sıcaklığın en yüksek ölçüldüğü dönemlerde Halfeti Gülü'ndeki antosiyanin miktarının azaldığını ve yüksek sıcaklıkların renk pigmentlerinin sentezinin azalmasına veya pigmentlerin parçalanmasına sebep olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bitkinin geç sonbahar döneminde siyah renk kazanması, bitkinin çevre koşullarına uyumu açısından fizyolojik bir tepki olarak değerlendirilebilir. Sıcaklık stresi bitkide bu şekilde bir etki yaparken, Halfeti Gülü'nün koyu renk aldığı lokasyonda YOSK oranının düşük bulunması (40.30%) dikkat çekicidir. Halfeti Gülü bitkisinin sadece belli bir lokasyonda 'koyu siyah' taç yaprak rengi alması aynı zamanda YOSK oranının düşük çıkması da abiyotik stres koşulları ile ilişkilendirilebilmektedir.

İncelenen türlerde stomaların genel olarak yaprakların alt yüzeyinde (hipostomatik) olduğu tespit edilmiştir. Kuşburnu grubu içerisindeki bitkilerin stoma yoğunluğu bakımından birbirlerinden istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde farklılık gösterdikleri saptanmıştır. Bu bağlamda en yüksek stoma yoğunluğu *R. damascena*'da (335.06 adet mm^{-2}), en düşük stoma yoğunluğu ise *R. pisiformis*'te (169.50 adet mm^{-2}) saptanmıştır (Şekil 4). Elde edilen sonuçlara göre; en yüksek stoma yoğunluğu *R.*

damascena'da belirlenmiş ve bu bağlamda ilgili veri benzerlik göstermesine rağmen Şanlıurfa koşullarında en yüksek değer ortalaması 335.06 adet mm^{-2} olarak bulunurken, Van ekolojisinde en yüksek ortalama değer 290.21 adet mm^{-2} olarak belirtilmiştir. Halfeti Gülü'de ortalama 188.81 adet mm^{-2} stoma sayısı ile diğer taksonlara nazaran düşük bir değer almıştır (Alp ve ark., 2016).

Çağlar ve ark. (2004), iki farklı lokasyonda (Kahramanmaraş ve Hatay) yetişen *Juglans regia* L. genotiplerinde yaptıkları çalışmalarda, stoma yoğunluklarının yükselti ve sıcaklık değerlerine göre değişiklik gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu bağlamda; Van ekolojisine göre daha düşük rakımda bulunan Şanlıurfa'da stoma değerlerinin farklılık göstermesi bu savı desteklemektedir. Ayrıca Halfeti Gülü'nün düşük stoma yoğunluğu değerleri bulunduğu ekolojide farklı taç yaprak rengi alması ile ilişkilendirilebilmektedir.

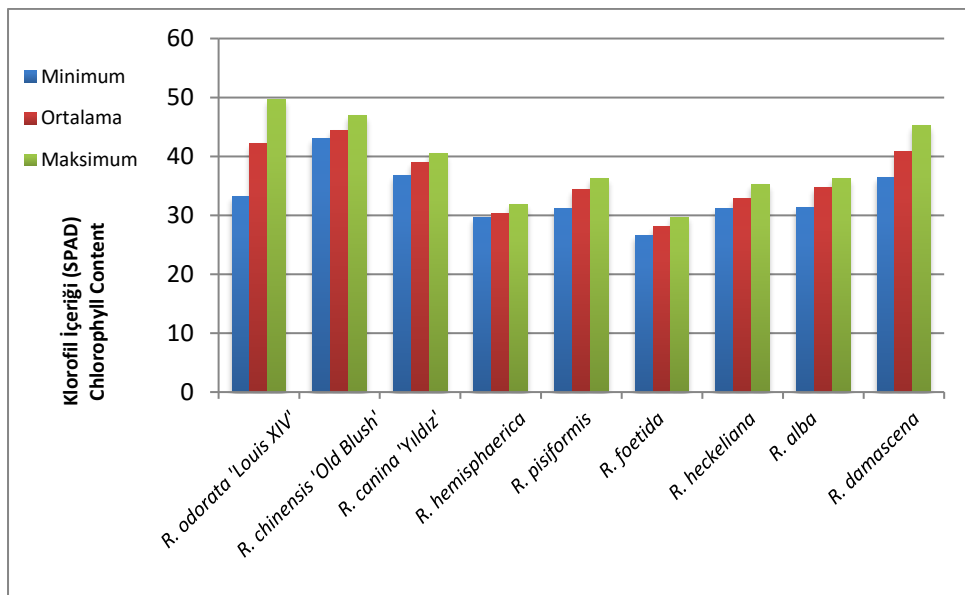
Alp ve ark. (2016), üç taksonda [*R. damascena* (290.21 adet mm^{-2}), *R. foetida* (237.26 adet mm^{-2}), *R. canina* (134.30 adet mm^{-2})] bulunduğu değerler ile Şanlıurfa koşullarında bulunan değerler [*R. damascena* (335.06 adet mm^{-2}), *R. foetida* (275.39 adet mm^{-2}), *R. canina* (175.09 adet mm^{-2})] nisbi ve sıralama olarak birbiri ile uyumaktadır.

Şekil 4. Çalışılan gül taksonlarına göre stoma yoğunlukları (adet mm⁻²)Figure 4. Stoma densities according to the studied rose taxa (pieces mm⁻²)

Analiz sonuçlarına göre; en yüksek klorofil içeriği *R. chinensis* 'Old Blush'ta (44.46), en düşük klorofil içeriği ise *R. foetida*'da (28.32) gözlemlenmiştir. Bitkiler için hayati öneme sahip olan klorofil, fotosentezin ana etken maddesidir ve bitkideki klorofil miktarı, başta ekolojik koşullara ve farklı taksonlara göre çeşitlilik göstermektedir. Ayrıca Kazaz ve ark. (2010), *Chrysanthemum morifolium* Ramat. bitkisinde gün uzunluğu ile klorofil içeriği arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmalarında çiçek, gövde uzunluğu, gövde çapı ve gövde başına çiçek sayıları ve

klorofil a ve b içerikleri gibi parametrelerin gün uzunluğundan etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır.

Araştırma kapsamında Şanlıurfa koşullarına adapte olan Halfeti Gülü (42.18) ve 'Old Blush' (44.46) taksonları en yüksek klorofil içeriğine sahip olarak bulunmuşlardır. Tokat lokasyonundan temin edilen 'Yıldız' çeşidi de ortalamaya göre optimal klorofil içeriği gösterirken, Yağ Gülü (*R. damascena*) dışında Van Gölü ekolojisinden temin edilen taksonlarda düşük değerler saptanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışılan gül taksonlarına göre klorofil içerikleri (SPAD)

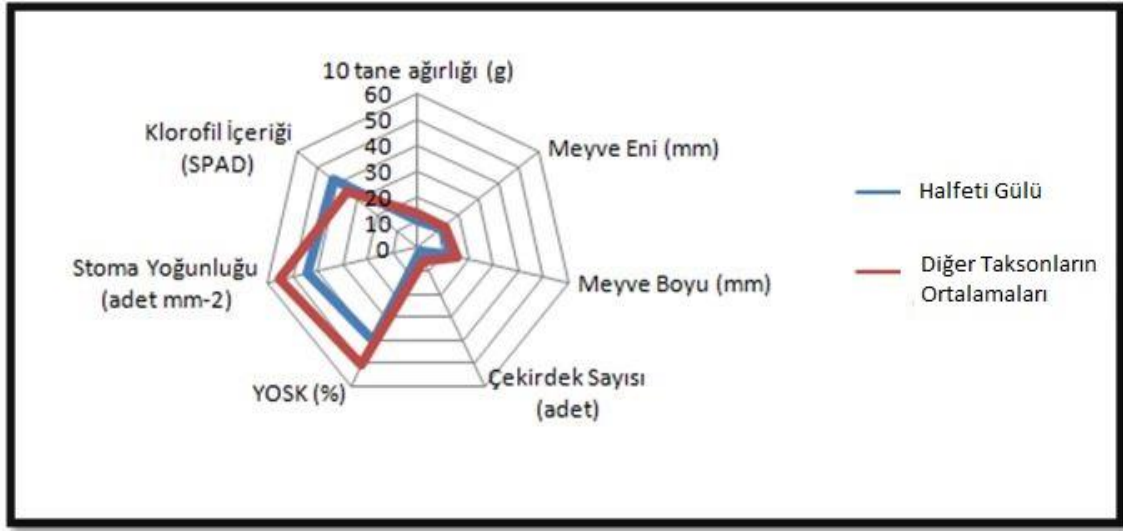
Figure 5. Chlorophyll contents (SPAD) according to the studied rose taxa

Yapılan pomolojik ve fizyolojik analizler neticesinde, Halfeti Gülü bitkisinin bölge için önemli gül/kuşburnu taksonları olabilecek bitkiler

ile karşılaştırması yapılmıştır. Halfeti Gülü'nün meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve çekirdek sayıları gibi pomolojik, YOSK, stoma

yoğunluğu ve klorofil içeriği gibi fizyolojik veriler diğer 8 gül taksonunun ortalaması ile de karşılaştırılmıştır (Şekil 6). Karşılaştırma neticesinde Halfeti Gülü'nün, ortalama klorofil

içeriği (SPAD) bakımından diğer taksonlardan yüksek, diğer parametrelerde ise ortalamasının altında değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 6. Halfeti Gülü'nün pomolojik ve fizyolojik verilerinin çalışılan diğer taksonlar ile karşılaştırılması
Figure 6. Comparison of pomological and physiological data of Halfeti Rose with other studied taxa

Yeryüzünde antropojenik etkiler nedeni ile yaşanan hızlı değişim sürecinde doğa birçok yönden olumsuz etkilenmekte, ekolojik dengede bozulmalar meydana gelmektedir. Bu bağlamda söz konusu etkilerden en fazla muzdarip olan bitkilerin sağlığı ve peyzaj planlama çalışmalarında sürdürülebilir kullanımı ile ilgili çalışmalar önem kazanmıştır. Odunsu peyzaj ve süs bitkilerinde; klorofil içeriği, stoma yoğunluğu, yaprak oransal su kapsamı gibi fizyolojik verilerin belirlenmesi bitkinin su stresinin, soğuğa/kuraklığa toleransının ve ozon hasarının belirlenmesi gibi birçok uygulama alanında kullanılabilir.

Peyzaj planlama ve plantasyon çalışmalarında; bitkilerin ekolojik özellikleri ve kullanımdaki amacı da büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin lokal ekolojiye adaptasyonunun ve peyzaj kullanım değerlerinin ortaya konması için fizyolojik veriler önem taşımaktadır. Bitkilerin farklı özelliklerinin belirlenmesi neticesinde bitki kullanımlarında kentsel peyzaja katkı sağlayacağı, sürdürülebilir bir yapının tesis edilebileceği düşünülmektedir (Hatipoğlu ve Ak, 2018; 2020).

Türkiye'nin süs bitkileri yetiştiriciliği konusunda öncü ülkelerden biri olması söz konusu kaynakları koruyup, tüm bileşenlerin bir arada çalıştığı, sürdürülebilir stratejilerin belirlenmesi ile

mümkün olabilecektir (Kazaz ve ark., 2015). Gül yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği için ticari olarak gülcülüğün sorunlarına yönelik çözüm önerileri artırılmalı, önemli çeşit/tiplerin hem uluslararası hem de ulusal arenada pazarlanması sağlanmalıdır. Bu hususta çiftçilere daha fazla teknik bilgi ve teknik yardım sağlanmalıdır (Gül ve ark., 2015).

Kuşburnu bitkileri kimi zaman kesilerek yakacak olarak kullanılmakta, meyveleri bilinçli toplanmamakta ve bu kaynaklarının israfına neden olmaktadır (Güneş ve Şen, 2001). Bunun aksine günümüzde hızla artan nüfusun besin maddesi ihtiyacını karşılamak için tarımsal üretimin sürekli artırılması ve ürünün çeşitlendirilmesi gibi önemli olgular sağlanarak sürdürülebilir uygulamaların yapılması gerekmektedir.

Sera koşullarında yetiştirilen *Rosa* L. taksonlarının yaprak morfoloji parametrelerinin tür bazında birbirinden farklı olduğu ve stoma yoğunluklarının genetik farklılıklar ile ilişkili olmasına karşın ekolojik koşullardan da etkilenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Zieliński ve ark., 2010). Aynı zamanda stoma ölçüm değerlerinin abiyotik stres faktörlerine göre bitkilerde değişim gösterdiğini bildiren

literatürlerin bulunması; gül/kuşburnu taksonlarında da bu tip değişimlerin gözlemleneceğini doğrulamaktadır. Odunsu peyzaj bitkilerinde veya kültür bitkilerinde, çeşitlere ve yetiştirme koşullarına göre bitki-su dengesinin kontrolü açısından stoma yoğunluğunun saptanması önemlidir (Alp ve ark., 2016). Bununla birlikte kuraklık stresi çalışmalarında önemli rol oynayan stomaların yoğunluğu değerlerinin saptanması Şanlıurfa gibi yarı-kurak iklim koşullarını ihtiva eden yerlerde bitkisel kullanım için son derece önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Dünyada geniş bir yayılış alanına sahip olan *Rosa* türleri, son yıllarda yapılan çalışmalarla dikkat çekmeye başlamıştır. Türkiye, kuşburnu gen kaynakları bakımından zengindir. Son yıllarda popülerliği artan ve 2021 yılı itibari ile coğrafi işaret alan Halfeti Gülü'nün meyve özellikleri ile ilgili bir yayına rastlanmamıştır. Gülcülük üzerine verilen bilgilerin netleşmesi için teknik terimlerin ve anlamlarının bilinmesine ihtiyaç duyulmuş ve bu konuda belirlenen yeni tanımların gül terimlerine ilave edilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada materyal olarak seçilen gül taksonlarının pomolojik özelliklerinin İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesi'nde yayılış gösteren *R. hemisphaerica*, *R. canina* 'Yıldız', *R. pisiformis*, *R. foetida*, *R. heckeliana*, *R. damascena* ve *R. alba* gibi farklı türlere bağlı taksonların ve Çin Gülü olarak adlandırılan *R. chinensis* 'Old Blush' kültivar çeşidinin meyve özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Halfeti Gülü'den elde edilen meyveler ile diğer 8 takson karşılaştırıldığında; meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni ve meyve et ağırlığı gibi parametrelerde ortalamaya yakın değerler; çekirdek sayısında ise ortalamanın çok altında bir değer elde edilmiştir. Ayrıca Halfeti Gülü fizyolojik özelliklerin belirlenmesi neticesinde diğer taksonlara göre düşük stoma yoğunluğu, yüksek klorofil içeriği ve ortalama YOSK değerleri aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bitkinin fizyolojik özellikler bakımından Şanlıurfa ekolojisine adaptasyonu, bu

ekolojide koyu taç yaprak rengi alması, çiçeklenme zamanının uzun olması ve orta düzeyde gelişme kuvvetine sahip habitusu Halfeti Gülü'nün yaygınlaşmasına katkı sağlayabilecek başlıca özellikleridir.

Klorofil içeriği bakımından Halfeti Gülü'ne yakın değerler saptanan Yağ Gülü'nün de Şanlıurfa koşullarına adaptasyonu ve gülcülük kapsamında yetiştiriciliğinin yapılabilirliğinin geniş çaplı araştırılması önerilmektedir. Ayrıca meyvede ağırlık, en ve boy gibi parametrelerde diğer türlere nazaran yüksek değerler bulunan ve Şanlıurfa koşullarında erken bir sürede meyve vermeye başlayan *R. alba* türünün de alternatif bir tarımsal ürün olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; bulunduğu ekolojik koşullara adaptasyon sağlayan güller estetik görünümleri ve fonksiyonel etkileri (erozyon önleme, peyzaj onarım çalışmaları vs.) ile kullanılabilir. Özellikle şehirlerarası yollarda yamaç alanlarda kullanılabilir. Üzerinde çalışılan gül taksonlarının meyveleri ile bir görsellik sağlanırsa ve meyvelerinin değeri anlaşılır ise yöre halkı bu bitkileri benimser ve sürdürülebilir bir kullanım sağlanabilir. Fizyolojik özelliklerin belirlenmesinde elde edilen veriler, sera koşullarında ulaşılan değerlerdir. Bu bakımdan aynı ekolojide de pomolojik analizlerin yapılması ve söz konusu bitkilerin genetik materyaller olarak değerlendirilmesi önemlidir.

Ekler

Bu çalışma, Yükseköğretim Kurulu 100/2000 Sürdürülebilir Tarım Projesi ve Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi 19248 nolu Doktora Tez Projesi kapsamında desteklenmiş, İbrahim Halil HATİPOĞLU'nun Doktora tez çalışmasının bir kısmından oluşturulmuştur.

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

Yazar Katkısı: İbrahim Halil HATİPOĞLU; Bekir Erol AK danışmanlığında denemeyi kurmuş, bu

doğrultuda İbrahim Halil HATİPOĞLU ve Bekir Erol AK veri analizleri ve makale yazım sürecini tamamlamışlardır. Tüm yazarlar çalışmayı birlikte yürütmüş, metnin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

Kaynaklar

- Anonim, (2012). 'Yıldız' Kuşburnu Çeşidi (Arı Fidan). <http://www.tarim.gov.tr/bugem/ttsm/menu/30/kayit-listeleri>. Erişim tarihi: 16 Haziran 2014.
- Anonim, (2015). 'Gerçekciöğlü' Kuşburnu Çeşidi. (<http://www.tarim.gov.tr/bugem/ttsm/menu/30/kayit-listeleri>) (Meyve ve Asma Çeşit Listesi (Fruit/Vine)).
- Anonim, (2021). Menşe Adı: Halfeti/Halfeti Siyah Gül. Tescil Ettiren; Halfeti Belediyesi, Tescil Tarihi: 01/03/2021, Tescil No: 684, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Türk Patent Kurumu, Ankara.
- Alp Ş. (2007). Van kenti ve çevresindeki geleneksel konut bahçelerinde kullanılan bitki materyalinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi* (J. Agric. Sci.), 17(1): 1-6.
- Alp Ş., Çelik F. & Keskin N. (2016). Bazı gül ve kuşburnu (*Rosa ssp.*) stoma özellikleri ve yoğunluğunun görüntü analizi yöntemi ile belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 159-165.
- Baytop, T. (1999). Türkiye' de bitkiler ile tedavi. *Nobel Yayın Dağıtım*, 480s, İstanbul.
- Baytop, T.(2001). Türkiye'de eski bahçe gülleri. *T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları*, Yayın No, 2593, Sistem Ofset Basım Yayın Sanayi Ticaret Ltd. Şti. Ankara, 149.
- Brummitt, R. K. & Powell, C.E. (editors) (1992). Authors of plant names "A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations". *Royal Botanic Gardens, Kew*. 732 p.
- Çağlar, S., Sütyemez M.& Bayazit, S. (2004). Seçilmiş bazı ceviz (*Juglans regia*) tiplerinin stoma yoğunlukları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2) 169-174.
- Çekiç, F.Ö. (2004). *Tuz ve ağır metal stresine maruz bırakılan domates bitkisinde bazı fizyolojik parametrelerin ve antioksidant savunma sisteminin incelenmesi*. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s.
- Celik, F., Kazankaya, A. & Ercisli, S. (2009). Fruit characteristics of some selected promising rose hip (*Rosa spp.*) genotypes from Van region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 4 (3), 236-240.
- Doğan, M. (2018). *Çilekte kadmiyum toksitesi altındaki bitkiler üzerinde hümitik Asit ve silikon etkilerinin incelenmesi*. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 44s.
- Elçi, Ş. (1994). Sitogenetikte araştırma yöntemleri ve gözlemler. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Yayınları*, Yayın No:18, Van, 238s.

- Ercisli, S. (2005). Rose (*Rosa spp.*) germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52(6):787-795.
- Gerçekciöğlü, R., & Öz Atasever, Ö. (2017). Kuşburnu'nda (*Rosa montana* Chaix subsp. *woronovii* (Lonacz) Ö. Nilsson L.) çekirdeksiz meyve oluşumu ve meyve özellikleri üzerine farklı hormon dozlarının etkileri. *Bahçe Dergisi Özel Sayı* 1(46), 45-52.
- Gul, M., Kazaz, S., Baydar, H., Sirikci, B.S., (2015). A Study About Technical, Economical Situation, Problems and Improvement of Oil Rose (*Rosa damascena* Mill.) in Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. TEOP 18 (3):613-626.
- Güneş, M. & Şen, S.M. (2001). Tokat yöresinde doğal olarak yetişen kuşburnularının (*Rosa spp.*) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerine bir araştırma. *Bahçe Dergisi*, 30 (1-2), 9-16 s.
- Hatipoğlu, İ.H. & Ak, B.E. (2018). Kentsel dokuda bitkilendirmenin öneminin Şanlıurfa ili Karaköprü ilçesi örneğinde incelenmesi. *ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, 28-30 Haziran 2018, Tam Metin Kitabı, 4, 57-60s.
- Hatipoğlu, İ.H. & Ak, B.E. (2020). The importance of landscape architecture and ornamental plants in sustainable cities. Ornamental Plants: With Their Features and Usage Principles (Chapter I), *IKSAD Publications*, ISBN: 978-625-7687-33-1, p. 3-28, Ankara.
- Işık, O. & Kocamaz, C. (1992). kuşburnu üretiminin önemi ve vegetatif yolla çoğaltma olanakları. *Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 1, 285- 289s.
- Karagüzel, Ö., Kazaz, S., Baktır, İ. & Elinç, Z. (2014). Güllerde ıslah çalışmaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 14-17.
- Kazaz, S., Askin, M.A., Kilic, S., Ersoy, N., (2010). Effects of day length and daminozide on the flowering, some quality parameters and chlorophyll content of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Scientific Research and Essays* 5(21): 3281-3288.
- Kazaz, S., Erken, K., Karagüzel, Ö., Alp, Ş., Öztürk, M., Kaya, A.Ş, Gülbağ, F., Temel, M., Erken, S., Saraç, Y.İ., Elinç, Z., Salman, A. & Hocagil, M. (2015). Süs bitkileri üretiminde değişimler ve yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Tam Metin Kitabı*, 645-672.
- Khan A., Qureshi R. & Ahmad N. (2004). Salt tolerance of cotton cultivars in relation to relative growth rate in saline environments. *International Journal of Agriculture & Biology*, 6(5) 786-787.
- Kınık, D.E. & Çelikel, F.G. (2020). Mikoriza ve Oksin Uygulamalarının Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Çeliklerinin Çoğaltılması Üzerine Etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* (UTYHBD), 6(1), 1-7.
- Korkmaz, M. & Özçelik, H. (2015). Türkiye güllerinin (*Rosa* L.) yöresel adları ve yetiştiği yöreler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 19(1), 75-82.
- Odabaşoğlu, M.İ. (2020). *Semi-arid koşullarda farklı anaçlar üzerinde yetiştirilen sofralık üzüm çeşitlerinin verim, kalite ve çekirdek özellikleri ile stoma morfolojilerinin incelenmesi*. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 315s.

- Orhan, D.D. & Hartevioğlu, A. (2013). Kuşburnu bitkisinin kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri. *Spatula DD.*, 3(1), 23-30 s.
- Ozcelik, H. (2013). General appearances of Turkish roses, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 17(1), 29-42.
- Özçelik, H. (2010). Türkiye bahçe güllerine (*Rosa L.*) sistematik katkılar ve yeni kayıtlar, *Ot Sistematik Botanik Derg.*, 17 (1), 9-42s.
- Özçelik, Ş. (2013). *Türkiye’de meyve gülcülüğü açısından önemli gül (Rosa L.) türleri üzerinde araştırmalar*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 171s.
- Özçelik, H. (2018). Türkiye’nin siyahı yediveren güllerinin tanıtımı. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 21(3); 407-423.
- Özçelik, H. & Koca, A. (2021). Türkiye’nin ekonomik amaçlı gül (*Rosa L. spp.*) taksonları: Sınıflandırması ve üretimi üzerine çalışmalar. *Biological Diversity and Conservation*, 14(2), 292-324 s.
- Özden, M. (2013). Halfeti Gülü siyah mıdır? Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü V. *Süs Bitkileri Kongresi*, Tam Metin Kitabı, 219-222.
- Özden, A.N., Ak, B.E. & Özden, M. (2017). Farklı Nar (*Punica granatum L.*) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2): 164-176.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L.& Ayerbe, L. (2004). Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativa L.*). *Field Crops Research*, 86 81-90.
- Semida, W.M., Rady, M.M., Abdelmageed, T.A., Howladar, S.M.& Abdelhamid, M.T. (2015). Alleviation of cadmium toxicity in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) plants by the exogenous application of salicylic acid. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90(1) 83-91.
- Şahin, A. & Meral, Y. (2012). Türkiye’de coğrafi işaretleme ve yöresel ürünler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5 (2), 88-92.
- Zieliński, J., Tomaszewski, D., Guzicka, M.& Rutrowska IA. (2010). Stomata on the pericarp of species of the genus *Rosa L. (Rosaceae)*. *Plant Syst Evol* 284:49–55.



Septoria yaprak leke hastalığı etmeni *Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)'ye ait izolatların farklı sıcaklıklardaki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin belirlenmesi

Determination of physiological and biochemical characteristics of isolates of septoria leaf blotch disease agent [Zymoseptoria tritici(Desm. Quaedvlieg &Crous)] at different temperatures

Nevzat KILINÇ¹ , Murat DİKİLİTAŞ² , Mukaddes KAYIM³ , Gülsüm ÜNAL⁴ 

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ş.Urfa, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ş.Urfa, Türkiye

³Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye

⁴Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5747-5467>; ²<https://orcid.org/0000-0002-7399-4750>;

³<https://orcid.org/0000-0003-0309-0390>; ⁴<https://orcid.org/0000-0003-1190-3435>

To cite this article:

Kılınç, N., Dikilitaş, M., Kayım, M. & Ünal, G. (2021). Septoriayaprak leke hastalığı etmeni *Zymoseptoria tritici*(Desm. Quaedvlieg &Crous)'ye ait izolatların farklı sıcaklıklardaki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4):469-479.

DOI: 10.29050/harranziraat.897692

*Address for Correspondence:

Nevzat KILINÇ

e-mail:

nvzt1298@gmail.com

Received Date:

16.03.2021

Accepted Date:

10.11.2021

© 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

Bu çalışma ile septoria yaprak leke hastalığı etmeni *Zymoseptoria tritici*(Desm. Quaedvlieg & Crous)'ye ait 4 izolatın farklı sıcaklık koşullarında (4-, 15-, 25-, 30-, 35°C) fizyolojik (birim alandaki spor yoğunluğu, miselyal gelişim ve birim hacimdeki spor sayısı) ve biyokimyasal (protein, prolin, proteaz, melanin ve malonadialdehit) değişimleri incelenmiştir. Sıcaklık değerleri optimum (25°C) değerden uzaklaştıkça patojenin fizyolojik ve biyokimyasal değerlerinde değişimler tespit edilmiştir. Birim alandaki spor yoğunluğu, ortalama büyüme çapı ve birim hacimdeki spor sayısında azalma olmuştur (P≤0.05). Yüksek sıcaklıkta (30-, 35°C) patojene ait protein miktarı azalmış, prolin, proteaz, melanin ve malonadialdehit (MDA) değerlerinde ise artış görülmüştür. Buna bağlı olarak fungus izolatları arasında gelişme olduğu saptanmıştır. Patojenin CU100StA4 nolu izolatı birim alandaki spor yoğunluğu, ortalama büyüme çapı, birim hacimdeki spor sayısı ve ürettiği proteaz miktarı itibari ile diğer izolatlardan pozitif olarak ayrılmıştır. Patojenin CU107StH110 nolu izolatının prolin, melanin ve malonadialdehit değerleri, diğer izolatlardan daha yüksek çıkmıştır. Yüksek sıcaklıkta (30-, 35°C) proteaz enziminin üretilmesi ile uygun nem koşullarında fungusun virülensliğinin devam edebileceği gözlemlenmiştir. Fungusun proteaz enzim üretimi ile misel uzunluğu, protein ve prolin miktarları arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Zymoseptoria tritici*, Sıcaklık, Proteaz, Melanin, Malonadialdehit (MDA)

ABSTRACT

In this study, 4 isolates belonging to septoria leaf spot disease [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] fungus and physiological (spore density per unit area) under different temperature conditions (4-, 15-, 25-, 30-, 35 ° C) micellar growth and the number of spores per unit volume) and biochemical (protein, proline, protease, melanin and malonadialdehyde) changes were investigated. Spore density per unit area, average growth diameter and number of spores per unit volume decreased. Proline, protease, melanin and malonadialdehyde (MDA) values increased, while protein content of the pathogen decreased at high temperature (30-, 35°C). Accordingly, it has been determined that there are differences in growth among the fungus isolates. The isolate numbered CU100StA4 of the pathogen was found to be higher

than the other isolates in terms of spore density per unit area, average growth, diameter, number of spores per unit volume and the amount of protease produced. Proline, melanin and malonodialdehyde values of the isolate of the pathogen no. CU107StH110 were higher than the other isolates. It was observed that the presence of protease enzyme at high temperature (30-, 35°C) and the virulence of the fungus could continue under suitable humidity conditions. It has been evaluated that there is a positive relationship between fungus protease enzyme production and micelle length, protein and proline values.

Key Words: *Zymoseptoria tritici*, Temperature, Protease, Melanin, Malondialdehyde (MDA)

Giriş

Buğdaylarda ürün kayıplarına neden olan septoria yaprak lekesi etmeninin (*Zymoseptoria tritici*) Afrika, Avrupa, Yakın Doğu, Asya, Avustralya ve Orta Amerika'da yaygın olduğu ve zaman zaman epidemiy yaptığı bildirilmektedir (Goodwin ve ark., 2011). *Z. tritici*, buğday verim oranını % 30 ila 50 azaltmakta, bu nedenle, küresel gıda güvenliği için bir tehdit olarak görülmektedir (Sidhu ve ark., 2015). *Z. tritici*'nin neden olduğu hastalığın Türkiye'de yaygın olduğu, Bremer ve ark. (1948), İren (1962) tarafından açıklanmıştır. Ülkemizin bütün bölgelerinde yaygın olduğu, uygun koşullarda, duyarlı çeşitlerde önemli kayıplar yapabilecek potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Bora ve Karaca 1970; Eğerci ve ark., 2020). Son yıllarda ülkemiz ve dünyada, yabancı kökenli buğday çeşitlerinin üretimi ile hastalık önemini daha da arttırmış kışlık buğdaylarda %40'lara varan düzeylerde ürün kayıplarına neden olmuştur (Zhan ve ark., 2016).

Bu hastalık ile mücadelede birçok koruyucu fungus önerilmesine karşın, pratikte ekonomik değildir. Bu nedenle kültürel önlemlerin yanı sıra dayanıklı çeşitlerinde yetiştirilmesi gerekmektedir (Torriani ve ark., 2009). Hastalık etmeni, aşırı gübreleme yapılan ve geniş yaprak oluşturan çeşitlerin yetiştirildiği yerlerde önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Ana konukçusu buğday olmakla beraber arpa ve çayır bitkilerinde de görülmekte, anız, tohum, kendigelen buğday ve buğdaygiller bu fungal etmenin inokulum kaynaklarını oluşturmaktadır (Kurt, 2016).

Guo ve Verreet (2008), *Z. tritici*'nin izolatları üzerine ortam, ışık ve pH'nın etkilerini *in vitro* koşullarda test etmişler, test edilen izolatların konidi üretiminde farklı karakterler sergilediğini,

malt-maya özütü ortamından 1.82×10^9 konidi plaka⁻¹ üretildiğini ve karanlık koşullarda konidi oluşumun önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Konidinin çimlenme ve çim tüpü büyümesinin ise 30°C'de azaldığını belirlemişlerdir. Saidi ve ark. (2012), katı ortam (YMDA, maya özü, malt özü, dextros, agar) ve sıvı ortamlarda (YMB, maya özü, malt özü, glukoz, 1 litre saf su) *Z. tritici*'nin oluşturduğu spor miktarını verimlilik açısından değerlendirmişler, inokule edilmiş kültür ortamlarını 18 ve 20°C'de 12'şer saat karanlık/ışık ortamında 4-6 gün bulundurulduktan sonra sıvı ortamın 2 kat daha fazla spor ürettiğini rapor etmişlerdir. Bu durum fungus etmeninin uygun nem ve sıcaklık durumunda çok daha fazla gelişebileceğini ortaya koymuştur. Zhan ve ark. (2016), ise koloni ve miselyal gelişimin virülenslik ile uyumlu olduğunu aralarında pozitif bir korelasyon olduğunu ispat etmişlerdir. Mustafa (2020), *Z. tritici* patojeninin Türkiye'de eşeyli olarak üreme ve yağmur sıçramasıyla dağılan aseksüel sporlarla yayılımın yanı sıra askosporlarla da hava yoluyla yayıldığı hipotezini doğrulamaktadır. Eşeyli genetik rekombinasyon, *Z. tritici*'nin daha virulent patotiplerini ortaya çıkarıcı potansiyeline sahip olduğunu bildirmiştir.

Materyal ve Metod

Adana, Kahramanmaraş, Hatay ve Mersin illerinden elde edilen *Zymoseptoria tritici* patojenine ait izolatlar, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Mukaddes KAYIM ve Zir. Yük. Müh. Gülsüm ÜNAL'ın kültür koleksiyonlarından temin edilmiştir. Patojen izolatlarının tanısı mikroskopik ve moleküler analiz yöntemleri kullanılarak Ünal ve ark. (2017) tarafından yapılmıştır. PDA Petri

ortamında geliştirilen izolatlar izole edildikleri illere göre, Adana: CU10StA4, K.Maraş: CU112StK239, Hatay: CU107StH110 ve Mersin: CU102StM34 olarak adlandırılmıştır. İzolatlar Petri kaplarında inokule edildikten sonra sırası ile A4, K239, H110 ve M34 olarak kısaltılmıştır. İzolatlar 4 tekerrür olacak şekilde farklı sıcaklıklarda (4-, 15-, 25-,30 ve 35°C) tesadüf blokları deneme desenine göre inkübatörde inkübasyona bırakılmışlardır.

Fungal sporulasyon

Farklı sıcaklıklarda inkübasyona bırakılan fungus izolatlarında spor sayımı için, 10-, 20 ve 30. günlerde fungus kolonilerinden birer adet fungal disk (5 mm çapında) alınarak (3 tekerrür) tüplere konmuş ve 1 ml su içinde sporlar ayrıştırıldıktan sonra tüpler vibratörde çalkalanarak sporların homojen bir şekilde suda dağılması sağlanmıştır. Elde edilen spor süspansiyonundan 10 µl'lik bir hacim alınarak heamocytometre üzerinde ışık mikroskobu (SOIF B203, 10x40 büyütme) altında fungal sporlar sayılarak spor yoğunluğu birim alanda (mm²) spor ml⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

Fungaletmenin protein içeriğinin belirlenmesi

Çözünabilir protein ölçümü için Petri ortamında gelişmeye bırakılan fungal kültürlerden Petri kaplarına dökülen 10 ml steril su ile miseller yüzeyden kazınarak yaklaşık 0.1 g ağırlığında misel elde edilmiş, bu kütle fosfat buffer çözeltisinde (pH 7.0) havan ve havaneli ile homojenize edilerek, 10000 g de 10 dakika süre ile 4°C'de santrifüj edilmiştir (Dikilitaş ve ark., 2010). Elde edilen supernatant'tan Bradford (1976)'a göre protein okuması yapılmıştır. Bu metoda göre, 100 mg Coomassie Brilliant Blue G-250, 50 ml 95%'lik etanol içinde çözüldükten sonra solusyon 100 ml 85% lik w/v fosforik asit ile (H₃PO₄) karıştırılıp, saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Daha sonra 10-100 µg arasında protein içeren örnekler (100 µl), 5 ml hacminde Coomassie Brilliant Blue reagent ile karıştırılarak 10 dakika ile 1 saat arasında değişen süre içinde ölçülmüştür. Protein ölçümünde Bovine Serum Albumin (BSA) Fraction V standart protein olarak kullanılmış ve 10-100 µg arasında değişen protein konsantrasyonları (stok solusyon,

1 mg ml⁻¹) 595 nm'de ölçülerek elde edilen linear grafiğe göre örneklerin protein değerleri belirlenmiştir. Örnek okumaları spektrofotometrede (Shimadzu: UV-1800) gerçekleştirilip, sonuçlar mg protein mg⁻¹ misel ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Proteazaktivitesi

Proteaz enzim ölçümü için hücre dışı protease aktivitesi azocasein tabanlı amino asitlerin ve küçük peptitlerin fungal kültürde açığa çıkması esasına dayanarak yapılmıştır. Bunun için, PDA ortamında geliştirilen funguslardan alınan 3 mm çapında bir fungal disk, ortamdaki bir cork-borer yardımı ile kesilerek bir pipet ucu ile alınmış, 1.5 ml hacmindeki Eppendorf tüplere yerleştirilmiştir. Bu tüplere 120 µl hacimde 50 mM Tris-HCl (pH 8.8) içinde hazırlanan, 1% lik (w/v) azocasein ilave edilmiştir. Azocaseinin parçalanması için, tüpler oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiş, reaksiyon 300µl (10%, w/v) soğuk trichloro asetik asit (TCA) ilavesi ile sonlandırılmıştır. Daha sonra 15000g de 10 dakika santrifüj işleminden sonra, 350 µl supernatant alınarak 300µl 1M NaOH ile karıştırılıp ve bir kez daha yukarıda bahsedildiği gibi santrifüj işlemi yapılmış, proteaz aktivitesi 440 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu: UV-1800) ölçülmüştür. Sonuçlar, A440 dak⁻¹ mg protein⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Girard ve Michaud, 2001;Dikilitaş ve ark., 2018).

Prolin ölçümü

Prolin içeriği kısmen modifiye edilerek Bates ve ark.,(1973) yöntemine göre belirlenmiştir. Protein aşamasında elde edilen solüsyon, prolin analizi için de kullanılmıştır. Elde edilen supernatant, 2 ml ninhidrin(1.25 g Ninhidrin, 30 ml Glacial asetik asit, 20 ml 6 mol L⁻¹ fosforik asit) test tüpünde 100°C'de 1 saat kaynatılmıştır. Sonra buzlu ortama alınıp 5 ml toluen eklenerek tüpler çalkalanmış (15-20 sn), 20 dakika bekletildikten sonra tüplerdeki karışımın iki tabakaya ayrılması sağlanmıştır ve 515 nm toluen kontrolüne karşı okutulmuştur. Standart olarak önceden hazırlanmış olan L-prolin solüsyonu kullanılmıştır.

Malonadialdehit (MDA) analizi

Malonadialdehit analizi için modifiye edilmiş Karakaş Dikilitaş(2013); Sariam ve Saxena (2000), yöntemleri kullanılmıştır. Buna göre 3 adet fungal disk (5 mm) PDA ortamından alınıp, 2 ml trichloroasetik asit (TCA) içinde homojenize edilmiş 12000 g'de 10dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen supernatant(1 ml), 4 ml %0.5 thiobarbutonik

asetik asit içeren %20'lik TCA ile 95°C'de 30 dakika kaynatılmıştır. Daha sonra hızla buz banyosu yapılarak soğutulmuştur. MDA konsantrasyonu 532 ve 600 nm'de spektrofotometre (Shimadzu: UV-1800) cihazında absorbands okumaları yapılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Blank kontrol olarak % 0.5 TBA kullanılmıştır.

$$MDA(nmolg^{-1} misel) = \frac{\text{ekstrakt hacmi(ml)} \times [(A_{532} - A_{600}) / (155mM^{-1}cm^{-1})]}{\text{Örnek miktarı(g)}} \times 10^3 \quad (1)$$

Melaninanalizi

Melanin ekstraksiyonu ve analizi Gadd (1982)'a göre yapılmıştır. Yaklaşık 1 gram miselyum, Petri kaplarından kazınarak, 5 ml saf su içinde 5 dakika kaynatılıp santrifüj edilmiştir (5 000 g, 5 dakika). Daha sonra miseller yıkanıp, tekrar santrifüj edildikten sonra 120°C'de 20 dakika süreyle 3 ml (1 mol L⁻¹) NaOH ile otoklav edilmiştir. Bunu takiben, alkalın pigment ekstraktının konsantre HCl ile asitlendirilmesi ile melanin çöktürülmüştür. Çökelti damıtılmış suda üç kez yıkanıp daha ileri analiz için nemden arındırılmış koşulda bir gece boyunca 20°C'de kurutulmuştur. Spektrofotometrik analiz için kurutulmuş pellet 1 ml (1mol L⁻¹) NaOH içerisinde 80°C'de 2 saat süreyle çözündürülüp ardından 12,000 g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant yeni tüplere aktarılmış ve absorbands 405 nm'de ölçülmüştür.

Verilerin değerlendirilmesi ve analizlerin yapılması

Veriler tek yönlü varyans analiz yöntemi (ANOVA) kullanarak Tukey's Test Yöntemi ile analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki farklar P < 0.050 den düşük olduğu zaman önemli bulunmuştur. Veriler ayrıca Ortalama ± Standart hata (SH) olarak ifade edilmiş, istatistik analizler SPSS veri analiz paket programı (2013 IBM Statics for Windows Version 22.0) yardımı ile yapılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Spor sayısı

Fungal izolatların gelişimi, sıcaklık artışından olumsuz etkilenmiş spor üretiminde azalma

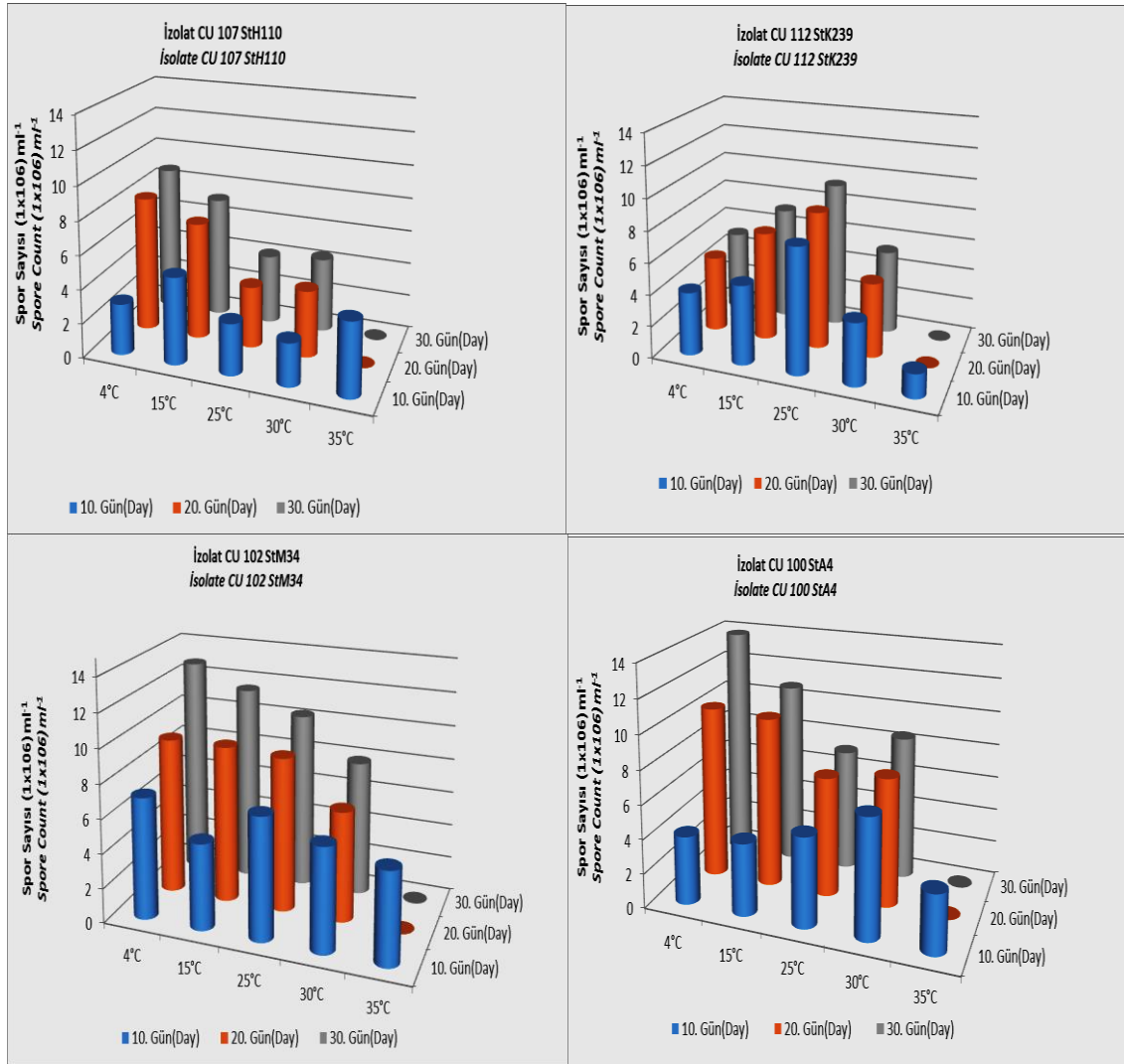
meydana gelmiştir. En yüksek spor verimi 15 ve 25°C' de elde edilmiştir. Düşük sıcaklıktaki (4°C) spor üretimi yüksek sıcaklıktaki (30-, 35°C) spor üretiminden daha fazla bulunmuştur. Spor üretimi optimum sıcaklık koşullarından (15-, 25 °C) uzaklaştıkça olumsuz etkilenmekle beraber yüksek sıcaklıktaki etkileri daha fazla olmuştur. Hatta fungal gelişim 35°C'den sonra tamamen inhibe edilmiştir.

Fungal izolatlar karşılaştırıldığında, bütün izolatların 1 ay içinde (35°C hariç) test edilen tüm sıcaklıklarda gelişme gösterdiği tespit edilmiş, 1 aylık süre zarfında spor üretiminde artış görülmüştür. Bütün izolatlar 4-, 15°C arasında birim hacimde (mm³) yüksek sporulasyon vermişlerdir (2.8x10⁵ -, 13.8x10⁶ spor ml⁻¹mm⁻³). Bu izolatlardan CU100SA4 izolatı 4°C'de en yüksek sporulasyona ulaşan izolat (13.8x10⁵ spor ml⁻¹mm⁻³) olarak kaydedilmiştir (Şekil 1). Genel itibari ile izolatlar arasında en düşük sporulasyon kapasitesine sahip CU112SK239 ve CU107StH110 izolatları hem düşük (4,-15°C) hemde yüksek (30°C) sıcaklıklarda düşük sporulasyon vermiş olmasına rağmen enfeksiyon oluşturabilecek kapasitede spor üretiminde bulunmuşlardır. Genel olarak bütün izolatlar, 15°C üzerindeki sıcaklıklarda sporulasyon açısından düşük performans sergilemişler bu durum fungal etmenin serin koşullarda daha etkin olabileceğinin kriteri olarak değerlendirilmiştir.

Benzer sonuçlar Saidi ve ark. (2012), tarafından da rapor edilmiştir. YMDA (maya özü, malt özü, dextrose agar) ortamında *Z. triticispor*larının 18°C ve 20°C'de yüksek oranda üretildiklerini belirlemişlerdir. Chungu ve ark. (2001), ise nemli

periyot süresini uzatıp sıcaklıkları 18°C'den 20°C'ye çıkardıklarında elde ettikleri spor miktarını 1×10^6 spor ml^{-1} 'den 1×10^7 spor ml^{-1} 'ye çıkarmışlardır. Kültür ortamlarındaki katkı maddeleri *Z. tritici*'de spor üretimi üzerinde etkili bir faktördür. Kültür ortamlarının sporulasyon verimini sıcaklık, ışık ve pH gibi diğer faktörlerde etkilemektedir (Guo ve ark., 2008). Patojen izolatlarının sıcaklıklara farklı tepkiler verebilmesi,

patojene karşı alınacak kültürel önlemler için önemlidir. Ayrıca geliştirilecek dayanıklı buğday çeşitleri, açısından yüksek sıcaklık ya da düşük sıcaklıklar patojenin enfeksiyon kabiliyeti üzerinde büyük önem arz ettiğinden, ortam sıcaklığının artmasının tek başına etkili olamayacağı, ortamda nem olduğu durumlarda spor üretiminin artarak devam edeceği rapor edilmiştir.



Şekil 1. *Z. tritici* izolatlarının spor üretimi
Figure 1. Spor production of *Z. tritici* isolates

Fungal etmenin protein içeriğinin belirlenmesi

Z. tritici izolatlarının protein içerikleri sıcaklık koşullarına bağlı olarak yine sporulasyon aşamasında olduğu gibi değişim göstermiştir. Serin koşullarda (4°C'de, 0.59-0.85mg g⁻¹ yaş misel ağırlık; 15°C'de 0.75-0.87 mg g⁻¹ yaş misel ağırlık) *Z. tritici* izolatları sırası ile sporulasyon verilerinde olduğu gibi en yüksek protein sentezini gerçekleştirmişlerdir. Ancak sıcaklığın artışı ile protein sentezinde düşüş görülmüştür. Bütün

izolatlar ortam sıcaklığı 20 ve 30°C'ye ulaştığında protein sentezi serin koşullara göre önemli oranda düşmüştür (25°C'de 0.57-0.63mg g⁻¹ yaş misel ağırlık), sıcaklık artışının 30°C'ye ulaşması ile bu değerler önemli ölçüde ($p \leq 0.05$) düşmüştür (Çizelge 1).

Fungal patojenlerin yapısında bulunan proteinlerin stres altında savunma mekanizması ve virülenslik derecesi üzerinde etkili bir rol oynadığı bilinmektedir (Paper ve ark., 2007). Patojen fungusların proteinleri, enzim sentezi ve

benzer metabolizma faaliyetleri için önemli olduğundan, enfeksiyon süreçlerinin başlatılması, hastalık şiddetinin belirlenmesinde ve oluşan birçok reksiyonda anahtar rol oynamaktadır (Wawra ve ark., 2013). Patojenin düşük sıcaklıklarda (15°C ve 25°C) nemli periyotların uzun sürmesi durumunda yüksek ürün kayıplarına

neden olduğu bildirilmiştir (Chungu ve ark., 2001). Yüksek sıcaklıklarda (25°C ve 30°C) patojenin protein içeriği azalmakla beraber *in vitro* ortamda gelişimini sürdürdüğü görülmüştür. Kuraklık ve sıcaklığa karşı geliştirilecek dayanıklı çeşitler için patojenin bu yönünün dikkate alınması büyük önem arz etmektedir.

Çizelge 1. Farklı sıcaklıklara maruz kalan *Zymoseptoria tritici* patojeninin protein verileri
Table 1. Protein contents of *Zymoseptoria triticipathogen* exposed to different temperatures
mg Protein (g⁻¹ Misel ağırlığı⁻¹)

<i>Z. tritici</i> İzolatları	4°C	15°C	25°C	30°C	35°C
<i>Z. tritici</i> isolates					
CU112StK239	0.60 ± 001c	0.83 ± 006a	0.6 ± 0.04a	0.56 ± 0.02b	0
CU102StM34	0.89 ± 001b	0.87 ± 0.06a	0.57 ± 0.04a	0.53 ± 0.02b	0
CU107StH110	0.71 ± 0.01b	0.75 ± 0.06a	0.59 ± 0.04a	0.55 ± 0.02b	0
CU100StA4	0.85 ± 001a	0.75 ± 0.06a	0.63 ± 0.04a	0.59 ± 0.02a	0

Proteazaktivitesinin belirlenmesi

Patojen funguslar enfeksiyon stratejisi olarak bitkinin hücre duvarlarını tahrip edebilen enzimler salgılamaktadır. Yalnızca canlılar tarafından sentezlenebilen protein yapısında olan enzimler, hücre içerisinde meydana gelen tepkimeleri düzenleyen biyolojik katalizörlerdir (Dikilitaş ve ark., 2018). Fungusların gelişimi ve savunma mekanizmaları üzerinde önemli bir etkiye sahiptirler (Poussereau ve ark., 2001). Bu enzimlerden bazıları, selülazlar, pektin liyaz, β-galaktosidaz ve proteaz gibi enzimlerdir. Patojen salgıladığı bu enzimler sayesinde bitki dokuları arasında gelişimini kolaylaştırır (Hegedus ve Rimmer, 2005). Proteazlar bitki-patojen etkileşiminde önemli bir konuma sahiptir. Birçok enfekteli bitki dokularında proteaz enzimleri tespit edilmiştir (Ocvirk ve ark., 2020). Proteazlar ile virülenslik arasında pozitif önemli bir ilişki olduğu ortaya konmuştur (Dikilitaş ve ark., 2018).

Bu bakımdan normal değerlerinin altında ya da üstünde elde edilen değerler fungusun savunma ve virülenslik mekanizması hakkında önemli bir yere sahiptir (Rollins, 2003; Dikilitaş ve ark., 2010).

Z. tritici izolatlarının (35°C hariç) maruz bırakılan bütün sıcaklıklarda proteaz enzimini sentezlendiği görülmüştür (Çizelge 2). Genel olarak patojen fungusların proteaz seviyesi onların virülenslik durumları ve patojenisite durumları ilgili bulunmuştur (Cotton ve ark., 2002; Dikilitaş ve ark., 2018). Dolayısı ile test edilen bütün sıcaklıklarda patojenin proteaz aktivitesinin tespit edilmiş olması, patojenin izolatlarının yüksek sıcaklıklarda da virülenslik gösterebileceğini ortaya koymuştur. Bu durum ırkların sıcaklığa adaptasyon yeteneği göstererek bitkileri enfekte edebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Dikilitaş ve ark., 2010).

Çizelge 2. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *Zymoseptoria tritici* izolatlarının proteaz aktivitesi
Table 2. Protease activity of *Zymoseptoria tritici* isolates exposed to different temperatures

<i>Z. tritici</i> İzolatları	4°C	15°C	25°C	30°C	35°C
<i>Z. tritici</i> isolates					
CU112StK239	0.13 ± 0.02 a	0.15 ± 0.02a	0.11 ± 0.02a	0.12 ± 0.02 a	0
CU102StM34	0.15 ± 0.02 a	0.12 ± 0.03a	0.12 ± 0.02 a	0.14 ± 0.03 a	0
CU107StH110	0.12 ± 0.02 a	0.11 ± 0.03a	0.10 ± 0.03 a	0.14 ± 0.03 a	0
CU100StA4	0.12 ± 0.02 a	0.15 ± 0.03 a	0.14 ± 0.03 a	0.15 ± 0.02 a	0

Prolindeğerlerinin ölçümü

Fungal izolatların virülenslik derecesini tespit etmek için kullanılan proteaz aktivitesi yanında, etmenlerin stres durumunu belirlemek için prolin ve melonadialdehid ölçümleri de yapılmıştır. Bir amino asit olan prolin, fungusun etkisinde kaldığı sıcaklık faktörüne karşı doğrudan belirleyici olmasa bile stresin seviyesi hakkında önemli ipuçları vermektedir (Karakaş ve Dikilitaş, 2013). *Z. tritici* izolatları genel itibari ile 30°C'de diğer sıcaklık değerlerine göre yüksek prolin sentezlemişler, izolatlar arasında önemli fark tespit edilmemiştir (Çizelge 3). Fungal

izolatların 30°C'ye kadar herhangi bir stres amino asidi sentezlemeden protein ve enzim sentezini gerçekleştirdiği tespit edilmiştir.

Serbest bir amino asit olan prolin, stress koşullarında NAD/NADH oranının düzenlenmesini sağladığından fungal patojenler ozmotik dengeyi ve NAD/NADH oranını sağlayabilmek için daha fazla prolin biriktirirler (Kishor ve ark., 2005; Zhu ve ark., 2010). Prolin osmotik ayarlamalar sağlayarak hücresel zarı sıcaklık stresine karşı koruyabilir. Hücresel asitliği azaltıp düşük sıcaklıkların verdiği hasarı azaltabilir (Sharma ve Dietz, 2006).

Çizelge 3. Farklı sıcaklıklara maruz kalan *Zymoseptoria tritici* patojeninin prolin değerleri
Table 3. *Proline values of Zymoseptoria tritici* pathogen exposed to different temperatures

$\mu\text{ mol g}^{-1}$ yaş misel ağırlığı					
<i>Z. tritici</i>	4°C	15°C	25°C	30°C	35°C
CU112StK239	5.40 ± 0.02a	5.58 ± 0.03 a	5.22 ± 0.04 a	7.74 ± 0.03 a	0
CU102StM34	7.02 ± 0.03 a	5.04 ± 0.02 a	5.40 ± 0.03 a	7.56 ± 0.04 a	0
CU107StH110	6.5 ± 0.04a	4.68 ± 0.03 a	5.40 ± 0.02 a	8.86 ± 0.03 a	0
CU100StA4	5.04 ± 0.04 a	4.95 ± 0.03 a	4.50 ± 0.02 a	7.66 ± 0.03 a	0

Malonadialdehit (MDA) değerlerinin ölçümü

Z. tritici izolatları MDA değerlerine yine prolin verilerinde olduğu gibi en yüksek 30°C'de ulaşmıştır. Fungal izolatlar, diğer sıcaklıklarda MDA açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiştir. Göreceli olarak 15-25°C arasında MDA değerleri diğer sıcaklıklara göre düşük bulunmuş, genel olarak 30°C'de stres metaboliti sentezlemişler, ancak izolatlar arasında önemli fark tespit edilmemiştir.

Lipidperoksidasyonu sonucunda oluşan MDA, yağların bileşimindeki doymamış moleküllerin oksijenle yükseltgenmesi ile oluşan aldehit, keton,

hidroksi asitler, keto asitler, alkoller gibi nihai bir üründür (Mittova ve ark., 2004). Lipid peroksidasyonu sıcaklık, ışık, nem gibi faktörler tarafından tetiklenebildiği gibi serbest radikaller de bu süreci başlatabilir (Thakur ve Sarhma, 2005). Bu faktörlerin etkisinin artması daha fazla MDA sentezlenmesine neden olur (Yakıt ve Tuna, 2006; ShamsPeykani ve Sephr, 2018). Dolayısıyla MDA seviyesi genellikle bir stres göstergesi olarak kabul edilmektedir. MDA seviyesinin sıcaklık stresinin etkisini tolere edebilmek ve ozmotik dengeyi sağlamak için üretildiği düşünülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı sıcaklıklara maruz bırakılan *Zymoseptotia tritici* patojeninin MDA değerleri
Table 4. *MDA values of Zymoseptotia tritici* pathogen exposed to different temperatures

nmol g^{-1}					
<i>Z. tritici</i>	4 °C	15 °C	25 °C	30 °C	35 °C
CU112StK239	6.28 ± 0.04b	3.61 ± 0.04b	1.68 ± 0.01a	11.14 ± 0.01b	0
CU102StM34	10.80 ± 0.03a	2.37 ± 0.01a	1.85 ± 0.02a	12.25 ± 0.01b	0
CU107StH110	5.72 ± 0.03b	2.77 ± 0.02a	1.44 ± 0.03a	13.40 ± 0.02b	0
CU100StA4	10.52 ± 0.02a	1.56 ± 0.02a	2.02 ± 0.02a	8.74 ± 0.03a	0

Zymoseptotia tritici'nin melanin değerleri

Birçok organizmada önemli koruyucu roller üstlenen melanin normal ve stres koşullarında

fungal etmenin hücre duvarında sentezlenen bir pigment olarak bilinmesine karşın son yıllarda strese karşı oluşturulan dayanıklılık, virülenslik ve

enerji nakli gibi konular ile de ilişkilendirilmiştir (Zhu ve ark., 2010). Birçok fungus, fenolik bileşiklerin oksidatif polimerizasyonu ile oluşan koyu kahverengi ve siyah pigmentlerden oluşan melaninler üretir (Heidrich ve ark., 2019). Melaninler bir örtü görevi görerek organizmayı sıcak-soğuk ve kuraklık stresi gibi çevresel faktörlere karşı korumada rol oynayabilen önemli bir karbonhidrattır (Pacelli ve ark., 2017). Ayrıca serbest radikaller, UV ve solar radyasyon gibi fiziksel etkilere karşı koruyucu bir görev üstlendiği bilinmektedir (Geng ve ark., 2008).

Kubo ve Furusawa (1991) bitkilerde antraknoza neden olan *Colletotrichum* türlerinde appressorium oluşumu ve penetrasyonu üzerine yaptıkları çalışmada appressorial melanin sentezleyen ırkların daha dayanıklı olduğunu ve penetrasyonu oluşturabildiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar *C. lagenarium*'un albino mutantlarıyla yaptıkları çalışmada melanin içermeyen appressoriumun konukçu bitkiye

nüfuz edemediğini bildirmişlerdir.

Howard ve Valent (1996) pirinç bitkisinde hastalığa neden olan *Magnaporthe grisea*'nın bitkiye penetrasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada appressoriumun aseksüel sporun bir çimlenme tüpünden tek bir hücre olarak oluştuğunu konukçu bitkiye teması sağlayan uç kısmı hariç geriye kalan hiflerin tamamen melanize bir yapıda olduğunu bildirmişlerdir. Tsuji ve ark. (2003), patojenik fungusların sentezlediği melaninin konukçu dokusunu istila etmek için gerekli olan turgor basıncın oluşmasına katkıda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Patojenin yüksek sıcaklıklarda melanin sentezleyerek, sıcaklık değişimlerine karşı tolerans geliştirerek ve hatta bu koşullara adaptasyon sağlayarak virülenslik şiddetini koruyabileceği görülmüştür. Patojenin çok daha yüksek sıcaklıklarda uygun nem koşullarında melanin sentezleyebilme potansiyeli abiyotik stres altında bulunan bitkiler için potansiyel tehlike oluşturacağı ortaya konmuştur.

Çizelge 5. *Zymoseptoria tritici* Patojeninin melanin değerleri
Table 5. Melanin values of *Zymoseptoria tritici* pathogen

<i>Z. tritici</i>	4 °C	15° C	25°C	30 °C	35°C
CU112StK239	0.382 ± 0.06	0.354 ± 0.08	0.345 ± 0.01	0.441 ± 0.09	0
CU102StM34	0.502 ± 0.06	0.462 ± 0.08	0.334 ± 0.01	0.592 ± 0.09	0
CU107StH110	0.480 ± 0.06	0.403 ± 0.08	0.548 ± 0.01	0.598 ± 0.09	0
CU100StA4	0.392 ± 0.06	0.265 ± 0.08	0.331 ± 0.01	0.453 ± 0.09	0

Sonuçlar ve Öneriler

Z. tritici izolatlarından hiç biri 35°C'de gelişmemiş olup inkubasyonun 10. gününden itibaren gelişmeleri tamamen durmuştur. Denemelerde kullanılan sıcaklık değerleri diğer araştırmacıların verileri ile paralellik göstermektedir. Ancak, fungal izolatlar 35°C'den sonra yeniden oda sıcaklığına (20-25°C) alındığında miselyal gelişme göstermeyen fungal izolatlar tekrar gelişmeye başlamıştır. Görsele bağlı bir çalışma olduğu için rakamsal bir veri verilmemiştir. Patojenin, optimum sıcaklık değerlerinden (25°C) uzaklaştıkça söz konusu

izolatların prolin miktarlarında artış meydana gelmiştir. Sıcaklıkların yükselmesi patojenin protein içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Fungus en yüksek proteiniçeriğine 15°C'de ulaşmıştır. En düşük protein miktarı ise 30°C'de sentezlenmiştir. Buna karşın prolin miktarı optimum koşullardan uzaklaştıkça artmıştır (4°C'de, 7.02 mgg⁻¹ yaş misel ağırlık; 30°C, 8.86 mgg⁻¹ yaş misel ağırlık). Bu durum fungal etmenin proteinlerinin parçalanarak proline dönüşmesi sonucu oluşmuştur. Buna karşın prolin seviyesinin artışına katkıda bulunduğunu da göstermiş sentezlenen prolinin yanında proteinlerin parçalanmasından dolayı açığa çıkan prolinin de devreye girdiği görülmüştür. Fungus en yüksek

MDA değerine 30°C ulaşmış, daha sonraki en yüksek değere 4°C'de ulaşmıştır. En düşük MDA değeri ise 25°C'de elde edilmiştir. Patojenin gelişimi için uygun olan sıcaklıklarda MDA düşük çıkarken sıcaklık değerlerinin optimal değerlerden uzaklaşması ile MDA değerlerinde yükselme görülmüştür.

Patojenin proteaz miktarı sıcaklık değişimlerinden genel anlamda etkilenmiş, ortamın sıcaklığı arttıkça proteaz seviyesi de artmış fakat 35°C'de tamamen durmuştur. Patojenlerden salgılanan proteaz miktarı *in vitro* koşullarda ortam içeriğine pH ve sıcaklık değerlerine göre değişiklik göstermektedir (Zhan ve ark., 2013).

Yine melanin açısından bakıldığında en yüksek melanin sentezi 30°C'de oluşmuştur. Düşük melanin sentezi 15°C'de gerçekleştirilmiştir. Fungus kendisi için uygun sıcaklık değerlerinden uzaklaştıkça oluşan sıcaklık stresinden korunmak için yapısındaki melanin miktarını arttırma yoluna giderek stresi tolere edebildiği değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular sunucunda, *Z. tritici*'nin farklı sıcaklık değerlerine gösterdiği tepkiler biyokimyasal olarak belirlenmiş, moleküler olarak aynı olan özellikleri sentezleyen izolatların biyokimyasal davranışlarında farklılık elde edilmesi bu izolatların buldukları farklı iklim koşullarına adaptasyon geliştirebildiklerini ortaya koymuştur. Stres koşullarında patojenin göstereceği biyokimyasal davranışlar belirlendiğinde, bu patojene karşı daha etkili koruma metotlarının geliştirilmesi mümkün olacaktır. Dolayısı ile küresel ısınmadan dolayı kısa süreli sıcaklık dalgalanması bu tip fungal etmenleri kısa süreli olarak inhibe etmesi beklense de sıcaklığın düşmesi ile yeniden enfeksiyon yapma kapasitesine ulaşabileceği değerlendirilmiştir.

Z. tritici izolatlarının yüksek sıcaklıklarda da proteaz enzim sentezleyebilmesi veya izolatlar arasında enzimsel açıdan farklılık bulunması, patojen izolatlarının farklı adaptasyon kabiliyetlerine de sahip olabileceği anlamına gelmektedir. Dolayısı ile ilerleyen zaman içinde aynı bölgelerden tekrar yapraktan izole edilerek izolatların enzim performanslarının tekrar teyit

edilmeleri ile patojen izolatlarının adaptasyon kabiliyeti de belirlenmiş olacaktır.

Ekler

Bu makale yazarın aynı adlı tez çalışmasından türetilmiştir.

Çıkar çatışması:“Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder”.

Yazar Katkısı: Nevzat KILINÇ, çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuştur, Nevzat KILINÇ ve Murat DİKİLİTAŞ çalışmayı yürütmüş, verileri analiz etmiştir. Mukaddes KAYIM ve GÜLSÜM ÜNAL izolatların elde edilmesi ve hastalık etmeninin teşhisini yapmıştır.

Kaynaklar

- Bates, L.S., Waldren, R.P. ve Teare, I.D., (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, 39:205–207.
- Bremer, H., Ismen, H., Karel, G., Ozkan, H. ve Özkan, M., (1948). Contributions to the knowledge of the parasitic fungi of Turkey Part III. *Journal Article Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul*, 13(1), 1-53.
- Bora, T. ve Karaca, I., (1970). Bitki hastalıkları sürveyi. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova. 43s.
- Chungu, C., Gilbert, J. and Townley, S.F., (2001). *Septoria tritici* blotch development as affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration, and host. *Plant Dis*, (85), 430-435.
- Cotton, P., Rasclé, C. and Fevre, M., (2002). Characterization of PG2, an early endo PG produced by *Sclerotinia sclerotiorum*, expressed in yeast. *FEMS Microbiology Letters*, 213(2), 239-244.
- Dikilitaş, M., Oğuz, A.Ç. ve Karakaya, A., (2018). Extracellular protease activity and glucose production in isolates of net blotch pathogens differing in virulence. *Zemdirbysite-Agriculture*, 105(1), 89-94.
- Dikilitaş, M. ve Karakaş, S., (2010). Salt as potential environmental pollutants, their types, effects on plants, and approaches for their phytoremediation. plant adaptation and phytoremediation (Edited By M. Ashraf, M. Ozturk, M.S.A. Ahmad). Springer Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 357-383.
- Eğerci, Y., Öztürk, M.Ö. ve Hekimhan, H., (2020). Ege bölgesinde buğdayda septorya yaprak lekesi hastalığı (*zymoseptoria tritici*)'nin yaygınlığının belirlenmesi ve moleküler tanılanması. *The Turkish Journal of Phytopathology*, 49 vol.,issue (3), 63-67.

- Essahibi, A., Benhiba, L. and Babram, M.A., (2018). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the functional mechanisms associated with drought tolerance in carob (*Ceratonia siliqua* L.). *Trees* 32,87–97. <https://doi.org/10.1007/s00468-017-1613-8>.
- Gadd, G.M., (1982). Effect of media composition and light on colony differentiation and melanin synthesis in *Microdochium bollei*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, (78), 115-122.
- Geng, J., Yu, S.B., Wan, X., Wang, X.J., Shen, P., Zhou, P. and Chen, X.D., (2008). Protective action of bacterial melanin against DNA damage in full UV spectrums by a sensitive plasmid-based noncellular system. *J Biochem Biophys Methods*, 70(6), 1151-1155.
- Girard, C. and Michaud, D., (2001). Validation of methyl malondialdehyde as internal standard for malondialdehyde detection by capillary electrophoresis. *Analytical Biochemistry*, 308, 388-391.
- Goodwin, S.B., Barek, M.S.B., Dhillon, B., Wittenberg, A.H., Crane, C.F. and Hane, J.K., (2011). Finished genome of the fungal wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola* reveals dispen some structure, chromosome plasticity, and stealth pathogenesis. *Plos Genetics*, (7), 1-17.
- GUO, J.R. and Verreet, J.A., (2008). Formation and Germination of *Septoria tritici* secondary conidia as affected by environmental factors. *Journal of Phyto pathology*, (156), 635-637.
- Heidrich, D., Corbellini, V.A., Mendes, S.D.C., Fernandes, E.K., Lazzarotto, L., Ribeiro, A.C., Zanette, R.A. and Scroferneker, M.L., (2019). Melanin: quantification and protection agains toxidative stress in chromo blastomycosis agents. *MedMycol*, (57), 260–263.
- Hegedus, D.D. and Rimmer, S.R., (2005). *Sclerotinia sclerotiorum*: When “to be or not to be” a pathogen? *Microbiology Letters*, (251), 177-184.
- Howard, R.J. and Valent, B., (1996). Breaking and entering: host penetration by the fungal rice blast pathogen *Magnaporthe grisea*. *Annu Rev Microbiol*, (50), 491-512.
- İren, S., (1962). Tarla bitkileri hastalıkları. Ayyıldız Matbaası, Ankara, 3-94s.
- Karakaş Dikilitaş, S., (2013). *Farklı tuz seviyelerindeki topraklarda yetiştirilen domatesin gelişimi ve bazı fizyolojik özellikleri ile toprak iyileştirilmesi üzerine arkadaş bitkilerin etkileri*. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 315s.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. and Stalpers, J.A., (2001). Ainsworth and Bisby’s dictionary of the fungi. *CABI Publishing*, Cambridge.
- Kishor, K., Sangam, S., Amrutha, R.N., Sri Laxmi, P. and Naidu, K.R., (2005). Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants. *Current Science*, 88(3), 424-438.
- Kubo, Y. and Furusawa, I., (1991). Melanin Biosynthesis. The fungal spore and disease initiation in plants and animals. *Springer*, Boston. 540pp.
- Kurt, Ş., (2016). Bitki fungal hastalıkları. Akademisyen Kitap Evi, İstanbul, 214s.
- Kurt, Ş. ve Tok, F.M., (2006). Influence of inokulum concentration, leaf age, temperature and duration on leaf wetnes on *Septoria Blight* of parsley. *Crop Protection*, 25, 556-561.
- Mittova, V., Guy, M., Tal, M. Ve Volokita, M., (2004). Salinity up-regulates the antioxidative system in root mitochondria and peroxisomes of wild salt-tolerant tomato species *Lycopersicon pennellii*. *Journal of Experimental Botany*, 55(399), 1105-1113.
- Ocvirk ,D., Špoljarević,M., Kristić, M., Hancock,J.T., Teklić, T. and Lisjak, M., (2020). The effects of seed priming with sodium hydrosulphide on drought tolerance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in germination and early growth. Ministry of Science and Technology, Croatia, Grant/Award Number: 079-0790494-0559.
- Pacelli, C., Bryan, R.A., Onofri, S., Selbmann, L., Shuryak, I. and Dadachova, E., (2017). Melanin is effective in protecting fast and slow growing fungi from various types of ionizing radiation. *Environment Microbiology*, 19, 1612–1624.
- Paper, J.M., Scott C.J.S., Adhikari, N.D., Cuomo, C.A. and Walton, J.D., (2007). Comparative proteomics of extracellular proteins *in vitro* and in planta from the pathogenic fungus *Fusarium graminearum*. *Proteomics*, 7(17), 3171-3183.
- Poussereau, N., Creton, S., Grand, G.B., Rasclé C. and Fevre, M., (2001). Regulation of *acp1*, encoding a non-aspartyl acid protease expressed during pathogenesis of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Microbiology*, 147, 717-726.
- Rollins, J.A., (2003). The *Sclerotinia sclerotiorum* *pac1* Gene is required for sclerotial development and virulence. *The American Phytopathological Society*, 16(9), 785-795.
- Saidi, A., Eslahi, M.R. and Safaie, N., (2012). Efficiency Of *Septoria tritici* sporulation on different culture media. *Trakia Journal of Sciences*, 10(3), 15-18.
- Sairam, R. K. and Saxena, D. C., (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and CropScience*, 184(1), 55-61.
- Shams Peykani, L. and Sepehr, M.F., (2018). Effect of chitosan on antioxidant enzyme activity, proline, and malondialdehyde content in *Triticumaestivum* L. and *Zeamaize* L. under salt stres condition. *Iranian Journal of PlantPhysiology*, 9 (1), 2661- 2670.
- Sharma, S.S. and Dietz, K.J., (2006). The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stres. *Journal of Experimental Botany*, 57(4), 711-726.
- Sidhu, Y.S., Chaudhari, Y.K., Usher, J., Cairns, T.C., Csukai, M. and Haynes, K., (2015). A suite of gateway compatible ternary expression vectors for functional analysis in *Zymoseptoria tritici*. *Fungal Genet. Biol.*, 79, 180-185.
- Thakur, M. and Sharma, A.D., (2005). Salt-stress induced proline accumulation in germinating embryos: evidence suggesting a role of proline in seen germination. *Journal of Arid Environments*, 62, 517-523.
- Torriani, S.F.F., Brunner, P.C., Mcdonald, B.A. and Sierotzki, H., (2009). Qo Iresistance emergedin dependently at least 4 times in European populations of *Mycosphaerella graminicola*. *PestManage. Sci.*, 65, 155-162.
- Tsuji, W., Mek, A., Inanaga, S. and Sugimoto, Y., (2003).

- Growth and gas exchange of three sorghum cultivars under drought stress. *Biomedical and Life Sciences*, 46(4), 583-587.
- Unal, G., Kayim, M., Ay, T. ve Yones, A.M., (2017). Evaluation of disease intensity and molecular identification of *Zymoseptoria tritici* causing Septoria leaf blotch on wheat in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turk. Agric. For.*, 41, 405-413.
- Wawra S., Djamei, A., Albert I, N.U., Rnberger, T. and Kahmann, R., (2013). In vitro translocation experiments with RxLR-reporter fusion proteins of Avr1b from *Phytophthora sojae* and AVR3a from *Phytophthora infestans* fail to demonstrate specific autonomous uptake in plant and animal cells. *Mol Plant Microbe Interact*, 26, 528-536.
- Yakit, S. Ve Tuna, A.L., (2006). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'un etkileri. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 59-67.
- Mustafa, Z., (2020). Distribution of *Septoria tritici* blotch disease agent *Zymoseptoria tritici* mating type idiomorphs in Turkey. *Bitki Koruma bülteni*, 60 (3), 33-38.
- Zhan, F., Xie, Y., Zhu, W., Sun, D., Mcdonald, B.A. and Zhan, J., (2016). Linear correlation analysis of *Zymoseptoria tritici* aggressiveness with *in vitro* growth rate. *Phytopathology*, 106, 1255-1261.
- Zhan, J. and Mcdonald, B. A., (2013). Experimental measures of pathogen competition and relative fitness. *Annu. Rev. Phytopathology*, 51, 131-153.
- Zhu, X.C., Song, F.B. and Xu, H.W., (2010). Arbuscular *mycorrhizae* improves low temperature stress in maize via alterations in host water status and photosynthesis. *PlantandSoil*, 331(1), 129-137.



Yarı-kurak ekolojik koşullar altında farklı kayaç türleri üzerinde oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal ve jeo-kimyasal özellikleri

Physicochemical and geochemical properties of soil formed on different rocks types under subarid ecological condition

Pelin ALABOZ^{1*}, Sinan DEMİR¹, Hüseyin ŞENOL¹, Orhan DENGİZ², Kamil YILMAZ³,
Oğuz BAŞKAN⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Isparta

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Samsun

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü- Isparta

⁴Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Siirt

¹<https://orcid.org/0000-0001-7345-938X>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1119-1186>; ³<https://orcid.org/0000-0001-5676-7161>;

⁴<https://orcid.org/0000-0002-0458-6016>; ⁵<https://orcid.org/0000-0002-2129-1949>; ⁶<https://orcid.org/0000-0002-1797-6590>

To cite this article:

Alaboz, P., Demir, S., Şenol, H., Dengiz, O., Yılmaz, K., & Başkan, O. (2021). Yarı-kurak ekolojik koşullar altında farklı kayaç türleri üzerinde oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal ve jeo-kimyasal özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4):480-496.

DOI: 10.29050/harranziraat.903887

*Address for Correspondence:

Pelin ALABOZ

e-mail:

pelinalaboz@isparta.edu.tr

Received Date:

26.03.2021

Accepted Date:

23.10.2021

© 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

Toprağı oluşturan ana materyalin niteliği, toprak oluşumunu ve besin elementlerinin elverişliliğini önemli ölçüde etkileyen bir faktördür. Bu çalışmada; Afyon ili Sandıklı ilçesinde bulunan magmatik, metamorfik ve tortul kayaçlar üzerinde oluşmuş toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerdeki değişimlerin belirlenmesi ve jeokimyasal özelliklerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Arazi kullanım türü mera ve kuru tarım olan toprakların fiziko-kimyasal özelliklerindeki değişkenlik en yüksek metamorfik, en düşük ise tortul kayaçlar üzerinde oluşmuş topraklarda belirlenmiştir. Tortul kayaçlar üzerinde oluşan topraklar genellikle kireç içeriği yüksek ve hafif alkalin reaksiyonlu olup, bazik katyonlarca zengindir. Tortul kayaçlarda kil ile tarla kapasitesi ve solma noktası arasında çok kuvvetli ilişki belirlenmiştir ($r:0.93;0.89$; $p<0.001$). Ayrıca, Fe içeriğinin kil ($r: 0.71$) ve solma noktası ile pozitif ($r: 0.75$) yönlü yüksek seviyeli ilişki gösterdiği de tespit edilmiştir. Magmatik kayaçlar üzerinde oluşmuş topraklarda ise Mg ile solma noktası (0.78 ; $p<0.001$) ve kum ($r:-0.77$; $p<0.001$) önemli yüksek ilişki göstermiştir. Metamorfik kayaçlarda oluşum gösteren topraklarda kum ve Fe içeriği diğer toprak özellikleri ile negatif yönlü, değişebilir katyonlar ile tarla kapasitesi ve solma noktasında ise kuvvetli, pozitif yönlü korelasyon belirlenmiştir. Magmatik kayaçlar üzerinde oluşmuş topraklarda P_2O_5 , tortullarda CaO, metamorfiklerde ise SiO_2 içerikleri diğer toprak gruplarına göre istatistiksel olarak önemli değişim sergilemiştir ($p<0.01$). Genel olarak temel toprak özelliklerinde arazi kullanımı ve ana materyale bağlı istatistiksel olarak önemli değişkenlikler tespit edilmiştir. Majör oksitlerde ise ana kayadaki farklılığa göre önemli, arazi kullanımına bağlı değişimler ise önemsiz bulunmuştur. Çalışma sonucunda, yarı kurak ekolojik koşulları altında toprak oluşturan faktörlerinden birisi olan ana materyalin toprak özellikleri üzerinde önemli derecede farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Magmatik, Metamorfik, Tortul, Toprak özellikleri, Afyon-Sandıklı

ABSTRACT

The nature of parent material that makes up a soil significantly affects the formation of soil and the availability of nutrients. This study aimed to determine changes in some physicochemical properties of soils formed on magmatic, metamorphic and sedimentary rocks located in Sandıklı District of Afyon province and to compare geochemical properties. The variability in the physicochemical properties of the soils whose land use types are pasture and dry farming were determined the highest in the soils formed on metamorphic and the lowest sedimentary rocks. Soils on sedimentary rocks have usually high in lime

content and have a slightly alkaline reaction and rich in basic cations. In sedimentary rocks, a very strong relationship between clay and field capacity and wilting point was determined ($r: 0.93; 0.89; p < 0.001$). It was also found that Fe content showed a significantly positive directional relationship with clay ($r: 0.71$) and the wilting point ($r: 0.75$). In soils formed on magmatic rocks, the wilting point ($0.78; p < 0.001$) and sand ($-0.77; p < 0.001$) showed a significant high relationship with Mg. In soils that formed on metamorphic rocks, a strong, positive correlation was determined with sand and Fe content with other soil properties and negative directional, changeable cations and field capacity and wilting point. P_2O_5 in soils formed on magmatic rocks, CaO in sediments, and SiO_2 content in metamorphic showed statistically significant changes compared to other soil groups ($p < 0.01$). In general, the effects of land use and parent material on basic soil properties were found to be statistically significant. In major oxides, the bedrock effect was found to be statistically significant ($p < 0.01$) and the land use effect was statistically insignificant. As a result of the study, it was found that the parent material, which is one of the factors that make up the soil under semi-arid ecological conditions, shows significant differences in soil properties.

Key Words: Magmatic, Metamorphic, Sedimentary, Soil properties, Afyon-Sandıklı

Giriş

Toprağın oluşumunda etkin rol alan başlıca çevresel faktörlerden birisi ana materyal-kayaçlardır. Topraklar yüzyıllar süren bir zaman diliminde gevşek yapıda olan ana materyal üzerinde oluşmaktadır. Ana kayanın parçalanma ve ayrışması sonucu ortaya çıkan ana materyalin olduğu kayaçların çeşit ve özellikleri, oluşacak toprak özellikleri için önemli bir etkidir. Toprakların majör, minör ve nadir element içerikleri ana materyalin özelliği, ayrışma süreçleri, biyolojik faaliyetler ve çeşitli faktörlerle ilave olan depozitlere bağlıdır. Bu nedenle, ana materyalin özelliği, toprak oluşumu ve besin elementlerinin varlığını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Ayrıca ana materyalin jeokimyasal ve mineralojik özellikleri, toprakların ayrışma indisleri, besin elementi konsantrasyonları, verimlilik, strüktürel yapı, nem tutma, tamponlama özelliği çevresel etkiler neticesinde belirlenir. Fauna ve floraya ait artıklar ve biyolojik süreçlerde, oluşum süreçlerine katkı sağlayan etkenlerdendir (Altınbaş, 2000). Toprağın oluşumu sırasında bazı dönüşümler, yer değiştirmeler, katımlar ve kayıplar şeklinde farklı süreçlerin hâkim olması toprak özelliklerindeki değişkenliğin bir sebebidir (Brady ve Weil, 1999). Hasandağ volkanik materyal üzerinde toprak oluşum sürecini inceleyen Özyaytekin ve Dedeoğlu (2021); solumdan bazik katyonların ve Al'nin yıkanması ve kaybı ile demir ve alüminyumun kumdan ve silt fraksiyonlarından, ikincil kil ve kristalize Fe minerallerine dönüşümünün etkin olduğunu bildirmiştir. Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların fiziksel, kimyasal, mineralojik

ve verimlilik özelliklerinin profil bazlı değişiminin incelendiği çalışmada; profillerin değişebilir baz içeriklerinin itibir üzerinde oluşan Ultisoller dışında düşük olduğu, oldukça geniş fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak toprakların ayrışma derecelerinin artmasına göre ana kayanın Fe, Al ve Si içeriği ile toprakların içerikleri arasında bir ilişki belirlenmemesine rağmen demir içeriği ile toprak yoğunluğu arasında kuvvetli ilişkiler bulunmuştur (Araujo ve ark., 2014). Dengiz ve ark., (2013) kireç taşı- marn üzerinde farklı topoğrafik pozisyonlarda oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ve ayrışma oranlarının incelenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, toprakların pedolojik gelişim süreçleri ve ayrışma oranlarının tamamen birbirinden farklı olduklarını belirtmişlerdir. Şenol ve ark. (2020) ise volkanik ana materyal üzerinde toprakların kil, kireç ve Ca içeriğini düşük seviyede belirlemiştir. Ayrıca çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası ana materyal üzerinde oluşmuş alüvyonlarda organik madde içerikleri düşük olarak belirlenmiştir.

Oluşum süreçleri sonucu toprak özellikleri farklılıklar gösterse de toprak özelliklerinin bir biri ile ilişkili olduğu yapılan birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Farklı topoğrafik pozisyonlar üzerinde oluşmuş toprakların bazı özelliklerinin modellenmesine yönelik yapılan bir çalışmada; toprakların katyon değişim kapasitesi ve eğim arasında negatif yönlü (-0.923), yükseklik ile organik madde arasında ise pozitif yönlü (0.914) önemli seviyede korelasyon belirlenmiştir (Ekberli ve Dengiz, 2017). Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların morfolojisi ve mineralojik özelliklerinin incelendiği başka bir çalışmada;

Vertisol olarak sınıflandırılan topraklarda baskın kil minerali smektit olarak belirlenirken, Calci Haplustert yüzey horizonlarında likit limit, Entic Haplustert topraklar da ise plastiklik indeksi yüksek seviyelerde belirlenmiştir (Gürsoy ve Dengiz, 2018). Tunçay ve ark. (2020), tarafından yapılan çalışmada; ayrışma süreçlerinden daha fazla etkilenmiş B_{ss} horizonu içeren Vertisol toprak gruplarında su tutma özelliği ve ayrışma indisi değerleri Regosellere göre daha yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmalar genellikle tek bir kayaç oluşumlarında gerçekleştirilmiş ve aynı ana materyal olsa da diğer oluşum faktörlerinin etkileri sonucu farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Şenol ve ark. (2020) belirttiği gibi ve yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere özellikle toprakların sürdürülebilir yönetimleri açısından kazandıkları fiziko-kimyasal karakteristikleri ile verimliliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde farklı özelliklere sahip ana materyal kaynağının bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca farklı arazi kullanım şekillerine bağlı olarak toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinde değişikliklerin olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (Madenoğlu ve Erpul, 2018; Yılmaz ve Dengiz, 2021).

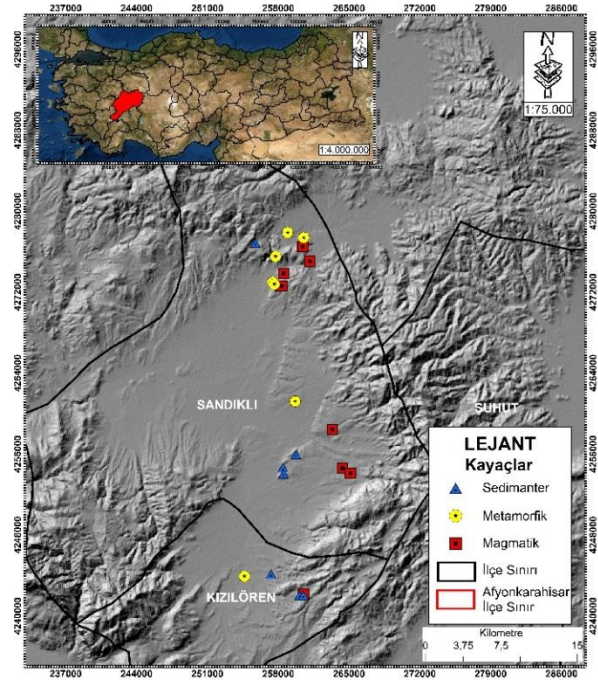
Bu çalışmada; Afyonkarahisar ili Sandıklı-Şuhut ilçeleri arasında yarı kurak iklim koşullarında kısa mesafeler içerisinde dağılım gösteren üç farklı jeolojik yapıya sahip (magmatik, tortul ve metamorfik) kayaçlar üzerinde oluşmuş mera ve kuru tarım arazi yönetimi altındaki toprakların, bazı fiziko-kimyasal ve jeo-kimyasal özellikleri ile ilişkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanının yeri

Çalışma alanı, Afyon il sınırları içerisinde Sandıklı ve çevresini içeren yaklaşık 750 km²'lik bir alanı kaplamakta olup, 1:25.000 topoğrafik paftalar olan K24-d3, K24-c4, L24-a2, L24-b1, L24-a3 ve L24-b4 paftalar içerisine girmektedir (Şekil 1). Sandıklı ilçesi ve civarında yer alan alanlar 1000-1200 m yüksekliğe sahip iken doğu, kuzey doğu ve güney doğu yönlerde bu yükseklik daha da artmaktadır.

Yükseklikte artışa bağlı olarak topoğrafik özelliklerde değişmekte ve eğim de artış göstermektedir.



Şekil 1. Çalışma alanına ait lokasyon haritası
Figure 1. Location map of the study area

Çalışma alanı içerisinde profil yerlerinin belirlenmesinde öncelikle alana ait 1:100.000 ölçekli jeoloji haritası değerlendirilmiş sonrasında, sahada kontrolleri yapılmıştır. Profil yerlerine ait arazi kullanım türleri yapılan arazi çalışması sırasında yerinde tespit edilmesinin yanı sıra, alanın arazi kullanım ve arazi örtüsünün genel anlamda dağılımını vermek amacıyla Corine (2018) sınıflamasına göre, alanın yaklaşık %30'dan fazlası tarım alanı olarak kullanılırken yaklaşık dörtte birlik kısmı (%25.1) mera ve %15.5' lik kısmı ise orman örtüsü ile kaplı bulunmaktadır. Ayrıca yaklaşık %1.5'lük kısmı ise yapay alanlar oluşturmaktadır. Çalışmada değerlendirilen profillerin arazi kullanımı mera ve kuru tarımdır.

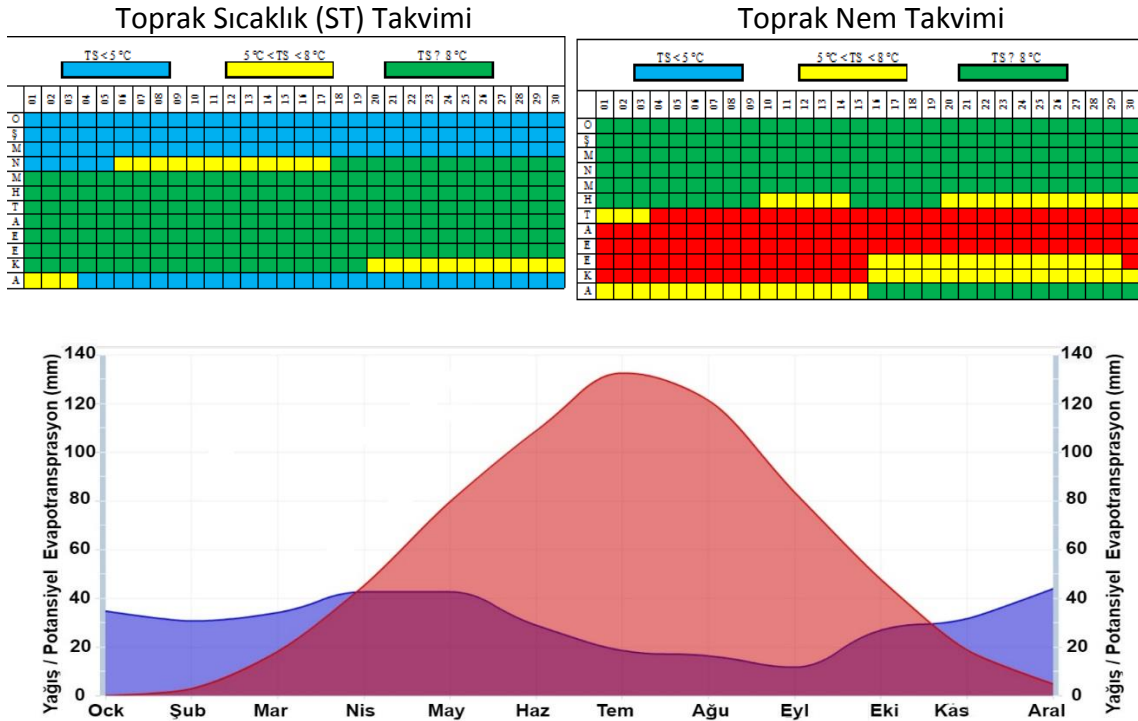
Çalışma alanına ait iklim verileri uzun yıllara ait Afyonkarahisar (Şuhut) Meteoroloji istasyonu rasat verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 10.8 °C, yıllık yağış 362.40 mm, yıllık buharlaşma 663.08 mm'dir (Çizelge 1). Bölgeye en fazla yağış aralık ayında (43.9 mm) ve en az yağış ise eylül ayında (11.7 mm) düşmektedir. Kışları soğuk, yazları sıcak ve uzun bir iç Anadolu step iklimi egemendir (Erinç, 1969).

Çizelge 1. Çalışma alanına ait meteorolojik veriler
Table 1. Meteorological data of the study area

İstasyon No	: 17829			Enlem	:38.31°								
Periyot	:1983-2018			Boylam	:30.34°								
Toprak Sıcaklık rejimi	: Mesic			Yükselti	:1140								
Toprak Nem Rejimi	: Xeric			Toprak su tutma kapasitesi	:100 mm								
Alt gurup	:Dry Xeric												
	AYLAR												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
T (°C)	0	1.3	5	10	14.5	18.6	21.7	21.3	17.3	11.7	6.1	2	10.8
P (mm)	37.7	30.7	37.1	42.6	42.6	28.9	18.5	16.3	11.7	26.8	31.6	43.9	362.4
PE (m)	0	2.84	18.11	45.18	79.59	108.81	132.46	121.19	83.52	47.78	18.84	4.76	663.08

Ayrıca, alanın toprak nem ve sıcaklık rejimlerinin belirlenmesinde jNSM 1.6.0 - Java Newhall Simülasyon Modeli (Newhall ve Berdanier, 1994; Van Wambeke, 2000) ve Toprak

Sınıflaması (Anonymous, 1999) kullanılmıştır (Şekil 2). Toprak sıcaklık rejimi "Mesic", toprak nem rejimi ise "Xeric" altgrup olarak "Dry Xeric" olarak belirlenmiştir.

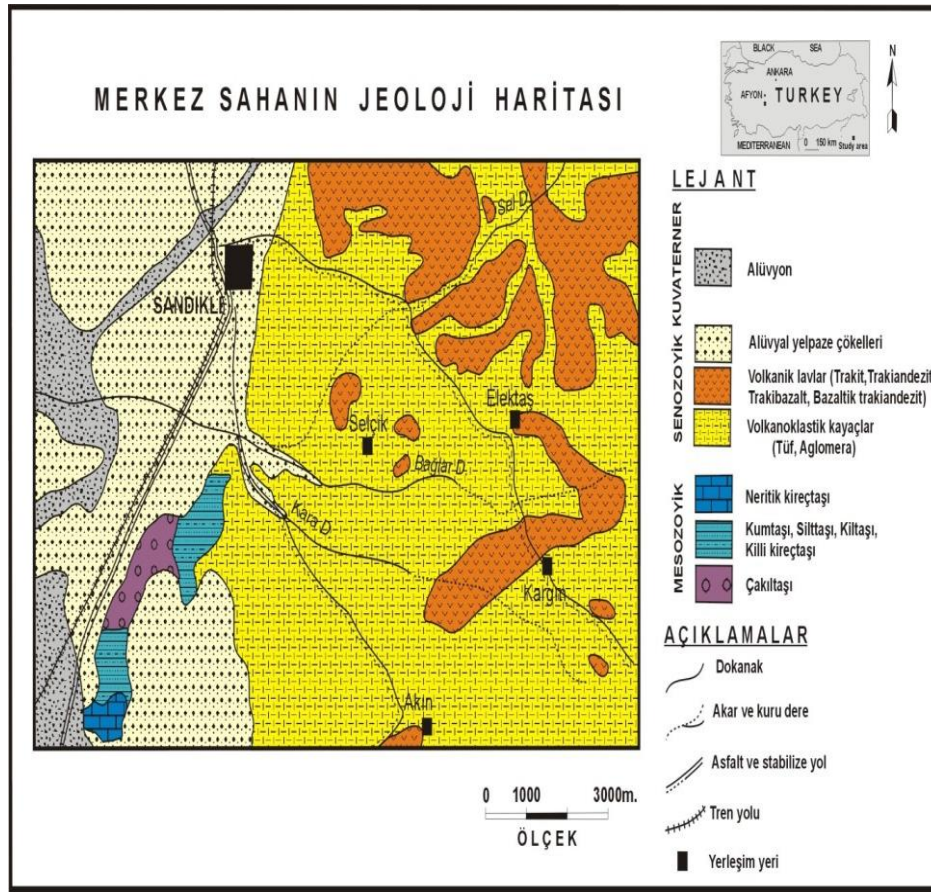


Şekil 2. Çalışma alanı Newhall modeline göre toprak nem bütçesi dağılımı

Figure 2. Soil moisture budget distribution according to the study area Newhall model

Çalışma, Sandıklı (Afyonkarahisar) ilçesi ve çevresinde bulunan üç farklı alanı içerir. (1) ilçenin yaklaşık 12 km kuzeyi, (2) Sandıklı yerleşim alanı çevresi, (3) ilçenin yaklaşık 14 km güneyi. Bunlar, MTA (Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü) 1/100.000 ölçekli haritalardan alınmıştır (MTA, 2011). Çalışma alanında MTA, (2011)'e göre Metamorfik birimler, şistler ve kuvarsit, tortul

(Çökel) birimler (dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı, çakıl taşı), kumtaşı, silt taşı, kil taşı, killi kireçtaşı, neritik kireçtaşı, melanj (serpantinit, bazik lav, gabro, radyolarit, çört, kireçtaşı), çakıl taşı, marn, aluviyal yelpaze çökeltileri, alüvyonlar iken, Volkanik birimler ise volkano-klastik kayalar (tüf, aglomera) volkanik lavlardır (trakit, trakiandezit, trakibazalt, bazaltik trakiandezit) (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanına ait jeoloji haritası
Figure 3. Geology map of the study area

Toprak profilleri ve ana materyaller

Çalışmada; tortul kayalar üzerinde oluşmuş (kireçtaşı, çakıl taşı, kumtaşı, siltaşı) 7 profil, Magmatik kayalarda (tüf, trakibazalt, trakiandezit, andazitik bazalt, bazaltik trakiandezit) 9 profil, Metomorfik kayalar üzerinde (alüvyon depozit, kolüvyal depozit, kuvarsit, killi şist, plajioklas-kuvars-sarisit şist) ise 9 profil üzerinde toplamda 64 toprak örneği ile çalışılmıştır. Profillerin ana materyalleri aşağıda tanımlanmıştır.

Kireçtaşı; Kayaç kirli beyaz, oldukça yumuşak ve erime boşlukları bulunan, içinde yabancı kayaç parçalarının bulunduğu mikritik karbonat çamurundan oluşmuş gölsel kireçtaşıdır. Bu doku içinde çökelmeye veya daha sonra erimeye bağlı olarak oluşmuş boşluklar bulunur. Boşluklar yarı yuvarlak, uzamış ve gelişi güzel olarak gelişmiş şekillerdedir. Bazı boşlukların çeperlerinde kalsit minerali kristallenerek meydana gelmiştir.

Çakıltaşı; Kayaç, büyük çoğunluğunu kireçtaşı çakılları, seyrek olarak volkanik kayaç, şist ve kuvarsların oluşturduğu hemen hemen yuvarlaklaşmış, polijenik, tanelerin kum matriksle tutturulduğu çakıltaşıdır. Çakıltaşını oluşturan

tanelerin yaklaşık % 90 kadarını kireçtaşı, % 4-5'ini şist, % 2-3'ünü ise volkanik kayaç parçaları ve seyrek olarak kuvarslar oluşturur. Çakıllar spari kalsitlerden oluşan bir çimento ile birbirine bağlanarak çimentolanmıştır.

Kumtaşı; Alterasyon yüzeyi kahve, taze yüzeyi gri renkli, kırıldığı zaman keskin köşelere sahip, sertliği yüksek bir kumtaşıdır. Kayaç karbonat çimentoyla birbirine bağlanan kuvars, seyrek plajioklas, mika ve kireçtaşı kırıntılarında meydana gelmiş olan bir litarenittir.

Siltaşı; Kayaç kahve-grimsi renkli, sert, keskin kırılma köşelerine sahip ince taneli siltaşıdır. Kayaç ince taneli kuvars kristalleri ile birlikte kil ve karbonat çamurundan oluşmuştur. Ayrıca kayaçta paralelkenar ve altıgen biçimler gösteren, yarı öz şekilli, kloritlemiş olan bazı mineraller de bulunmaktadır. Az sayıda bulunan kırık ve çatlaklar silis ve bazen de demir oksit oluşumları tarafından doldurulmuştur.

Tüf; Kayaç, yeşilimsi-gri renkli, oldukça yumuşak, içerisinde volkanik kayaç parçaları ve mineral içeren tüftür. Kayaç egemen olarak plajioklas, mika (biyotit veya flogopit), alkali

feldispat (sanidin) minerallerinin yer aldığı kristal bir tüftür. Bu kristallerle birlikte seyrek olarak volkanik kayaç taneleri ve apatit minerali bulunur.

Trakibazalt; Bol gaz boşlukları içeren, afanitik dokulu, orta-sert, koyu gri renkli olan volkanik bir kayaçtır. Piroksen, sanidin ve opak minerallerin mikrolitlerinden oluşan bir matrikste piroksen mikro fenokristallerinden ve seyrek olarak mikalardan meydana gelmiştir. Bununla birlikte, amigdoloidal gaz boşluklarında olasılıkla ikincil olan kuvars kristalleri oluşmuştur. Ayrıca gaz boşluklarında bulunan silis (kuvars ve/veya tridimit), seyrek mika ve apatit minerallerinden meydana gelmiştir.

Trakiandezit; Koyu gri renkli, afanitik dokulu, düşük sertliğe sahip volkanik bir kayaçtır. Başlıca plajioklas, sanidin ve mika (biyotit ve/veya flogopit) kristallerinden oluşmuştur. Hamur (matriks) volkanik cam, plajioklas ve mika mikrolitlerinden oluşur. Plajioklaslar kısa prizmalar, levhalar ve çubuksu kristaller şeklindedirler. Genellikle polisentetik ikizleri vardır.

Andezitikbazalt; Porfirik dokulu, plajioklas kristallerinin gözle görüldüğü, ileri düzeyde ayrılmış ve buna bağlı olarak da renginin pembeleştiği volkanik bir kayaçtır. Kayaç plajioklas, amfibol ve piroksen fenokristallerinden meydana gelmiştir. Nosean ve opak mineraller tali olarak oluşmuştur. Porfirik dokusu bulunan kayacın hamurunu (matriks) plajioklas, amfibol ve piroksen mikrolitleri oluşturur.

Bazaltiktrakiandezit; Koyu ve açık minerallerin egemen olduğu, yeşilimsi-gri renkli, orta sertlikte porfirik dokulu volkanik bir kayaçtır. Kayaç esas olarak piroksen ve mika (olasılıkla flogopit) minerallerinden oluşmuştur. Bunlar piroksen, sanidin ve mika mikrolitlerinden meydana gelen bir matriks içinde bulunurlar. Piroksen mikro fenokristalleri ince-uzun ve bazen de kısa-geniş prizmalar olarak görülürler.

Plajioklas-Kuvars-Serisit Şist; Kayaç açık yeşilimsi, belirgin şiztozite ve klivajı gelişmiş,

kuvars ve feldispat porfiroblastları bulunan şisttir.

Kuvarsit; Kayaç ince-orta taneli, açık kahverenkli, eş tane boyutlu, homojen, sert kırılmalı meta-kumtaşıdır. % 90'dan fazla oranda kuvarstan meydana gelmiş olan kayaç metamorfik bir kuvarsittir. % 8-10 kadarını plajioklaslar oluşturur.

Çalışma alanı içerisindeki araştırılan topraklarda taksonomik değişiminin belirlenmesi Soil Survey Staff (2014)'e göre tanımlanmıştır. Çalışmaya ait profillerin, arazi kullanımları, horizon ve derinlikleri Çizelge 2'de belirtilmiştir. Her bir horizondan bozulmuş toprak örnekleri alınarak toprak analizleri yapılmıştır.

Toprak ve jeo-kimyasal analizler

Örnekler laboratuvara getirilerek hava kurusu hale gelince 2 mm elekten elenerek analize hazırlanmıştır. Tekstür, hidrometre yöntemi (Bouyoucous, 1951), Kireç, Scheibler kalsimetre (Soil Survey Staff, 1993), pH ve EC, Saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH ve EC metre (Soil Survey Laboratory, 1992) aracılığıyla, organik madde ise Modifiye Walkley-Black yöntemi ile (Jackson, 1958) belirlenmiştir. 1 N amonyum asetat (NH₄OAc) ile ekstrakte edilen Ca, Mg, K ve Na atomik absorpsiyon spektroskopisi cihazı kullanılarak (Soil Survey Staff, 1992), yarayıslı fosfor, Olsen (Olsen,1954), Mikro besin elementler (Fe, Mn, Cu ve Zn) ise DTPA ile ekstraksiyon yöntemine göre belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell,1978;Kacar, 2016). Tarla kapasitesi (0.33 bar) ve solma noktası (15 bar) nem sabiteleri seramik tablalı pF seti (U.S.A, Soil Moisture Equipment Corp.) yardımıyla gravimetrik olarak belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri, toprakları Na-asetat ile doyurulmasından sonra amonyum asetat ile ekstrakte edilmesi ve ekstrakte edilen sodyumun atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okunmasıyla (Richards, 1954; Anonymous, 1973) elde edilmiştir.

Çizelge 2. Toprak profillerinin horizon ve derinlikleri
Table 2. Horizons and depths of soil profiles

Tortul <i>Sedimentary</i>		Magmatik <i>Magmatic</i>		Metamorfik <i>Metamorphic</i>		
Horizon <i>Horizon</i>	Derinlik (cm) <i>Depth (cm)</i>	Horizon <i>Horizon</i>	Derinlik (cm) <i>Depth (cm)</i>	Horizon <i>Horizon</i>	Derinlik (cm) <i>Depth (cm)</i>	
Mera	A	0-20	Mera A	0-13	Mera A	0-10
	A2	20-45	Ap	0-20	Bw	10-30
	AC	45-65	Kuru tarım Bw	20-60	C1	30-50
	C1	65-89	C	60-72	Mera A	0-20
Mera	A	0-14	Mera A	0-25	Mera A	0-25
	AC	14-26	Kuru tarım A	0-22	Bw	25-65
	C	26-48	A	0-18	C	65+
Mera	A	0-15	Bss1	18-35	Mera A	0-29
	C	15-36	Mera Bss2	35-92	C	29+
	Cr	36-72	C1	92+	A	0-12
Mera	A	0-25	Mera A	0-28	Mera C	12-50
	C	25+	A1	0-13	A	0-23
Kuru tarım	Ap	0-20	A2	13-34	Mera Bw1	23-67
	Ad2	20-49	Mera C1	34-58	Bw2	67-109
	Bss	49-78	C2	58-85	C	109+
	C	78+	A	0-24	Ap	0-11
Kuru tarım	A	0-12	Mera AC	24-47	Kuru Tarım C1	11-40
Kuru tarım	A	0-23	C	47+	C2	40+
	C	23+	Ap	0-20	Ap	0-26
			Kuru Tarım Bss	20-60	Bss	26-66
		Cr	60+	C1	66+	
				Ap	0-16	
				Kuru Tarım Bw	16-54	
				C	54+	

Kurutulmuş, öğütülmüş ve 2mm'den elenmiş toprak örneklerinde daha homojen bir yapı elde etmek için agat havanda tanecik çapı <38 µm boyuta öğütülerek örnekler yakmaya hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerden 0,1 gr alınacak üzerine 6 ml HNO₃ (konsantre) + 2 ml HCl (konsantre) ilave edilip 180°C'de 40 dakika mikrodalgada ön yakma işlemine tabi tutulmuş, üzerine 3 ml HF ilave edilerek tekrar 180°C'de 40 dakika yakılmıştır. Son aşamada ise 15 ml doygun H₃BO₃ eklenerek aynı programda son yakma işlemi yapıp son hacim 50 ml olacak şekilde %0.2'lik HNO₃ ile tamamlanmış ve elde edilen ekstraktlarda, majör elementler ICP-OES cihazı aracılığıyla belirlenmiştir (Chao ve Sanzalone, 1992).

İstatistiksel yöntemler

Toprak özelliklerinin normal dağılımlarının kontrolü Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikleri belirlenmiştir. Normal dağılım göstermeyen özelliklerde Logaritmik ve karekök dönüşümleri uygulanmıştır. Toprak özellikleri aralarındaki ilişkiler ise Pearson korelasyonu kullanılarak R core programında analiz edilmiş ve önemli korelasyonlar belirlenmiştir. Fiziko-kimyasal özellikler ve majör oksitlerin arazi kullanımı ve ana kayadaki farklılıklara göre değişimleri çoklu karşılaştırma testlerinden TUKEY kullanılarak Minitap 16 paket programı aracılığıyla belirlenmiştir.

Araştırma Bulgular ve Tartışma

Tortul kayaçlar üzerinde oluşmuş toprakların tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'de belirtilmiştir. Toprakların pH'sı nötr-hafif alkalin reaksiyonlu olup tuzluluk problemi görülmemektedir. Toprak örneklerinin % 31.60'ı kil, % 21.05'i kumlu killi tın, % 21.05'i killi tın, % 15.78'i tın, % 5.26'sı siltli tın, % 5.26'sı ise kumlu tın tekstür sınıfında belirlenmiştir. Toprak analiz sonuçları literatürlerde kullanılan sınır değerlere göre sınıflandırılmıştır (Richards, 1954; Lindsay ve Norvell, 1969; Follet ve ark., 1981; Maas, 1986; FAO 1990; TOVEP, 1991; Güneş ve ark., 1996). Topraklar kireçli ve çok fazla kireçli, organik madde çok az ve yüksek seviyelerde değişim sergilemiştir. Varyasyon katsayısı % 68.13 olarak belirlenen kireç içeriklerinin yüksek seviyelerde seyretmesinin sebebi karbonat içeriği yüksek, kireçtaşı kayaçlar üzerinde oluşmuş ana materyallerin bulunmasıdır. Everest ve Özcan, (2018) tortul materyalin fazla olmasıyla toprakların % CaCO₃ içeriklerinin yüksek ve pH değerlerinin hafif alkalin olmasının nedeni olarak belirtmiştir. Ayrıca kireçli tortul birimlerin kalsiyum ve magnezyumun ana kaynağı olarak bildirmiştir. Toprakların Ca içerikleri fazla seviyede (23.14-49.78 cmol (+) kg⁻¹) iken Na içerikleri çok az-az (0.0167- 0.2370 cmol (+) kg⁻¹) aralıklarında değişim sergilemiştir. Mg ve K içerikleri ise çok az-fazla ve çok fazla olarak geniş değişim aralıklarına sahiptirler. Bu değişim aralığının geniş olması çarpıklık ve basıklık katsayıları ile varyasyon katsayısının da yüksek seviyelerde olmasına neden olmuştur. İncelenen özelliklerin ortalama değerlerin üzerinde dağılım göstermesi pozitif, altında olması ise negatif çarpıklık değerlerinin bir sonucudur. Mikro elementler içerisinde en düşük varyasyon katsayısına sahip olan Fe içerikleri orta-fazla sınıfları arasında olup diğer mikro elementlere göre daha az değişkenlik göstermiştir. Diğerleri ise çok az-az ile yeterli-çok fazla sınıflarda geniş alanda değişim sergilemiş çarpıklık ve basıklık katsayıları ile varyasyon katsayısı da bu

değişkenliği doğrular seviyede yüksek bulunmuştur. Tortul kayaçlar kalsiyum ve kükürt yönünden zengin iken fosfor ve potasyum içerikleri düşüktür (Anderson, 1988). Toprakların KDK'sı 8.24-36.29 cmol kg⁻¹ arasında normal bir dağılım sergilemiştir. Tarla kapasitesi %16.17-49.43 aralıklarında sağa çarpık ortalamanın üzerinde sivri bir dağılım göstermiştir. Solma noktası ise %8.28-30.70 arasında normal dağılım da değişim gösterirken normal dağılıma en uzak özellik Mn içeriği olarak belirlenmiştir. Parçalanma ayrışmaya karşı direnç yönünden en zayıf kayaç grubunu oluşturan tortul kayaçlarda, toprak çözeltilisine karışım daha fazla olabilmektedir.

Metamorfik kayaçlar üzerinde oluşmuş toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 4'de belirtilmiştir. Topraklar hafif asit-hafif alkalin reaksiyonlu olup EC içeriklerine göre tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Kum, silt ve kil yüzdeleri sırasıyla % 12.99-77.69, 7.64-36.39, 12.30-68.51 arasında değişim sergilemiş olan toprakların organik madde içerikleri "çok az-orta" olarak belirlenmiştir. Kireçli ve fazla kireçli sınıfında yer alan toprakların K, Mg, Na, Mn ve Zn içerikleri "çok az-çok fazla" Ca içeriği "az-çok fazla", Cu içeriği, "yetersiz-yeterli," Fe içeriği, "fazla" olarak dağılım sergilemiştir. Toprak özelliklerinin dağılım durumlarının gösteren çarpıklık ve basıklık özellikleri incelendiğinde ± 1 'den yüksek değere sahip özellikler normale göre daha çok sola çarpık diğer özelliklerde sağa çarpık (+) bir dağılım göstermektedir. Normalden en uzak dağılım gösteren özellik EC olarak belirlenmiştir. Toprakların KDK değerleri 2.45-42.36 cmol kg⁻¹ aralığında belirlenmiş olup söz konusu özellik için toprakların kil miktarı ve tipi etkili olan özellikler içerisinde yer almaktadır. Yine bu özelliklere bağlı olarak TK ve SN önemli seviyede değişkenlik göstermektedir. Toprakların TK ve SN değerleri sırasıyla % 6.97-45.46, % 4.18-30.19 aralıklarında belirlenmiştir. Surya ve ark. (2015), metamorfik kayaçlar üzerinde yürüttükleri çalışmada toprakların KDK'larını 3.9 ile 17.7 cmol kg⁻¹ aralığında belirlemişlerdir.

Çizelge 3. Tortul kayalar üzerinde oluşan toprakların tanımlayıcı özellikleri

Table 3. Descriptive characteristics of soils formed on sedimentary rocks

Özellikler Properties	Ortalama Mean	Standart sapma Standard deviation	Varyasyon katsayısı coefficient of variation	En Düşük Minimum	En Yüksek Maksimum	Çarpıklık Skewness	Basıklık Kurtosis
pH	7.90	0.17	2.13	7.48	8.23	-0.51	1.19
EC dS m ⁻¹	0.17	0.06	36.39	0.10	0.37	1.81	4.11
Kil %	32.96	12.82	38.89	13.89	56.19	0.54	-0.68
Silt %	30.12	8.48	28.16	16.44	52.67	1.30	2.03
Kum %	36.92	12.48	33.79	19.38	58.65	0.06	-1.51
CaCO ₃ %	21.24	14.47	68.13	4.66	46.50	0.49	-1.12
Na cmol(+)kg ⁻¹	0.12	0.07	61.98	0.02	0.27	0.67	-0.13
K cmol(+)kg ⁻¹	0.77	0.68	88.26	0.03	2.98	1.96	5.43
Ca cmol(+)kg ⁻¹	40.66	7.65	18.82	23.14	49.78	-0.64	-0.29
Mg cmol(+)kg ⁻¹	2.06	2.41	117.23	0.22	7.86	1.54	1.12
Cu mg kg ⁻¹	1.64	1.11	67.46	0.09	3.54	0.22	-1.19
Mn mg kg ⁻¹	40.73	40.86	100.31	7.02	175.66	2.51	6.71
Fe mg kg ⁻¹	7.71	3.80	49.20	2.26	12.94	0.17	-1.77
Zn mg kg ⁻¹	0.58	0.46	80.48	0.15	1.91	1.76	2.88
KDK cmol kg ⁻¹	23.32	8.60	36.88	8.24	36.29	-0.57	-0.89
P mg kg ⁻¹	4.87	2.27	46.56	1.63	10.31	0.64	0.35
Organik madde %	1.45	1.06	73.39	0.38	4.11	1.22	0.83
Tarla kapasitesi % (w/w)	31.99	10.29	32.15	16.17	49.43	1.04	1.54
Solma noktası %(w/w)	20.70	8.78	42.43	8.28	30.70	0.79	-0.21

Çizelge 4. Metamorfik kayalar üzerinde oluşan toprakların tanımlayıcı özellikleri

Table 4. Descriptive features of soils formed on metamorphic rocks

Özellikler Properties	Ortalama Mean	Standart sapma Standard deviation	Varyasyon katsayısı coefficient of variation	En Düşük Minimum	En Yüksek Maksimum	Çarpıklık Skewness	Basıklık Kurtosis
pH	7.11	0.67	9.39	5.93	8.36	0.39	-0.40
EC dS m ⁻¹	0.14	0.22	157.20	0.02	1.13	4.01	17.59
Kil %	28.50	12.58	44.13	12.30	68.51	1.35	3.14
Silt %	24.79	7.77	31.34	7.64	36.39	-0.33	-0.68
Kum %	46.71	16.17	34.62	12.99	77.69	0.06	-0.28
CaCO ₃ %	7.93	5.46	68.91	2.10	24.40	2.16	4.08
Na cmol(+)kg ⁻¹	0.12	0.10	83.59	0.00	0.39	1.35	1.36
K cmol(+)kg ⁻¹	0.71	0.91	128.97	0.06	3.59	2.21	4.25
Ca cmol(+)kg ⁻¹	17.44	18.37	105.36	2.32	52.48	1.05	-0.54
Mg cmol(+)kg ⁻¹	3.32	3.14	94.42	0.41	9.43	0.78	-0.79
Cu mg kg ⁻¹	1.56	0.91	58.42	0.33	2.85	-0.17	-1.83
Mn mg kg ⁻¹	90.70	85.40	94.08	6.30	281.10	0.86	-0.56
Fe mg kg ⁻¹	21.54	12.84	59.60	5.50	51.72	0.91	0.21
Zn mg kg ⁻¹	1.02	1.59	155.15	0.24	7.89	3.90	16.51
KDK cmol kg ⁻¹	15.21	13.87	91.22	2.45	42.36	1.03	-0.56
P mg kg ⁻¹	7.48	4.09	54.66	2.81	19.43	1.47	2.16
Organik madde %	1.06	0.71	66.72	0.14	2.99	0.91	0.73
Tarla Kapasitesi %(w/w)	22.87	10.13	44.27	6.97	45.46	0.78	-0.35
Solma noktası %(w/w)	13.12	9.23	70.36	4.18	30.19	1.24	0.39

Magmatik kayalar üzerinde oluşmuş toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 5'de belirtilmiştir. Topraklar hafif asit-hafif alkalin reaksiyonlu olup tuz içerikleri 0.04-0.28 dS m⁻¹ arasında belirlenmiştir. Tane büyüklük dağılımı

özelliklerinden kil içerikleri en yüksek varyasyon katsayısına sahipken kum ve silt içeriklerin değişkenlik oranı benzer bulunmuştur. Toprakların tekstür sınıfı kumlu tın, tın, kumlu killi tın, killi tın ve kil'dir. Toprakların kum içerikleri diğer kayaç

türlerine göre daha yüksek belirlenmiştir. Çarpıklık katsayısının pozitif yönlü daha yüksek belirlenmesi, ortalamadan daha yüksek değerlerin olduğunun göstergesidir. Tüf ve Andezit ana materyal üzerinde genellikle kum içerikleri yüksek belirlenmiştir. Toprakların K, Mg, Ca içerikleri “yeterli-çok fazla”, Na içeriği “çok az-yeterli”, Cu içeriği, “yeterli,” Fe içeriği, “fazla”, Zn içeriği ise, “çok az-yeterli” sınıfları arasında dağılım sergilemiştir. Toprak özelliklerinin dağılım durumlarını gösteren çarpıklık ve basıklık özellikleri incelendiğinde tüm özellikler sağa çarpık (+) bir dağılım göstermektedir. Çarpıklık katsayısı en yüksek normalden en uzak dağılım gösteren ve varyasyon katsayısı en yüksek özellik K olarak belirlenmiştir. Sönmez ve Kuşçu (2017); Afyon-

Sandıklı bölgesindeki K-feldispat siyenitlerin bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu mineralin varlığı K içeriklerinin yüksek seviyelerde belirlenmesine yol açabilecektir. Yine Fiantis ve ark. (2010), volkanik kül depozitlerinde K, Ca ve Na'nın feldispat, piroksen ve hornblend kaynaklı olabileceğini bildirmiştir. Kil, pH, kum, Ca, Mg, P, OM, TK, SN özellikleri normale göre daha basık (-) diğer özellikler ise normale göre daha dik (+) olarak dağılım sergilemiştir. Sydie (2017), volkan kül ve bazalt üzerinde çalıştığı topraklarda yağışa bağlı olarak ortalama pH'yı 5.95 - 6.15 olarak belirlemiştir. Normal dağılım gösteren tarla kapasitesi ve solma noktası özellikleri ortalama olarak sırasıyla % 27.67 ve % 19.06 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Magmatik kayalar üzerinde oluşan toprakların tanımlayıcı özellikleri

Table 5. Descriptive characteristics of soils formed on igneous rocks

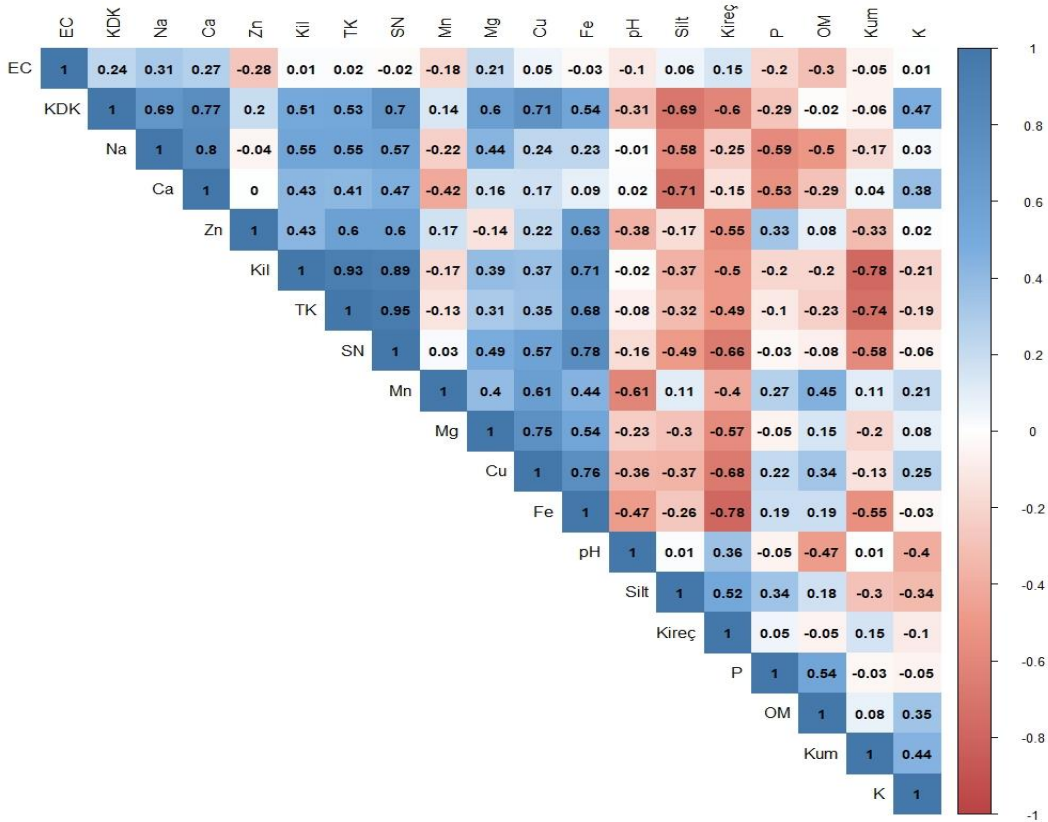
Özellikler Properties	Ortalama Mean	Standart sapma Standard deviation	Varyasyon katsayısı coefficient of variation	En Düşük Minimum	En Yüksek Maksimum	Çarpıklık Skewness	Basıklık Kurtosis
pH	7.21	0.53	7.31	6.42	8.14	0.15	-1.43
EC dS m ⁻¹	0.12	0.07	56.29	0.04	0.28	0.84	0.12
Kil %	32.82	14.15	43.11	12.66	56.40	0.24	-1.26
Silt %	22.39	7.59	33.88	15.13	46.11	1.90	3.84
Kum %	44.79	14.91	33.29	23.36	71.06	0.46	-0.90
CaCO ₃ %	6.83	5.11	74.81	2.01	25.37	2.69	8.60
Na cmol(+) ^{kg} ⁻¹	0.15	0.09	59.92	0.06	0.42	1.80	3.27
K cmol(+) ^{kg} ⁻¹	1.22	2.72	222.61	0.33	13.00	4.49	20.43
Ca cmol(+) ^{kg} ⁻¹	27.67	15.50	56.04	8.09	59.87	0.20	-1.15
Mg cmol(+) ^{kg} ⁻¹	4.87	2.91	59.71	1.37	10.45	0.41	-1.10
Cu mg kg ⁻¹	1.85	0.93	50.56	0.66	4.26	1.24	1.15
Mn mg kg ⁻¹	50.90	48.70	95.78	6.00	181.20	1.58	1.60
Fe mg kg ⁻¹	19.77	19.14	96.84	4.64	95.51	3.33	13.15
Zn mg kg ⁻¹	0.56	0.41	72.83	0.19	1.85	1.81	3.78
KDK cmol kg ⁻¹	21.83	10.26	47.01	8.07	42.59	0.17	-1.00
P mg kg ⁻¹	7.26	6.32	87.15	1.76	20.23	1.23	-0.01
Organik madde %	1.55	0.92	59.15	0.25	3.21	0.22	-1.29
Tarla Kapasitesi %(w/w)	27.67	8.84	31.94	15.78	47.44	0.30	-0.54
Solma noktası %(w/w)	19.06	7.85	41.20	6.44	30.97	0.20	-0.20

Tortul kayalar üzerinde oluşmuş toprak özelliklerinin korelasyon katsayıları Şekil 4'de belirtilmiştir. Alpar, (2017)'e göre $\pm 0.2-0.39$ korelasyon katsayısı “zayıf”, $\pm 0.40-0.69$ “orta”, $\pm 0.70-0.89$, “kuvvetli”, $\pm 0.90-1.00$ ise çok kuvvetli ilişki olarak sınıflandırılmıştır. Toprakların KDK özellikleri ile Na (0.69; $p < 0.01$), Ca (0.77; $p < 0.01$), SN (0.7; $p < 0.01$), Cu (0.71; $p < 0.01$) özellikleri önemli seviyede ($p < 0.01$) pozitif yönlü korelasyon sergilemişlerdir. Kil miktarı ile TK (0.93; $p < 0.001$), SN (0.89; $p < 0.001$) ve Fe (0.71; $p < 0.01$) yüksek

seviyede korelasyona sahiptir. Tarla kapasitesini etkileyen faktörler kil miktarı, strüktür ve organik madde iken solma noktasını ise kil tipi ve organik madde belirleyebilmektedir (Lal ve Shukla, 2004; Karahan ve ark., 2014). Kil miktarı ile TK ve SN aralarında ilişkinin yüksek olması beklenen sonuç olmuştur. Demir içerikleri ile yüksek sonuçlar vermesi kil zerrelerinin etrafındaki demir kaplamaları rol oynamıştır. Toprakların Cu içerikleri ile Mg (0.75) ve Mn (0.61) istatistiksel olarak önemli korelasyonlar göstermiştir.

Toprakların kireç içerikleriyle mikro elementler arasında negatif yönlü ilişkiler bulunmuştur. Everest ve Özcan, (2018) magmatik kayalarda

granit ve bazalt kaynaklı demir içeriğinin yüksek olduğunu, Fe ile EC, kireç ve fosfor arasında negatif yönlü bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

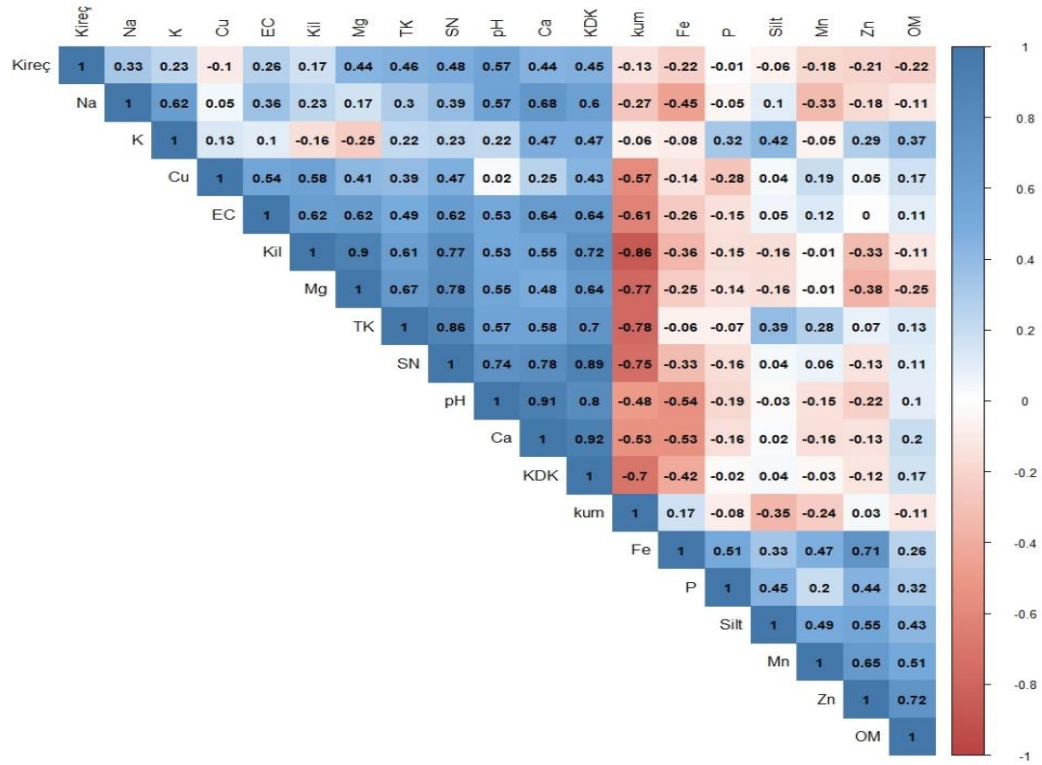


Şekil 4. Tortul kayalar üzerinde oluşan toprakların korelasyon katsayıları
Figure 4. Correlation coefficients of soils formed on sedimentary rocks

Toprakların Fe içerikleri kil (0.71; $p < 0.01$), TK (0.68; $p < 0.01$) ve SN (0.78; $p < 0.01$) ile pozitif yönlü önemli seviyede korelasyon göstermiştir. Çepel, (1988) sedimentlerin kil, kireç, silisyumdioksit, demirli bileşikler gibi çimentolayıcı materyaller tarafından birbirine yapıştırılması ile oluştuğunu belirtmiştir. OM-pH arasında bulunan negatif yönlü ilişkinin nedeni (-0.47; $p < 0.05$), organik karbonun kimyasal reaksiyonu sonucu bikarbonat ve hidrojen iyonun ortaya çıkması olarak düşünülmektedir. Ayrıca organik madde ile fosfor arasında pozitif (0.54; $p < 0.05$) yönlü önemli korelasyonun sebebi kalkerli topraklara organik fosfor kaynaklarının ilavesinde yarıyıllı fosfor artışı olarak düşünülmektedir (Frossard ve ark., 2002).

Magmatik kayalar üzerinde oluşmuş toprak özelliklerinin korelasyon ve önemlilik seviyeleri Şekil 5'de verilmiştir. Toprakların Na içeriği ile K (0.62; $p < 0.01$), Ca (0.68; $p < 0.01$) ve KDK (0.6; $p < 0.01$) önemli seviyede pozitif yönlü korelasyon

sergilemiştir. EC ile kil (0.62), Mg (0.62; $p < 0.01$), SN (0.62; $p < 0.01$), Ca (0.64; $p < 0.01$) ve KDK (0.64; $p < 0.01$) önemli seviyede yüksek korelasyon sergilemiştir. Kil'in Mg (0.91; $p < 0.001$), SN (0.77; $p < 0.01$) ve KDK (0.72; $p < 0.01$) ile pozitif yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Kil içeriğinin artmasıyla katyon değişim kapasitesinin artmasına bağlı olarak değişebilir katyonların miktarı da artmaktadır. Yine kil içeriğine bağlı olarak toprakların solma noktasındaki nem içeriklerinin artması literatürlerde de benzer bulunmuştur (Şenol ve ark., 2018). Tarla kapasitesi tekstür, organik madde ve strüktüre bağlı olarak önemli farklılıklar göstermekle birlikte (Karahan ve ark., 2014), solma noktasındaki değişimde kil minerallerinin çeşitliliği ve miktarı daha fazla etkilidir. (Lal ve Shukla, 2004). Ayrıca kireç içeriğinin artmasıyla agregatlaşmanın artması, gözeneklerde daha fazla su tutulmasına neden olmaktadır (Yılmaz ve ark., 2005; Aksakal ve Öztaş, 2010).

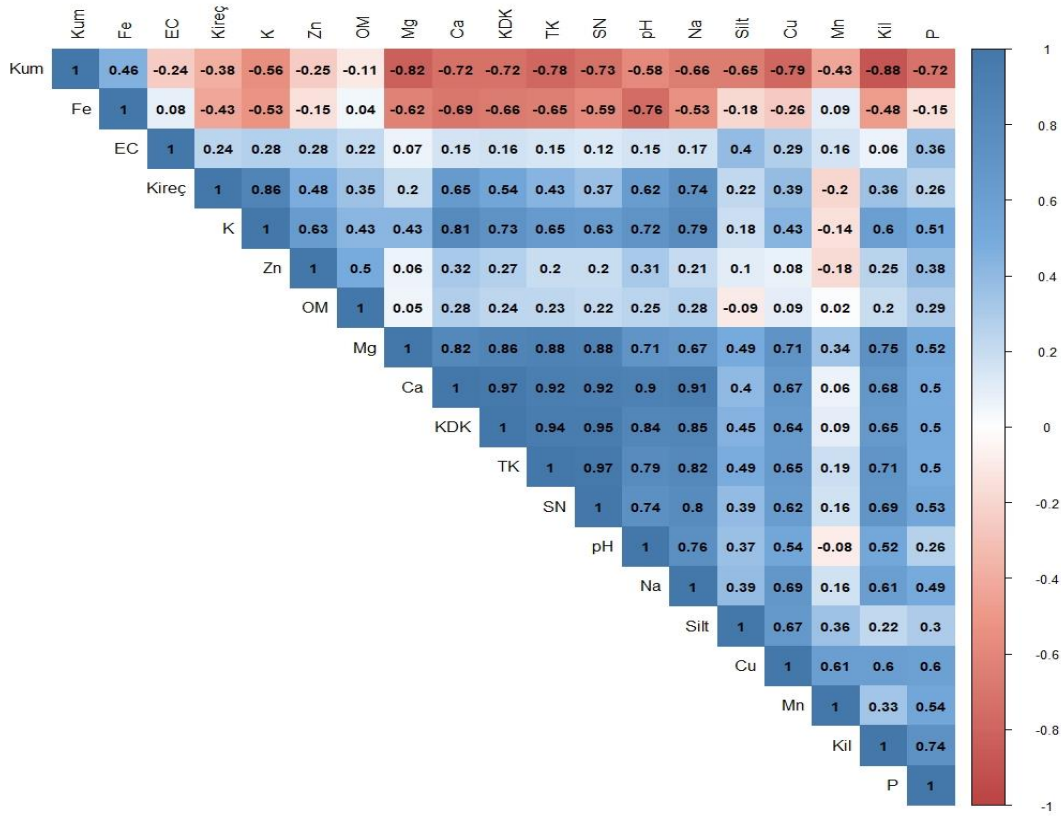


Şekil 5. Magmatik kayalar üzerinde oluşmuş toprak özelliklerinin korelasyon katsayıları
 Figure 5. Correlation coefficients of soil properties formed on igneous rocks

Potasyum ile organik madde içeriği arasında pozitif yönde önemli ilişki bulunmuş (0.37; $p < 0.05$) ve sonuçlar literatürlerde de benzerlik göstermektedir (Çimrin ve Boşan, 2006; Şenol ve ark., 2018). pH ile TK (0.57; $p < 0.01$) ve SN (0.74; $p < 0.001$) arasındaki pozitif ilişkinin nedeni; Ca ve Mg gibi katyonların artmasıyla flokülasyonun sağlanması sonucu gözenek yapısındaki değişkenlik ile suyun tutulmasının artışı olarak düşünülmektedir. Magmatik kayalar üzerinde

oluşmuş topraklarda OM ile Zn arasındaki önemli ilişki (0.72; $p < 0.001$) dikkat çekmektedir. Perez-Sirvent ve ark. (2009) tarafından toprakların çinko içeriği anakaya, tekstür, organik madde ve pH'ya göre değişim sergilediği belirtilmiştir.

Metamorfik kayalar üzerinde oluşmuş toprak özelliklerinin korelasyon ve önemlilik seviyeleri Şekil 6'da verilmiştir. İncelenene özelliklerden kum ve Fe içeriği genel olarak diğer toprak özellikleri ile negatif yönlü ilişkiler sergilemiştir.



Şekil 6. Metamorfik kayalar üzerinde oluşan toprak özelliklerinin korelasyon katsayıları
Figure 6. Correlation coefficients of soil properties formed on metamorphic rocks

Toprakların pH değerlerinin negatif çarpıklık göstermesi genel eğilimin ortalamadan düşük olmasını göstermektedir. Bu toprak grubu için ortalama pH değeri 7.105'dir. pH değerlerinin bu seviyelerde olması Fe'nin çözünürlüğünü arttırmış olarak düşünülmektedir (-0.76; $p < 0.001$). Toprakların kireç içerikleri K (0.88; $p < 0.001$) ve Na (0.74; $p < 0.01$) ile yüksek korelasyon sergilemiştir. Toprakların P içeriği kum ile negatif (-0.72; $p < 0.01$) kil ile pozitif (0.74; $p < 0.01$) yönlü ilişkili bulunmuştur. Kuvarsitler, fillitler ve mikaşitler gibi kristalin şistler az seviyede fosfor içermektedir (Çepel, 1996). Liu ve ark., (2000) topraklarda kil içeriğinin artmasıyla yüzey alanının etkisiyle P arasında pozitif yönlü bir ilişki belirlemiştir.

Farklı kayaç türleri ve arazi kullanımlarına bağlı toprak özellikleri Çizelge 6'da belirtilmiştir. Toprakların EC, Na, Ca, Mg, Cu, Mn, KDK, TK ve SN

içerikleri arazi kullanımına bağlı istatistiksel olarak önemli seviyede değişim sergilemiştir ($P < 0.01$). pH, CaCO_3 , silt, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, KDK, TK ve SN özellikleri ana kayaya bağlı önemli seviyede değişkenlikler göstermiştir. Farklı arazi kullanımlarına bağlı olarak gerek toprak işleme gerek yetiştiriciliklere bağlı olarak uygulanana gübreler ya da kök gelişimindeki farklılıklardan dolayı toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinde değişkenlerin olması beklenmektedir. Yılmaz ve Dengiz, (2021) en yüksek toprak organik C stoğunu ormanlık alanlarda ($53.356 \text{ ton ha}^{-1}$) en düşük ise tarım arazilerinde ($34.048 \text{ ton ha}^{-1}$) belirlemiştir. Madenoğlu ve Erpul, (2018) toprak aşınım faktörünü (K) en yüksek mera ($0,0389 \text{ t/ha*ha/MJ*h/mm}$) en düşük kolüvyal tarım alanlarında ($0,0263 \text{ t/ha*ha/MJ*h/mm}$) tespit etmiştir.

Çizelge 6. Farklı kayaç türleri ve arazi kullanımına bağlı toprakların bazı özelliklerindeki değişim
 Table 6. Changes in some properties of soils due to different rock types and land use

Özellikler Properties	Mera Pasture	Kuru Tarım Dry farming	Tortul Sedimentary	Magmatik Magmatic	Metamorfik Metamorphic
pH	7.26	7.65	7.95a*	7.21b	7.15b
EC dS m ⁻¹	0.11b	0.20a	0.18	0.13	0.15
CaCO ₃ %	11.94	12.10	21.25a	6.85b	7.94b
Kil %	28.89b*	35.93a	33.88	33.99	29.37
Silt %	25.49	26.25	30.21a	22.52b	24.88ab
Kum %	45.60a	37.80b	35.89	43.48	45.73
Na cmol(+)kg ⁻¹	0.16a	0.10b	0.12	0.16	0.12
K cmol(+)kg ⁻¹	0.82	1.03	0.80	1.25	0.73
Ca cmol(+)kg ⁻¹	23.84b	37.05a	42.39a	29.87b	19.08c
Mg cmol(+)kg ⁻¹	2.41b	5.21a	2.42b	5.33a	3.67ab
Cu mg kg ⁻¹	2.27a	1.35b	1.76	2.00	1.67
Mn mg kg ⁻¹	48.64b	82.39a	45.17b	56.51ab	94.94a
Fe mg kg ⁻¹	17.83	13.67	7.16b	19.07a	21.02a
Zn mg kg ⁻¹	0.65	0.83	0.59b	0.59b	1.04a
KDK cmol kg ⁻¹	15.75b	27.91a	24.92a	23.86a	16.72b
P mg kg ⁻¹	5.95	7.57	5.08	7.52	7.68
Organik madde %	1.22	1.58	1.49	1.60	1.10
Tarla Kapasitesi %(w/w)	25.25b	31.53a	32.81a	28.71ab	23.65ab
Solma noktası %(w/w)	14.48b	22.11a	21.70a	19.12ab	14.06b

*Herbir özellik için harfler kendi içerisindeki istatistiksel değişkenliği göstermektedir (p<0.01)

Farklı kayaç türleri ve arazi kullanımlarına bağlı major oksitlerin değişimi Çizelge 7’de belirtilmiştir. Majör oksitlerden MnO dışında diğerleri kayaç türlerine göre istatistiksel olarak önemli değişim göstermişlerdir. Tortul ve magmatik kayaçlar üzerinde oluşmuş toprakların MgO, Fe₂O₃ ve TiO₂ seviyeleri istatistiksel olarak benzer Metamorfik kayaçlarda ise önemli seviyede farklılık göstermiştir (p<0.01). MgO değerlerinin ana kaya ve ana materyale bağlı olarak artması ortamda ferromagnezyen minerallerin bulunup bulunmayışı ile alakalıdır. Amfibol minerallerinin varlığı bu değerlerin yüksek olmasında etken olmaktadır. CaO en yüksek tortul, Al₂O₃ ve P₂O₅ ise Magmatik kayaçlar üzerinde oluşmuş topraklarda diğerlerine göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. CaO içeriği diğer toprak gruplarına göre tortullar üzerinde yaklaşık 2 ve 4 kat fazla bulunmuştur. Söz konusu bu değişim kireç taşı ana materyal kaynaklıdır. P₂O₅ ise magmatik kayaçlarda yaklaşık 2 kat fazladır. Magmatik kayaçlardaki en önemli

fosfat minerali apatittir. Alkali magmatik kayaçlarda P₂O₅ miktarı daha fazladır. Ateşte kayıp değerleri metamorfik ve magmatik toprak gruplarına göre tortullarda yüksek belirlenmiştir. Bu denli yüksek sonuçlar CaCO₃ bileşiklerinden yakma sonrası CO₂ çıkışına bağlı olarak artar. Topraklarda Al₂O₃ değerleri kil dağılımı ile doğrudan ilişkilidir. Olgun topraklarda bu değerler elüvyasyona bağlı olarak artar. Ayrışmaya karşı dayanıklı olan TiO₂’nin % miktarları toprağın ayrışma düzeyini ortaya koymaktadır. En yüksek TiO₂ % 1.08 ile magmatik kayaçlar üzerindeki topraklarda belirlenmiştir. SiO₂ ise en yüksek % 66.64 ile metamorfiklerde belirlenmiştir. MnO ise % 0.07-0.12 arasında önemsiz bir değişim sergilemiştir. K₂O ve Na₂O değerlerindeki yükseklik andezit ve bazaltik andezit türü kayaçlar ile bu kayaçların metamorfizması sonucu oluşan yapı iken, düşük sonuçlar kuvarsit ana materyal üzerinde oluşan topraklarda rastlanılmıştır.

Çizelge 7. Farklı arazi kullanımı ve ana materyal türlerine bağlı majör oksitlerin değişimi (%)
 Table 7. Change of major oxides due to different land use and parent materia types (%)

Özellikler Properties	Mera Pasture	Kuru Tarım Dry farming	Tortul Sedimentary	Magmatik Magmatic	Metamorfik Metamorphic
MgO	1.20b	1.55a	1.36ab	1.63a*	0.99 b
CaO	4.48	4.4	8.65a*	3.08b	1.59b
K ₂ O	3.78a*	2.85b	2.73b	3.62a*	3.98a
Na ₂ O	1.34a*	0.90b	0.49b	2.12a*	0.94b
Fe ₂ O ₃	4.72	4.94	4.92 a*	5.78a	3.75b
SiO ₂	57.19	55.07	47.55c	55.25b	66.46a*
Al ₂ O ₃	13.32	13.11	11.93b	16.03a*	11.77b
MnO	0.107	0.093	0.12	0.09	0.07
TiO ₂	0.93	0.9	0.89ab	1.08a*	0.80b
P ₂ O ₅	0.144	0.148	0.08b	0.25a*	0.10b
Kül	12.84b	16.07a	21.14a*	11.30b	9.67b

*Herbir element için harfler kendi içerisindeki istatistiksel değişkenliği göstermektedir (p<0.01)

Farklı arazi kullanım türlerine bağlı olarak majör oksitlerin değişim yüzdeleri incelendiğinde toprakların K₂O, Na₂O ve kül içeriklerinde istatistiksel olarak önemli değişkenlikler belirlenmiştir (P<0.01). Diğer özelliklerdeki değişimler arazi kullanımlarına bağlı olarak önemli seviyede değişkenlik sergilememiştir.

Sonuçlar

Bu çalışmada; yarı kurak iklim koşullarında farklı kayaç türleri ve arazi kullanımları üzerinde oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ve jeokimyasal ilişkileri ortaya konulmuştur. Toprak özelliklerinde en yüksek değişkenlik ve güçlü korelasyonlar metamorfik kayaçlar üzerinde belirlenmiştir. Tortul kayaçlar üzerinde oluşmuş toprakların özelliklerinde değişkenlikler (varyasyon katsayısı) ve korelasyonlar diğer topraklara göre daha düşüktür. Tortul kayaçlar üzerinde nem sabiteleri daha yüksek belirlenirken, magmatik kayaçlarda toprakların kum içerikleri diğer kayaç türlerine göre daha yüksek ve genel olarak makro ve mikro besin elementleri ile negatif korelasyon sergilemiştir. P₂O₅ miktarı en yüksek magmatik kayaçlar üzerinde oluşmuş topraklarda iken yanma kaybıyla orantılı olarak CaO miktarı tortullarda istatistiksel olarak önemli değişim sergilemiştir (p<0.01). Toprakların makro ve mikro element içerikleri ana materyalin etkisine ek olarak arazi kullanımıyla da önemli değişkenlikler sergilerken,

majör oksit elementlerin içerikleri genellikle ana materyaldeki farklılıktan önemli derecede etkilenmiştir.

Çalışma sonucunda; benzer iklim koşullarında oluşum gösteren toprak özelliklerinin değişkenliklerinde toprak oluşturan faktörlerden ana materyalin ve arazi kullanım türlerinin önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Ana materyaldeki farklılıklar diğer toprak oluşturan faktörlerinde etkisiyle toprak özelliklerinde önemli derecede değişkenlik sağlamaktadır. Toprakların yönetiminde etkili bir şekilde arazi kullanımı sağlamak amacıyla toprak oluşturan süreçlerin dikkate alınması gerekliliği bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Ekler

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen TOVAG 118O282 No'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazar Sinan DEMİR Organik Tarım alt alanında 100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri'dir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

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

Yazar Katkısı: Pelin Alaboz; metodoloji, araştırma, yazma, inceleme, düzenleme, Sinan demir; metodoloji, araştırma, yazma, inceleme,

düzenleme, Hüseyin Şenol; metodoloji, araştırma, yazma, inceleme, düzenleme, Orhan Dengiz; metodoloji, araştırma, yazma, inceleme, düzenleme, Kamil Yılmaz; okuma ve düzenleme, Oğuz Başkan; okuma ve düzenleme

Kaynaklar

- Aksakal, E.L., & Öztaş, T. (2010). Changes in distribution patterns of soil penetration resistance within a silage-corn field following the use of heavy harvesting equipments. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 173-179.
- Alpar, R. (2017). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Altınbaş, Ü. (2000). Toprak genetiği ve sınıflaması. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Anderson, J.M. (1988). Spatiotemporal effects of invertebrates on soil processes. *Biol. Fert. Soils*, 6, 216-227.
- Anonymous (1973). *Analytical Methods for A.A. Spektrometry*. Perkin Elmer. Norwalk, Connecticut, USA.
- Anonymous (1999). *Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey*. USA: Agriculture Handbook, No: 436 Washington, D.C.
- Araujo, M.A., Pedroso, A.V., Amaral, D.C., & Zinn, Y.L. (2014). Mineral assemblage of soils developed from different lithologies in southern Minas Gerais. *Brazil. Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 38(1), 11-25.
- Bouyoucos G. J. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (1999). *The nature and properties of soil 12th ed*. New York: Mac. Pub. Com.
- Chao, T.T., & Sanzalone, R.F. (1992). Decomposition techniques. *Journal of Geochemical Exploration*, 44-65, 106.
- Corine (2018). Arazi örtüsü istatistik verileri. <http://corine.tarimorman.gov.tr/corine>.
- Çepel, N. (1996). *Toprak ilmi: orman topraklarının karakteristikleri, toprakların oluşumu, özellikleri ve ekolojik bakımdan değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No, 3945
- Çimrin, K. M., & Boysan, S. (2006). Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(2), 105-111.
- Dengiz, O. Sağlam, M., Özaytekin, H.H., & Baskan, O. (2013). Weathering rates and some physico-chemical characteristics of soils developed on a calcic toposequences. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8 (2), 13 – 24.
- Ekberli, İ., & Dengiz, O. (2017). Bazalt ana materyali ve farklı topografik pozisyonlar üzerinde oluşmuş toprakların bazı topografik ve fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 6(1), 15-27.
- Erinç, S. (1969). *Klimatoloji ve metodları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğr. Enst. Yayınları.
- Everest, T., & Özcan, H. (2018). Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 589-603.
- FAO, (1990). *Micronutrient, assesment at the country level: an intemational study*. Rome: FAO Soils Bulletin by Sillanpaa. 63.
- Fiantis, D., Nelson., Shamshuddin, J., Goh, T.B., & Van Ranst, E. (2010). Determination of the geochemical weathering indices and trace elements content of new volcanic ash deposits from Mt. Talang (West Sumatra) Indonesia. *Eurasian Soil Science*, 43 (13), 1477-1485.
- Follett, R. H., Murphy, L. S., & Donahue, R. L. (1981). *Fertilizers and soil amendmets*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Frossard, E. Brossard, M. Hedley, M.J. & Metherell, A. (2002). Phosphorus in the global environment. Institute for Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), CH-8092 Zürich, Switzerland.
- Güneş, A., Aktaş, M., İnal, A., & Alpaslan, M. (1996). Konya kapalı havzası topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri. Ankara: A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Gürsoy, F. E., & Dengiz, O. (2018). Farklı iki anamateryal üzerinde oluşmuş vertisol toprakların morfolojisi, minerolojik özellikleri ve sınıflaması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(2), 162-169.
- Kacar, B. (2016). *Fiziksel ve Kimyasal Toprak Analizleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T., & Zengin, M. (2007). Sustainable soil fertility. Turkey: Koyulhisar Agriculture Culture Publisher.
- Lal, R., & Shukla, M. K. (2004). Principles of soil physics. The ohoi state University Columbus, Ohio, USA, Marcel Dekker, Inc. CRC Press.
- Lindsay, W. L. & Norvell, W. A. (1969). Development of a DTPA Micronutrient Soil Test. *Soil Science Society of American Proceeding*, 35, 600-602.
- Li, H.X., Zhang, X.M. & Liu, Y.J. (2000). Soil Components Affecting Phosphota Sorption Parameters of Acid Paddy Soils in Guangdong Province. *Pedosphere*, 10(4), 317– 321.
- Maas, E.V. (1986). Salt Tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research*, 1(1), 12-25.
- Madençoğlu, S., & Erpul, G. (2018). Yarı Kurak Bölgelerde Farklı Arazi Kullanımlarında Toprak Erozyon Duyarlılığının Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Özel sayı, 484-493.
- MTA. (2011). 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, 158-162 pafta. Ankara.
- Newhall, F., & Berdanier, C.R. (1996). Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Soil Survey Investigations Report No. 46, National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE.
- Özaytekin, H. H., & Dedeoğlu, M. (2021). Hasandağ Volkanik Materyali Üzerinde Oluşan Toprakların Ayrışma Oranları ve Kütle Dengesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(1), 81-92.
- Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M. J., García-Lorenzo, M. L., Molina, J., & Tudela, M. L. (2009). Geochemical background levels of zinc, cadmium and mercury in anthropically influenced soils located in a semi-arid zone (SE, Spain). *Geoderma*, 148(3-4), 307-317.

- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils*. U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- Soil Survey Staff. (1992). *Soil survey manual*. United States Department of Agronomy. Washingto, USA: Handbook No: 18.
- Soil Survey Staff. (1993). *Soil Survey Staff. Soil Survey Manual*. USDA Washington D.C.: Handbook No: 18-437.
- Soil Survey Staff. (2014). *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. S.372.
- Sönmez, Ş.U. & Kuşçu, İ. (2017). Afyon-Sandıklı (AS alkaleen porfiri bakır-altın cevherleşmesinin alterasyon ve magmatizma ile olan uzay-zaman ilişkisi. *70.Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Özeti*, (ss. 474-475) 10-14 Nisan. Ankara.
- Surya, J. N., Walia, C. S., Ahmad, N., Singh, H., Goyal, V., & Khajuria, V. (2015). Characterization and Clay Minerals Composition of Soils Derived from Metamorphic Formation of Kumaon Himalayas. *Clay Research*, 34(1), 15-24.
- Syldie, B. (2017). Crop yield potential as telltale indice of soil weathering extent and fertility status: The case of East African Highland Bananas. *African Journal of Agricultural Research*, 12 (16), 1362-1378.
- Şenol, H., Alaboz, P., Gülsoy, S., & Özkan, G. (2018). Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ormanları altındaki toprakların fizikokimyasal özellikleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 8-17.
- Şenol, H., Alaboz, P., Demir, S., & Dengiz, O. (2020). Computational intelligence applied to soil quality index using GIS and geostatistical approaches in semiarid ecosystem. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(23), 1-20.
- Şenol, H., Alaboz, P., & Dengiz, O. (2020). Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların fiziko-kimyasal ve besin elementi içeriklerinin Enterpolasyon Yöntemle Değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35, 505-516.
- TOVEP (1991). Türkiye toprakları verimlilik envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Tunçay, T., Dengiz, O., & İmamoğlu, A. (2020). Influence of toposequence on physical and mineralogical properties of soils developed on basaltic parent material under sub-humid terrestrial ecosystem. *Journal of Agricultural Sciences*, 26(1), 104-116.
- Van Wambeke, A.R. (2000). The Newhall Simulation Model for estimating soil moisture & temperature regimes. Department of Crop and Soil Sci., Cornell University, Ithaca, NY.
- Yılmaz, M., & Dengiz, O. (2021). Bazı Toprak Özellikleri İle İlişkili Olarak Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Toprak Organik Karbon Stokuna Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 154-167.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., & Öktüren, F. (2005). Aggregate formation and stability in soil. *Selcuk Agriculture and Food Sciences Journal*, 19(36), 78-86.

Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların adli bilim için VNIRS tekniği ile spektral karakterizasyonu ve özelliklerinin tahmin edilmesi

Spectral characterization and estimation of soil properties formed on different parent materials with VNIRS technique for forensic science

Yüstra İNCİ^{1*}, Ali Volkan BİLGİLİ², Recep GÜNDOĞAN³

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Harran University, Sanliurfa 63300, Turkey

^{2,3}Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Harran University, Sanliurfa 63300, 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>

To cite this article:

İnci, Y., Bilgili, A.V. & Gündoğan, R. (2021). Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların adli tıp için VNIRS tekniği ile spektral karakterizasyonu ve özelliklerinin tahmin edilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 497-513.

DOI: 10.29050/harranziraat.931045

*Address for Correspondence:

Yüstra İNCİ

e-mail:

yustrainci0@gmail.com

Received Date:

01.05.2021

Accepted Date:

24.09.2021

ÖZ

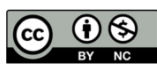
Topraklar üzerinde oluştukları ana materyale, iklim koşulları ve topoğrafik yapıya bağlı olarak önemli farklılıklar gösterirler. Adli bilimde de önemli olan bu farklılıkların belirlenmesi daha fazla arazi ve laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç duyar bu da daha fazla iş gücü, kimyasal kullanımı ve zaman gerektirir. Öteki taraftan Görülebilir ve Yakın Kızılötesi Spektrometre (VNIRS) Tekniği gibi yaklaşımlar toprakların hızlıca ve birden fazla toprak özelliğinin eş zamanlı olarak karakterizasyonunda son zamanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Toprak örneklerinin tahribatsız analiz edilmesine izin veren bu yöntem; orijinal örneklerin korunmasının büyük önem taşıdığı adli kullanımlar için büyük potansiyele sahiptir. 2019-2020 yılları arasında yürütülen bu çalışmada Çamur akıntıları, Kireçtaşı, Marn ve Bazalt olmak üzere Şanlıurfa'da yaygın dört farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprak profillerden horizon esasına göre alınan 59 toprak örneği; laboratuvar ortamında rutin fiziko kimyasal analizleri yapılmış ve 350-2500 nm dalga boyu aralığında spektral yansımaları elde edilerek Temel Bileşenler Analizi (PCA), Cluster analizi ve Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Yöntemi (PLSR) gibi çok değişkenli istatistiksel metotlara tabi tutulmuştur. PLSR modelleri kullanarak toprak parametrelerinin tahmin edilebilirlik başarıları çapraz doğrulama (crossvalidation) yaklaşımı ile test edilmiştir. PC1 ve PC2 toprakların yansımalarındaki değişimin % 99' undan fazlasını açıklamış ve farklı ana materyal üzerinde oluşmuş farklı toprakları spektral özelliklerine göre gruplandırabilmiştir. PCA analizi uygulanmış ham toprak yansımalarını kullanan Kümeleme analizi toprakları %61 başarı (Kappa istatistik = 0.62) ile geldikleri ana materyal türüne göre sınıflandırabilmiştir. Çapraz doğrulama sonuçlarına göre CaCO₃ (R² =0.75, RPD=1.99), kil (R²= 0.72, RPD=1.87), Fe (R²=0.66, RPD=1.72), Al (R²=0.64, RPD=1.64), değişebilir Ca (R²= 0.73, RPD= 2.03), Na (R²=0.65, RPD= 1.71) ve Mg (R²=0.59, RPD= 1.55) gibi parametreler spektral yansımalara bağlı olarak orta seviyede başarılı bir şekilde tahmin edilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ana materyal, Toprak özelliği, Toprak profili, Görülebilir ve Yakın kızıl ötesi spektral yansıma, Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu

ABSTRACT

Soils differ significantly depending on the parent material, climatic conditions and topography where they are formed. Identifying these differences which also are important in forensic science requires more field and laboratory work, which requires more labor, chemical use and time. On the other hand, approaches such as Visible and Near Infrared Spectrometry (VNIRS) Technique have recently begun to be widely used in the rapid characterization of soils and simultaneous characterization of multiple soil properties. This method allows non-destructive analysis of soil samples; it has great potential for forensic uses where preservation of original specimens is of great importance. In this study which was

© 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.

performed between years of 2019 and 2020, 59 soil samples were taken on a horizon basis from soil profiles formed on four different main materials in Sanliurfa, including Mud streams, Limestone, Marl and Basalt; Routine physicochemical analyzes were performed in the laboratory and spectral reflections in the 350-2500 nm wavelength range were obtained and subjected to multivariate statistical methods such as Principal Component Analysis (PCA), Cluster analysis and PLSR. The predictability success of soil parameters using PLSR models was tested with the cross-validation approach. PC1 and PC2 explained more than 99% of the change in reflections of soils and were able to group different soils formed on different material according to their spectral properties. Clustering analysis using the PCA analysis applied raw soil reflections was able to classify the soils according to the origin type with 61% success (Kappa statistic = 0.62). According to the cross validation results, parameters such as CaCO_3 ($R^2 = 0.75$, RPD = 1.99), clay ($R^2 = 0.72$, RPD = 1.87), Fe ($R^2 = 0.66$, RPD = 1.72), Al ($R^2 = 0.64$, RPD = 1.64), exchangeable Ca ($R^2 = 0.73$, RPD = 2.03), Na ($R^2 = 0.65$, RPD = 1.71) and Mg ($R^2 = 0.59$, RPD = 1.55) could be predicted moderately successfully with spectral reflections.

Key Words: Main materials, Soil properties, Soil profile, Visible and Near Infrared reflectance spectra, Partial Least Square Regression

Giriş

Kimyasal kullanımı gerektirmemesi, çok az bir işgücü ile hızlı sonuç alınması nedeniyle Görülebilir ve Yakın Kızıl Ötesi Spektrometrik (VNIRS) metodlar son zamanlarda toprak ve bitki özelliklerinin karakterize edilmesinde ve tahmin edilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Dunn ve ark., 2002; Bellinaso ve ark., 2010; Wetterlind, 2013; Oliveira ve ark., 2013; Brown ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2018; Lazaar ve ark., 2020). Hassas tarımda (Keskin ve Keskin, 2012; Özgüven, 2018), toprak özelliklerinin tahmininde ve haritalanmasında (Milos ve Bensa, 2018; Lazaar ve ark., 2020), minerolojik karakterizasyonunda (Oliveira ve ark., 2013; Fang ve ark., 2018), toprakların sınıflandırılmasında (Bellinaso ve ark., 2010; Oliveira ve ark., 2013; Poppiel ve ark., 2018), değişken oranlı gübreleme (Tekin ve Tümsavaş, 2012), toprak toksisite (Kooistra ve ark., 2001) ve tuzluluk (Bilgili ve ark., 2014; Güzel, 2017) çalışmalarında kullanılmıştır. VNIRS metodu toprak karakterizasyonu, toprak etüdü ve sınıflandırması, minerolojik ölçümler, dijital toprak haritalama, hassas tarım, toprak değişkenlerinin ve farklı kirletici maddelerin nicelendirilmesinde kullanılmıştır (Bellinaso ve ark., 2010).

Spektrometreler, güneş veya yapay ışık kaynağı altında, hedef nesneden (toprak, bitki, su vb.) yansıyan ışınımı algılayıp kaydeden çok spektrumlu elektro optik uzaktan algılama sistemlerdir. Spektrometrik metodlar toprağın yapısına ve içeriğine (örneğin organik

madde, kil, kum, Fe-Al oksitler vb) bağlı olarak iletilen ışıkla etkileşiminden sonra belirli dalga boylarında geri yansıyan ışığın miktarı ve şeklindeki değişimleri dikkate alarak toprakları karakterize eder ve onların özelliklerini tahmin eder. VNIR bölgesindeki toprak yansıma yoğunluğu ve karakteristikleri toprak kil, organik madde kapsamı, opak minerallerin varlığı, partikül yüzeyi, Fe-Al oksitler, toprak nemi, organik madde muhtevası, CaCO_3 , toprak tuz içerikleri ve farklı toprak kil mineralleri gibi bileşenlere bağlı olarak değişir (Brown ve ark., 2006).

VNIRS metodu kullanarak toprak spektrallerinin arazide yerinde (in situ) ve laboratuvar koşullarında elde edilmesi ve toprak özelliklerinin tahmin edilmesi; i) topraklara gelen yansımaların spektrometre ile algılanması, ii) spektral kütüphanelerin oluşturulması, iii) toprak içerisindeki tanecik boyutlarında ki farklılık nedeniyle oluşabilecek spektral gürültünün ortadan kaldırılması için spektral ön işlemler, iv) toprak özellikleri ile yansımalar arasında kalibrasyon modellerinin oluşturulması, v) oluşturulan kalibrasyon modellerinin validasyon örnekleri ile doğruluğunun test edilmesi ve vi) yeni toprak örneklerinin özelliklerinin tahmin edilmesi aşamalarından meydana gelir (Dematte ve ark., 2004; Wetterlind, 2013). Farklı sayıda topraklar taranarak meydana getirilen spektral kütüphaneler daha sonra yeni örneklerin karakterizasyonunda kullanılabilir. Spektral kütüphaneler, çalışma alanındaki topraklardaki değişkenliğin iyi temsilcileridir (Bellinaso ve ark., 2010). VNIRS ölçümlerinden başarılı sonuçlar elde edebilmek için, toprak spektral kütüphanesinin

çeşitli organik ve inorganik maddeler içeren farklı toprak türlerini kapsmalıdır (Dunn ve ark., 2002). Spektrometrik metotlar ile toprak özelliklerinin tahmin başarıları ayrıca toprak örneklerinin sayısı, toprak ana materyali, kalibrasyonda kullanılan gerçek verilerin elde edilmesinde kullanılan laboratuvar analiz metotları, değişkenlerin dağılım aralığı ve kalibrasyon modeli için kullanılan istatistiksel metot gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Son zamanlarda veri madenciliği (data mining) teknikleriyle birleştirilen spektrometrik metotlar farklı kimyasal (Bögrekçi ve Li, 2007; Milos and Bensa, 2017), fiziksel (Şenol ve Akgül, 2013) ve biyolojik (Lazaar ve ark., 2020) toprak özelliklerinin aynı anda tahmin edilmesinde sık bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Toprak yansımaları ile laboratuvar ölçümleri arasındaki kalibrasyon modellerini oluşturmak için sıkça kullanılan istatistiksel metotlar arasında stepwise regresyon (Ting ve ark. 2009), Temel bileşenler analizi (PCA) (Oliveira ve ark., 2013), PLSR modeli (Lazaar ve ark., 2020), Yapay sinir ağları (ANN) (Güzel, 2017), Destek Vektör makinesi ve Karar Ağaçları (Zhang ve ark., 2018) gibi metotlar yer almıştır.

Et, ilaç, kumaş, bitki, su ve toprak dahil olmak üzere çeşitli materyallerin karakterizasyonunda farklı kemometrik teknikleriyle birleştirilen spektral çalışmalar ümit verici bulunmuştur. Özellikle orijinal örneklerin bozulmaması, kontaminasyon olmaması ve izlerin ortada korunması adli kullanımlar için önemli bir avantaj sağlamaktadır. VNIRS spektral analizler üç boyutlu veri seti ile mekânsal ve spektral bilgilerin yanı sıra zamansal analiz imkânlarıyla spektrumların davranışı ve kimyasal değişimler hakkında fikir vererek olayların süresi de tahmin edilebilir (Edelman ve ark.,2012).

Bununla birlikte, hem yerinde hem de laboratuvar ortamında hızlı, tahribatsız ve uygun maliyetli bir yaklaşım olarak geleneksel laboratuvar yöntemlerinin yerini almadan önce

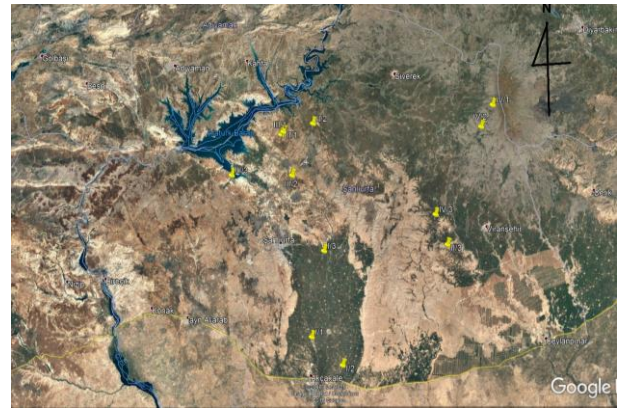
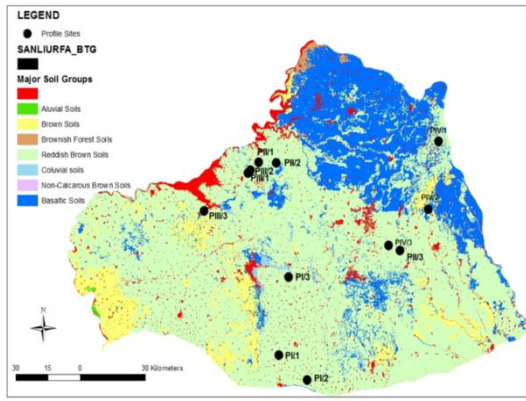
teknikğin daha fazla doğrulanmasına hala ihtiyaç vardır. Ayrıca sınırlı sayıda çalışmada VNIRS tekniğinin profil çalışmalarında horizon esasına göre alınan toprak örneklerinin karakterizasyonundaki kullanım başarısı test edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, i) dört farklı ana materyal üzerinde oluşmuş ve horizon esasına göre alınmış toprak örneklerinin VNIRS yöntemi ile karakterize edilebilirliğini test etmek ii) bu yaklaşımın zaman alıcı ve külfetli toprak etüdü çalışmalarında olası kullanım potansiyelini araştırmaktır.

Materyal ve Metot

Çalışma alanı ve örnekleme

Çalışma alanı Şanlıurfa ilini kapsamaktadır. Şanlıurfa ili yaklaşık 200 bin km² olup 36° 38' 00"- 37° 59' 37" kuzey enlemleri, 37° 49' 03 " - 40° 14' 37 " doğu boylamları arasında yer almaktadır. Şanlıurfa ili jeolojik olarak tersiyer yaşlı karasal sedimanter karbonat kayalar ve volkanik kayalardan oluşmaktadır. Yer yer kuarterner aluviyal ve koluviyal materyaller de görülmektedir (MTA, 1996). Yarı kurak iklim koşullarına sahip Şanlıurfa ilinde kırmızı kahverengi, kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi, bazaltik, koluviyal ve aluviyal büyük toprak gruplarına ait topraklar bulunmaktadır. Çalışmada materyal olarak kullanılan toprak örnekleri 4 farklı ana materyal üzerinde açılan profillerden horizon esasına göre alınmıştır. Bu ana materyaller 1-Çamur Akıntıları 2-Miyosen–Eosen Kireç Taşları 3-Marnlar (Neojen Marnlar) 4-Bazaltik Topraklar olarak gruplandırılabilirler. Çalışma alanına ilişkin jeolojik harita Şekil 1'de yer almaktadır. Bu farklı ana materyallerden horizon esasına göre toplamda 59 örnek alınmıştır. Detaylı sınıflandırılması da arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu yapılan topraklar yeni taksonomik sınıflandırma sistemine göre İnceptisol ve Vertisol büyük toprak grupları içerisinde sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve farklı ana materyaller üzerinde açılan toprak profilleri noktaları
Figure 1. Soil profile points opened on the study area and different parent materials

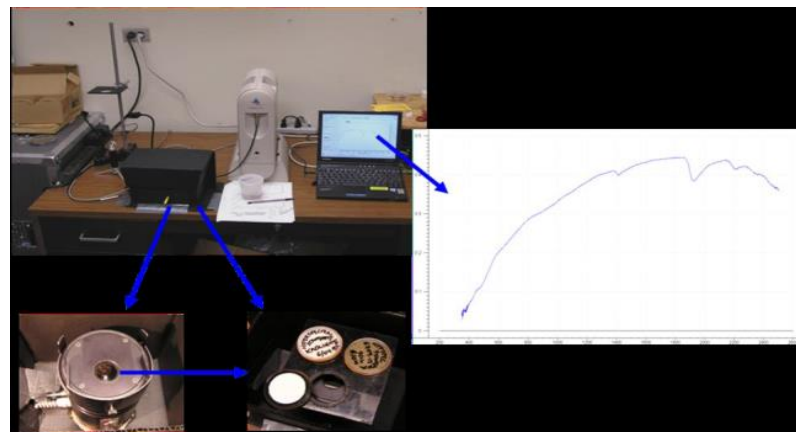
Toprak analizleri

Laboratuvar ortamına taşınmış olan toprak örnekleri hava kurusu duruma geldikten sonra 2 mm'lik elekten elenerek analizler için depolanmıştır. Profillerden horizon esasına göre alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Toprakların % kil, silt ve kum içeriklerini belirlemek için "Bouyoucos Hidrometresi" metodu kullanıldı (Gee ve Bauder, 1986). Toprak pH'sı için satürasyon çamuru hazırlanarak pH okumaları yapıldı (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954). Elektriksel iletkenlik (EC) pH ölçümü yapıldıktan sonra aynı süspansiyonda dijital EC metre ile ölçümü yapıldı (Jansen, 1993). Organik madde modifiye edilip Walkey-Black metoduna göre yapıldı (Nelson ve Sommers, 1982). Kireç içeriği Scheibler kalsimetresinde karbondioksit çıkış hacmine göre belirlendi (Allison ve Moodie, 1965). Değişebilir Katyonlar (kalsiyum, magnezyum, potasyum ve sodyum) 1 N Amonyum Asetat yöntemine göre yapıldı (Thomas, 1982). Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) 1.0 N amonyum

asetat (pH = 7.0) yöntemine göre belirlendi (Jackson, 1958). Değişebilir katyonlardan çözülebilir katyonlar çıkarılarak ESP değerleri hesaplanmıştır (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Spektroradyometre okumaları

4 farklı anamateryal (Çamur akıntıları, Kireç Taşı, Marn, Bazalt) üzerinde oluşmuş 3 farklı noktadan alınan profillerden horizon bazında alınan toplamda 59 toprak örneği 2 mm den elenmiş petri kaplara yaklaşık 20 şer gram olacak şekilde yerleştirilmiş ve spektral okumaya hazır hale getirilmiştir. Laboratuvarda yapılan spektroradyometrik okumaları için hazır hale getirilen 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örneklerinin 350-2500 nm dalga boyundaki yansımaları Spektroradyometre (ASD FieldSpecPro III) ile Harran Üniversitesi Spektroradyometre – EM 38 laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Yansıma okumaları 350-2500 nm dalga boyu aralığında, 1 nm çözünürlükte toplanmıştır.



Şekil 2. Toprak örneklerinin yansımalarının alınmasında kullanılan Field Spec III Spektroradyometre düzeneği ile toprak örneklerinin yansımalarının alınması
Figure 2. Taking the reflections of soil samples with Field Spec III Spectroradiometer set

Topraklardan elde edilen yansımalar beyaz standart (whitespektral on standart material) ile alınan yansıma ile orantılandıktan sonra nihai yansımaları hesaplanmıştır (Şekil 2);

$$R = \frac{\text{Toprak Yansıması}}{\text{White Spektral on Yansıması (Referans)}}$$

İstatistiksel analizler ve modelleme

İstatistiksel analizlerden önce elde edilen toprak yansımaları ViewSpecPro programı yardımıyla ASCII metin dosyalarına dönüştürülmüş, daha sonra Excel ortamına taşınarak her bir noktada ölçülen yansıma okumaları istatistiksel işlemler için laboratuvarında ölçülmüş toprak özellikleri ile birleştirilerek kalibrasyon ve tahmin için hazır hale getirilmişlerdir.

Temel bileşenler analizi (PCA)

PCA çok değişkenli bir istatistiksel yöntem olarak değişken sayısının azaltılmasında ve örüntü tanımada kullanılır. PCA hem orijinal veri setinde bulunan varyasyonu korur hem de verilerin boyutunu azaltır. PCA nin amacı bir veri kümesindeki yüksek düzeyde ilişkili değişkenleri temel bileşenler olarak adlandırılan, ilişkisiz değişkenlerden meydana gelen daha küçük bir veri kümesine dönüştürmektir. PCA veri setindeki orijinal değişkenlerin ağırlıklı doğrusal kombinasyonlarıdır (Brejda ve ark., 2000). Temel Bileşen Analizi (PCA), Unscumbler programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kısmi en küçük kareler regresyonu (Partial least square regression; PLSR)

Toprak yansımaları ile farklı toprak parametreleri arasındaki ilişkiler PLSR metodu kullanılarak modellenmiştir. Toprak yansımaları ve toprak elektriksel iletkenliği arasındaki kalibrasyon kısmi en küçük kareler regresyon analizi ile yapılmıştır. PLSR metodu X (Spektral yansımalar) ve Y (Toprak özellikleri – Lab ölçümleri) matrisleri arasındaki ilişkiyi doğrusal çok değişkenli bir modelle açıklar. Çok değişkenli regresyon modelinden (MLR) farklı olarak PLRS tekniği spektral veri gibi aralarında önemli oranda

korelasyon bulunan çok fazla sayıdaki X değişkenlerinin (Bu çalışmada ki X veri sayısı 2150 adet) olduğu veri setlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir (Esbensen, 2010). PLSR kalibrasyon modellerinin validasyonu hem birebir çapraz doğrulama (Cross Validation) hem de bağımsız veri setleri kullanarak gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada ki örnek sayısı gözönünde bulundurularak PLSR kalibrasyon modellerinin validasyonu tek çıkışlı çapraz doğrulama (leave one out cross validation) yaklaşımıyla yapıldı. Bu yaklaşımda her bir iterasyonda bir örnek veri setinden çıkarılıp model kalan verilerle kurulmakta, bu işlem tüm örnekler aynı işleme tabi tutuluncaya kadar sürdürülür. Çapraz doğrulama metod kalibrasyon ve validasyonda kullanılan PLSR tekniğinde ayrıca optimum sayıdaki faktörün seçiminde de kullanılmaktadır (Milos ve Bensa, 2018). PLSR modelleri Unscumbler programında yürütülmüştür.

Tahminlerin doğruluğu

PLSR kullanarak VNIRS tekniğiyle elde edilen yansımalar ve toprak analiz sonuçları arasında oluşturulan modellerin tahmin doğruluğu belirleme katsayısı, tahmin hataları ortalamalarının karakökü (RMSEP), performansın sapmaya oranı (RPD) gibi parametreler ile değerlendirilmiştir. RMSEP değeri validasyon seti içindeki örneklerin 1: 1 regresyon çizgisi etrafındaki dağılımı ve ortalama hatayı ölçer. RMSEP gerçek değerler ile tahminler arasındaki farkların ortalamalarının karakökleri olarak hesaplanır (Eşitlik 1);

$$RMSEP = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\text{tahmin}} - Y_{\text{lab.gözlemi}})^2}{n-1}} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Formüldeki n validasyon setindeki örnek sayısını, Y_{tahmin} ve $Y_{\text{lab.gözlemi}}$ tahmin değerlerini ve gerçek analiz değerlerini göstermektedir. R^2 (Tespit katsayısı), dataların regresyon çizgisine yakınlığı belirler; RPD parametresi validasyon setindeki verilerin standard sapmasının RMSEP değerine bölünmesi ile elde edilir (Eşitlik 2);

$$RPD = \frac{SD}{RMSEP} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Toprak özellikleri

VNIRS modellerinin toprak özelliklerinin tahminindeki başarısı açısından önemli parametrelerin aralıklarının seviyesi ve değişim oranları Tablo 1 de verilmektedir. Dört farklı ana materyal üzerinde meydana gelmiş toprak profillerinden horizon esasına göre alınan topraklara ait parametreler oldukça geniş bir dağılım göstermiştir. Ortalama % 33.06 olan toprak CaCO_3 içerikleri geniş bir aralığa sahip olarak % 13.36 ile % 67.36 arasında bir değişim göstermiştir. Benzer bir şekilde toprak kum, kil ve silt içerikleri de geniş dağılım gösteren parametreler arasında yer almıştır. Toprakların organik madde kapsamı % 0.46 ile % 4.21 aralığında bir dağılım göstermiştir. Data seti içerisinde yer alan farklı toprak grupları içerisinde sınıflandırılmış toprakların pH seviyeleri de geniş bir aralığa sahip olarak 6.43 ile 7.95 arasında değişim göstermiştir. Değişebilir katyonlar arasında en yüksek konsantrasyona sahip olan Ca çok geniş bir aralığa sahip olarak $31.93 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$ ile $152.35 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Değişebilir Ca içeriklerini sırasıyla yoğunluk olarak Mg, K ve Na izlemiştir. Toprakların elverişli P içerikleri 0.70 kg da^{-1} ile 16.07 kg da^{-1} arasında değişim göstermiştir. ICP ile analiz edilen toplam Fe ve Al içerikleri ise sırasıyla $17.61 - 1302 \text{ mg kg}^{-1}$ ve $6.89 - 977 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim göstermişlerdir. Geniş dağılımların yanısıra bazı parametreler oldukça yüksek değişim göstermiştir. Parametreler arasında en yüksek değişime en yüksek Varyasyon katsayısına P (% 103) sahip olmuştur ve bunu sırasıyla değişebilir Mg, CaCO_3 , değişebilir K, Al, organik madde, Fe ve EC izlemiştir. Parametreler arasında en düşük Varyasyon Katsayısına sahip pH

(% 3.23) olmuştur diğer parametreler ise orta seviyede değişim göstermiştir (Çizelge 1). Araştırmacılara göre toprak özelliklerinin değişkenliklerinin belirlenmesinde en bilinen parametre varyasyon katsayısıdır (VK). İncelenen parametreleri sahip oldukları varyasyon katsayılarına göre gruplara ayrılmıştır buna göre; VK değerleri % 15' un altında olan parametrelerin yersel değişkenlikleri düşük bulunurken % 36' un üzerindeki VK katsayısına sahip değişkenler ise yüksek oranda değişken olarak nitelendirilmiştir Cambardella ve ark. (1994). Turgut ve Öztaş (2012) benzeri sonuçlar elde etmişlerdir araştırmacıların $100 \text{ ha}'$ lık bir alandan topladıkları toprak data setindeki en yüksek ve en düşük varyasyon katsayısı gösteren parametreler sırasıyla P ve pH olmuştur. Araştırmacılar P daki yüksek değişimin çalışma alanındaki farklı bitki desenine ve ona göre yapılan fosforlu gübre uygulamalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Oldukça geniş bir alanı ve toprak yapılarını kapsayan çalışma toprakları da benzer biçimde oldukça farklı bitki desenleri altında farklı gübreleme amenajmanlarına maruz kalmıştır. Başbozkurt ve ark. (2013) de adet toprak veri setinde pH yı en düşük Varyasyon Katsayısına sahip olan parametre CaCO_3 muhtevasını da en yüksek parametre olarak belirtmişlerdir.

Toprak parametreleri arasındaki korelasyon tablosu incelendiğinde bazı önemli pozitif ve negatif ilişkiler bulunmuştur. Kireç ile kil, Fe arasında önemli negatif korelasyon, pH ile Fe arasında önemli negatif, kum ile K arasında önemli negatif korelasyon, kil ile Na arasında önemli negatif korelasyon, ayrıca organik madde içerikleri ile K ve P arasında önemli pozitif ilişkiler ve P ile K arasında da önemli pozitif ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Toprak özelliklerine ait tanıttıcı istatistikler

Table 1. Descriptive statistics of soil properties

	pH	EC dS m ⁻¹	Kireç %	Kum %	Kil %	Silt %	Organik Madde Organic Matter %	Ca me 100 g ⁻¹	K me 100 g ⁻¹	Mg me 100 g ⁻¹	Na me 100 g ⁻¹	KDK me 100 g ⁻¹	Fosfor Phosphorus kg da ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Al mg kg ⁻¹
Ortalama	7.50	1.22	33.06	34.78	44.91	20.31	0.94	54.17	0.83	5.93	0.59	35.07	3.04	519.98	393.50
Standart S	0.24	0.72	22.78	15.07	13.60	7.14	0.57	22.27	0.56	4.99	0.25	10.86	3.14	309.20	251.13
VK [†]	3.23	59.43	68.90	43.33	30.29	35.17	60.92	41.10	67.17	84.18	42.06	30.97	103.07	59.46	63.82
Basıklık	5.46	-0.73	-0.30	-0.25	-0.53	0.71	18.26	8.92	3.32	2.79	4.59	0.12	9.21	-0.45	-0.14
Çarpıklık	-1.48	0.54	0.54	1.01	-0.57	-0.10	3.64	2.51	1.64	1.79	2.06	-0.19	2.92	0.41	0.43
Aralık	1.52	2.59	83.31	54.00	52.00	36.00	3.75	120.42	2.77	19.77	1.20	52.10	15.37	1284.39	970.59
En Büyük	6.43	0.21	1.09	13.36	12.64	0.00	0.46	31.93	0.17	0.70	0.34	7.71	0.70	17.61	6.89
En Küçük	7.95	2.80	84.40	67.36	64.64	36.00	4.21	152.35	2.94	20.47	1.54	59.80	16.07	1302.00	977.48

Çizelge 2 Toprak parametreleri arasındaki korelasyonlar

Table 2 Correlations between soil parameters

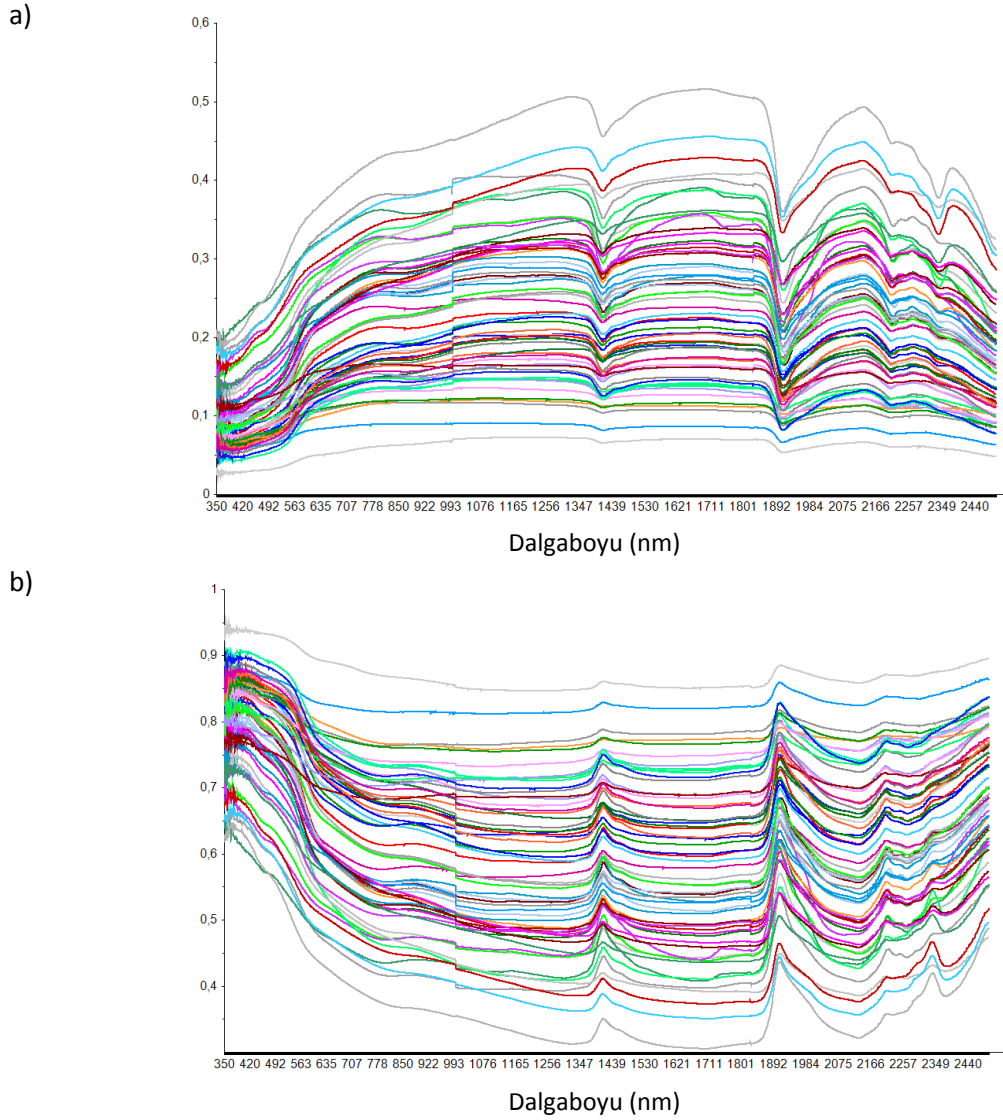
	Kireç Lime (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kum Sand (%)	Kil Clay (%)	Silt Silt (%)	Organik Madde Organic Matter (%)	Ca (me 100 g ⁻¹)	K (me 100 g ⁻¹)	Mg (me 100 g ⁻¹)	Na (me 100 g ⁻¹)	KDK (me 100 g ⁻¹)	Fosfor Phosphorus (kg da ⁻¹)	Fe (kg da ⁻¹)
Kireç (%)	1.00													
pH	0.38**	1.00												
EC (dS m ⁻¹)	-0.02	-0.33**	1.00											
Kum (%)	0.43**	0.22	-0.18	1.00										
Kil (%)	-0.50**	-0.21	0.03	-0.88**	1.00									
Silt (%)	0.04	-0.05	0.32*	-0.43**	-0.05	1.00								
Organik M (%)	-0.27*	0.01	-0.11	-0.15	0.11	0.12	1.00							
Ca (me 100 g ⁻¹)	-0.39**	-0.09	0.34**	-0.08	0.04	0.08	-0.09	1.00						
K (me 100 g ⁻¹)	-0.27*	-0.15	-0.08	-0.38**	0.40	0.05	0.49**	0.03	1.00					
Mg (me 100 g ⁻¹)	-0.68**	-0.39**	-0.28*	-0.18	0.23	-0.06	0.18	-0.04	0.08	1.00				
Na (me 100 g ⁻¹)	-0.06	0.08	0.06	0.31*	-0.48**	0.26*	-0.26*	0.27*	-0.48**	0.12	1.00			
KDK (me 100 g ⁻¹)	-0.36**	-0.29*	0.21	-0.45**	0.33**	0.31**	0.23	0.12	0.29*	0.26*	0.06	1.00		
Fosfor (kg da ⁻¹)	0.10	0.01	-0.11	0.13	-0.17	0.05	0.62**	-0.27*	0.63**	-0.05	-0.29*	0.15	1.00	
Fe (kg da ⁻¹)	-0.75**	-0.39**	0.01	-0.28*	0.38**	-0.13	0.34**	0.18	0.27*	0.61**	-0.13	0.32**	-0.03	1.00

*p<0.05: p <0.01 seviyesinde önemli

Toprak yansımalarının karakterizasyonu

Dört farklı ana materyaller üzerinde meydana gelmiş topraklar Amerikan Toprak sınıflandırma sistemine göre İnceptisol ve Vertisol büyük toprak grupları içerisinde yer almıştır. Kurak ve yarı kurak iklim altındaki farklı ana materyaller (Çamur

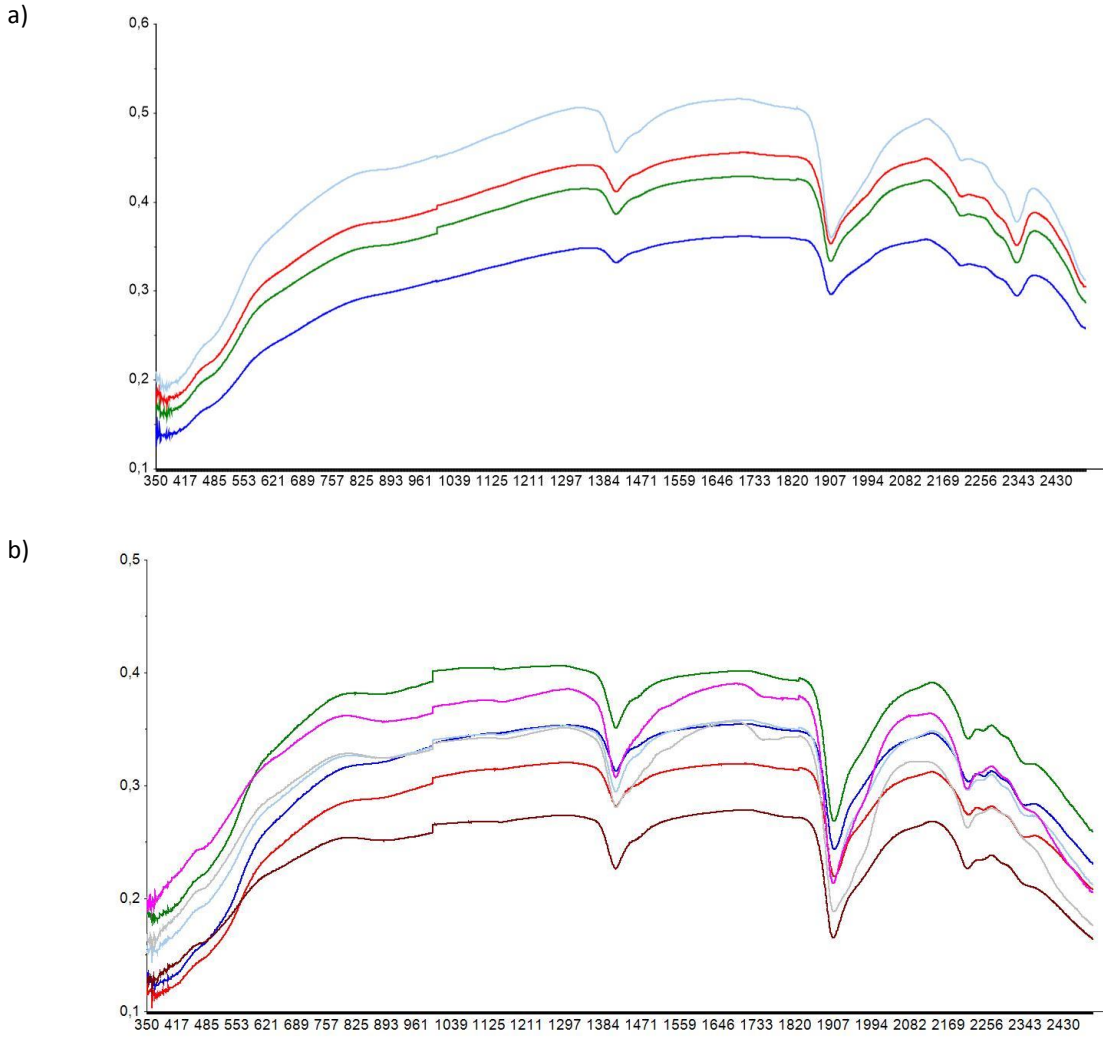
akıntıları, Kireçtaşı, Marn ve Bazaltik) üzerinde meydana gelmiş toprak profillerden horizon esasına göre alınmış farklı derinliklerdeki toprak örneklerinin görülebilir ve yakın kızılötesi dalga boylarında alınan ham yansımaları ve absorbens değerlerine ait grafikler Şekil 3 de verilmektedir.



Şekil 3. Topraklara ait ham spektral yansımalar (R) (a) spektral absorbens değerleri (1/R) (b)
Figure 3. Raw spectral reflections of soils (R) (a) spectral absorbance values (1 / R) (b)

Araştırma alanından açılan profillerin horizonlarından toplanan topraklara ait yüzde ham yansımalar % 2 ile % 51 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3a). Buna göre yansıma oranları geniş bir aralığa sahip olmuştur. Ham yansımalarda toprakda ki OH iyonları ve su molekülleri nedeniyle

meydana gelen 1400, 1900 ve 2200 nm civarındaki absorpsiyon piklerinin yanısıra, yakın kızıl ötesi bölgede de toprakların mineral içeriklerine bağlı olarak farklı dalga boylarında (2200, 2350 nm) absorpsiyon pikleri meydana gelmiştir (Şekil 3).



Şekil 4. CaCO₃ (a) ve Jips (CaSO₄.7H₂O) (b) içeriğinde zengin topraklara ait yansımalar ve adsorpsiyon pikleri
 Figure 4. Reflections and adsorption peaks of soils rich in CaCO₃ (a) and Gypsum (CaSO₄.7H₂O) (b)

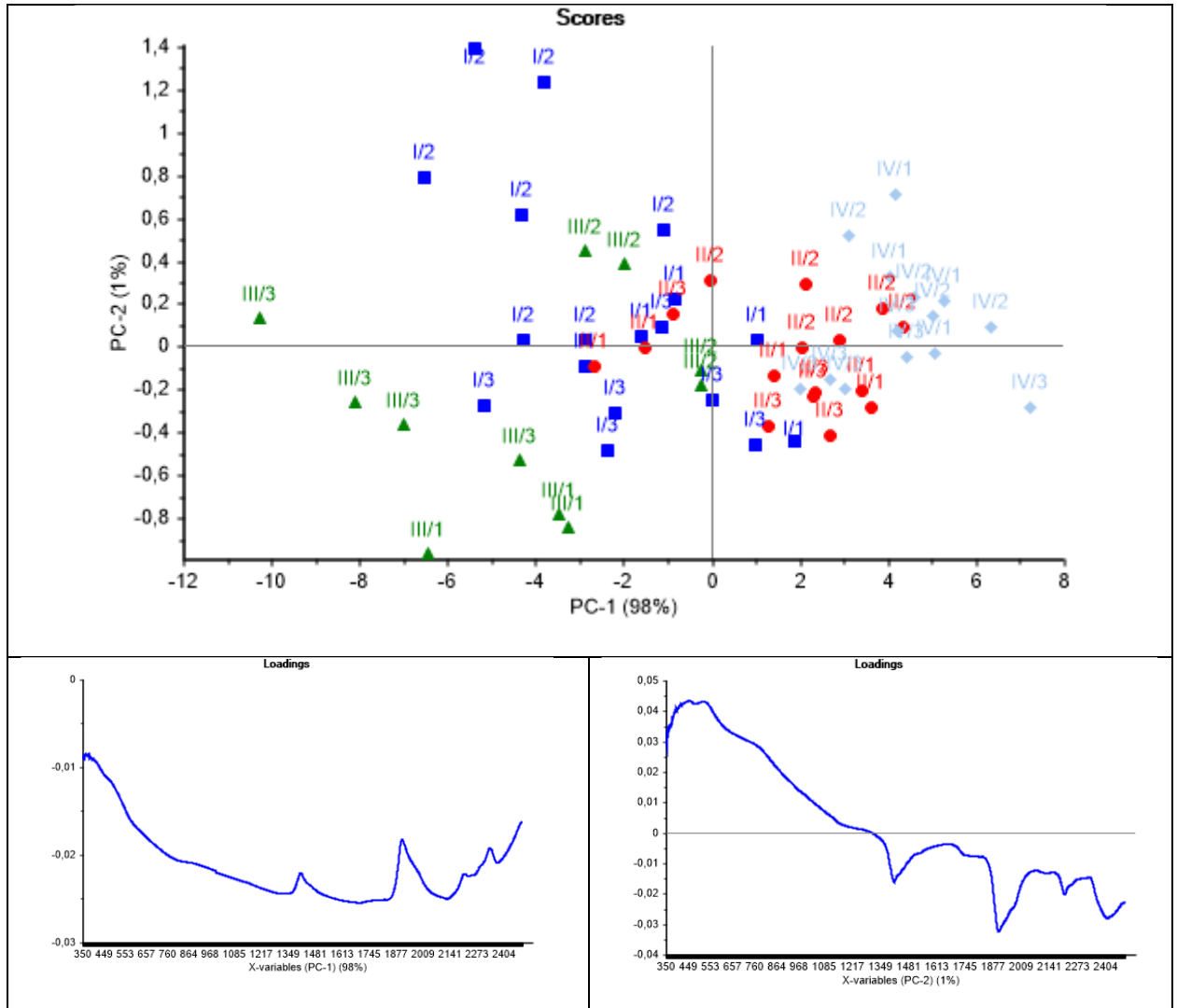
Toprak yansımalarının seviyesi topraklardaki Fe₂O₃ ve kil içeriğince ve organik madde ile açıklanmaya çalışılmıştır. Genel olarak Fe₂O₃ ve kilce ve organik maddece zengin topraklardaki yansıma oranları, bu materyallerce fakir olan topraklara nazaran daha düşük bulunmuştur (Bellinosa ve ark., 2010). 1400 ve 1900 nm deki OH iyonu ve su molekülleri kaynaklı absorpsiyon piklerinin yanısıra, kızılötesi bölgede 2200 ve 2300 nm dalga boylarında toprak içi kil mineralleri kaynaklı bandlar oluşmuştur (Dalal ve Henry, 1986; Clark, 1999). Araştırmadaki toprak yansımalarının detaylı incelemesi yapıldığında bazı dalga boylarında spesifik adsorpsiyon pikleri oluşmuştur; 2200 nm dalga boyunda özellikle 2: 1 tipi kil mineralleri ve Kaolinit mineralleri ile özellikle CaCO₃ ca zengin olan topraklarda ise 2350 nm aralığında belirgin bir adsorpsiyon bölgesi meydana gelmiştir (Şekil 4a). 2200 nm ve 2350 nm

deki adsorpsiyon pikleri karbonatlar ve 2:1 tipi kil minerallerince zengin topraklarda tespit edilmiştir (Milos ve Bensa, 2018; Bellinaso ve ark., 2010). Data seti içerisinde ayrıca jips mineralince zengin topraklarda bulunan bandlara sahip topraklar da yer almıştır (Şekil 4b). Bu gruptaki örnekler detaylı incelendiğinde bu örneklerin özellikle diğer toprak örneklerine ait yansılardan farklı olarak 1440, 1750, 1940 ve 2200 nm civarında adsorpsiyon pikleri göstermektedir. Bu pikler topraklardaki jips minerallerinin varlığını göstermektedir ve jips minerali içeriği yüksek toprakların varlığı hakkında bilgi vermektedir (Howari ve ark., 2002; Farifteh ve ark., 2006). Şekil 3b jips minerali muhtevası yüksek topraklara ait yansımaları göstermektedir. Jips muhtevasının varlığı ve karakterizasyonu önemlidir. Jips muhtevasının varlığı toprak tuzluluğu ve alkaliliğini önlemede önemlidir.

Temel bileşenler analizi (PCA)

Ham yansımalara PCA analizi uygulanmıştır. İlk iki PCA toprak ham yansımaları içerisindeki toplam değişimin % 99'luk (PC1 % 98, PC2 % 1) bir kısmını açıklamıştır. PC1 ağırlık grafikleri topraklara ait

genel absorbanş şeklini yansıtırken; PC2 ağırlıkları ise özellikle 450-460 nm aralığında yüksek pozitif değerler alırken 1900-1910 nm aralığında, 1414 nm ile 2216 ve 2400 nm civarlarında yüksek negatif yüklere sahip olmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Temel Bileşenler Analizi (PCA); a) Skorlar (Scores) b) Ağırlıklar (Loadings)
Figure 5. Principal Component Analysis (PCA); a) Scores b) Loadings (Weights)

İki PC Oliveira ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada da yaklaşık % 97.4' lük bir değişimi açıklayabilmıştır. Araştırmacılara göre bu çalışmaya benzer şekilde negatif ağırlık faktörlerine sahip birinci PCA genel olarak yansıma yüzdeleri ile ilişkilendirilmiş, ikinci PC ise belli dalga boylarında pikler elde edilmiştir.

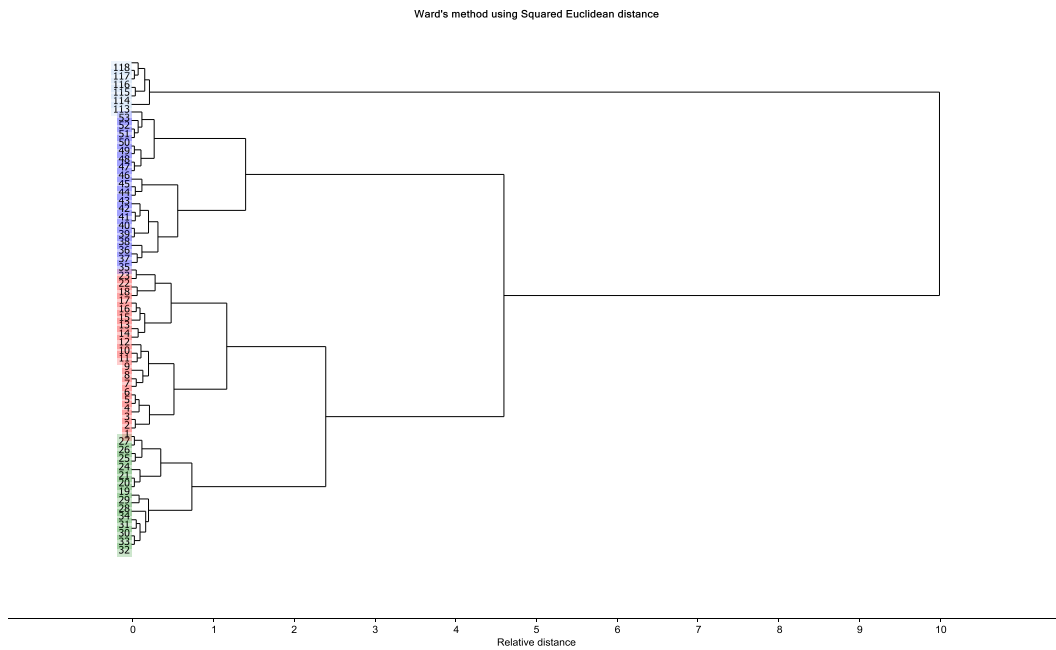
PCA metodu spektroskopik verilerin analizinde daha öncede kullanılmıştır ve PCA analizinin spektral verinin fiziksel yorumun da yardımcı olabileceği belirtilmiştir (Bellinaso ve ark., 2010; Oliveira ve ark., 2013). Araştırma konusu toprakların ham yansıma değerlerine Temel Bileşenler analizi (PCA) uygulandıktan sonra bazı

örneklerin gruplandığı görülmüştür (Şekil 5). Bazaltik ana materyal üzerinde oluşmuş topraklara ait profiller (IV nolu) PC2 tarafından diğer toprak gruplarından ayrıldığı görülmektedir. Bu gruptaki topraklar genel olarak diğer toprak gruplarına göre farklı olarak daha az oranda kireç içeriğine sahiptir. Ayrıca IV-1 ve IV – 2 nolu gruptaki topraklardan ayrılan IV-3 nolu profile ait toprakların kireç içerikleri IV-1 ve IV – 2 nolu gruptaki toprakların kireç içeriklerine göre daha düşüktür. Kireç içerikleri farklı toprak grupları arasındaki ayırma yardımcı olan önemli bir özellik olarak ön plana çıkmaktadır.

Kümeleme analizi ile spektral sınıflandırma

Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların ham spektral yansımalarına PCA analizine tabi tutulduktan sonra kümeleme analizi uygulanarak toprakların yansımalarına göre gruplandırılmaları sağlanmış, Yansımaya karakteristiklerine göre kümeleme analizi ile dört farklı gruba ayrılan topraklar Şekil 6` da gösterilmektedir. Dört farklı gruba atanan topraklar ile farklı ana materyallere göre araziden toplanmış örneklerin gerçek sınıfları

karşılaştırılarak hata matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 3). Hata matrisine göre spektral yansımaya sonuçlarına göre kümeleme analizi ile ayrılan sınıflar ile örneklerin arazide belirlenen sınıfları arasında % 61 oranında doğruluk elde edilmiştir. Sınıflandırma sonucu elde edilen gruplar ile arazideki gerçek gruplar arasındaki doğruluk seviyesi ayrıca kappa istatistiği kullanarak kıyaslanmıştır. İki sınıflandırma arasındaki uyumu gösteren kappa istatistik değeri 0.62 olarak bulunmuştur.



Şekil 6. Kümeleme analiz sonuçları
Figure 6. Cluster analysis results

Çizelge 3. Spektral karakteristiklere ve arazi çalışmalarına göre toprakların farklı ana materyal gruplarına göre sınıflandırılmasını gösteren hata matrisi

Table 3. Error matrix showing the classification of soils according to different parent material groups according to spectral characteristics and field studies

		B (Spektral Sınıflandırma)			
		I	II	III	IV
A (Arazi Sınıflandırması)	I	12	6	0	0
	II	6	10	0	0
	III	0	7	0	4
	IV	0	0	0	14

I – Çamur akıntıları II – Kireçtaşları III-Marn IV- Bazaltik ana materyal

Kappa değerleri daima 1 e eşit ya da daha azdır. Kappa değeri 1 sınıflandırma için karşılaştırılan her iki metot arasında mükemmel bir uyumu, 1 den az olan değerler ise farklı şekilde gruplandırılmıştır. Karşılaştırılan iki metot arasındaki uyum Kappa

değerlerine göre 0.01 – 0.20 arasında ise düşük, 0.21-0.40 yeterli, 0.41- 0.60 arası orta ve 0.61-0.80 arası önemli ve 0.81-1.00 arası ise mükemmel olarak belirtilmiştir (Landis ve Koch, 1977). Buna göre araştırma dan elde edilen kappa değeri (0.62)

spektral yansımalar ve arazi ölçümlerine göre yapılan gruplar arasındaki uyumun orta ve önemli seviyede başarılı olduğunu göstermektedir.

PLSR model ve toprak parametrelerinin tahmini

Kısmi En Küçük Kareler Regresyon tekniği ile toprak parametreleri ve yansımaları arasında kurulan kalibrasyon modelleri yardımıyla toprak parametrelerinin tahminleri gerçekleştirilmiştir.

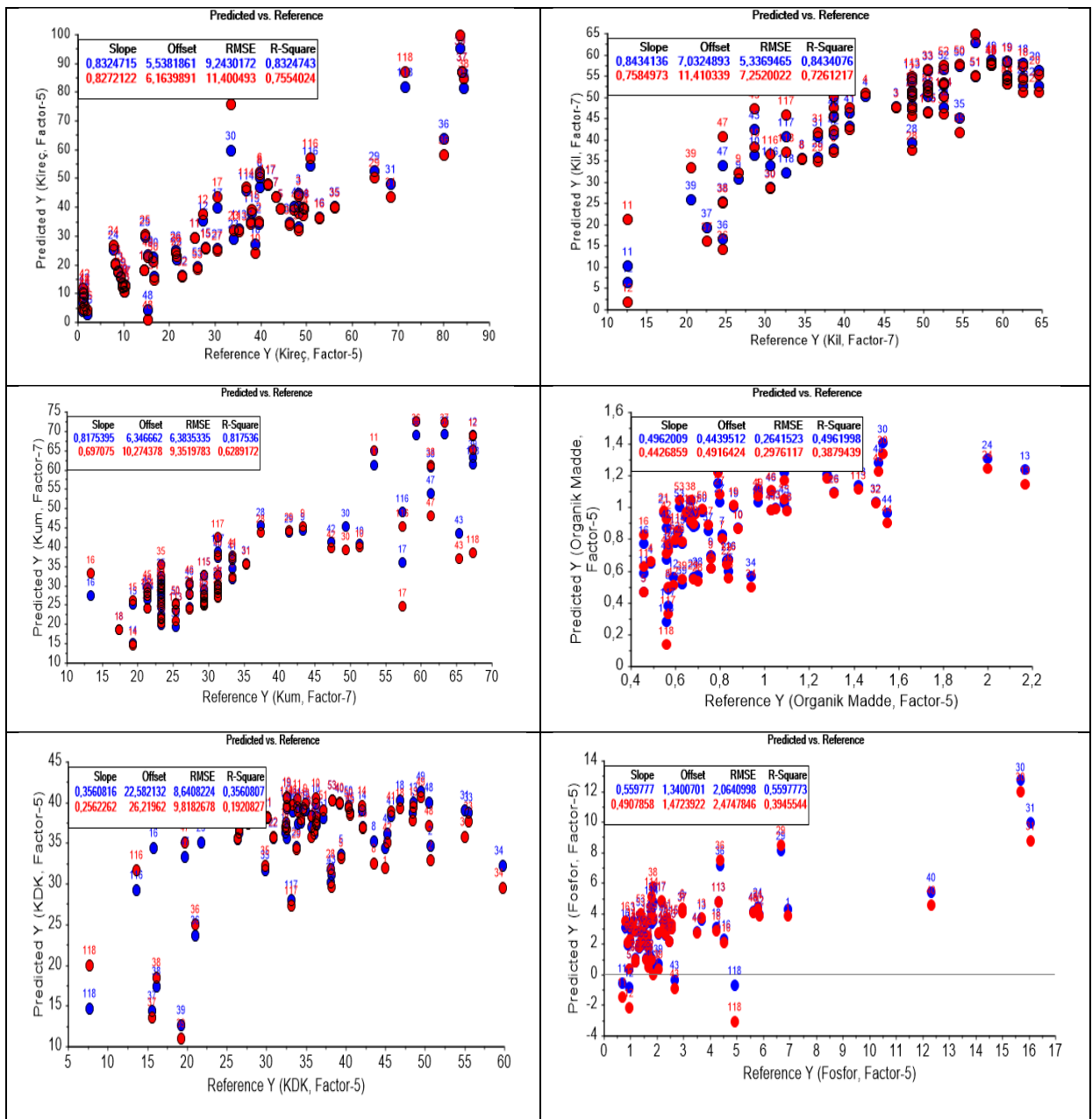
Tahminlerin doğrulukları çapraz doğrulama (cross validation) yaklaşımı ile test edilmiştir. Farklı toprak parametrelerine ait çapraz doğrulama test sonuçlarını gösteren tahminler ve gerçek değerler arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler Şekil 7- 8 arasında, ayrıca test sonuçlarına ait R² değerleri, RMSEP ve RPD değerleri Çizelge 4` de verilmektedir.

Çizelge 4. PLSR modeli çapraz doğrulama sonuçları

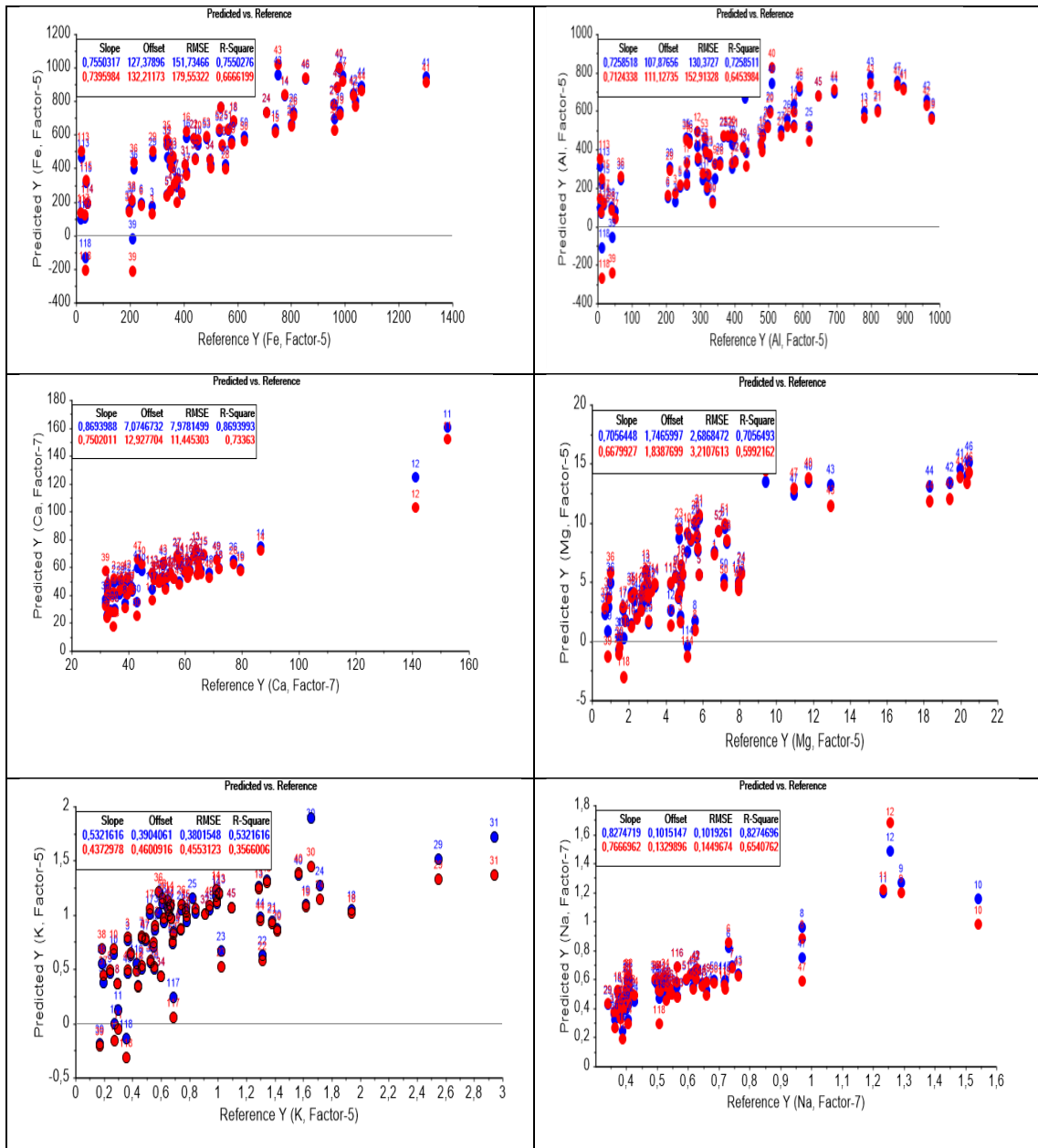
Table 4. PLSR model cross validation results

		Kalibrasyon		Validasyon		
		RMSEC [†]	R ²	RMSEP [‡]	R ²	RPD
CaCO ₃	%	9.24	0.83	11.4	0.76	1.99
Kil	%	5.33	0.84	7.25	0.73	1.87
Kum	%	6.38	0.82	9.35	0.63	1.61
Organik Madde	%	0.473	0.30	0.51	0.21	1.26
KDK	me 100 g ⁻¹	8.64	0.36	9.81	0.19	1.12
Ca	me 100 g ⁻¹	7.97	0.87	11.44	0.73	2.03
Mg	me 100 g ⁻¹	2.68	0.70	3.21	0.59	1.55
K	me 100 g ⁻¹	0.38	0.53	0.46	0.36	1.23
Na	me 100 g ⁻¹	0.10	0.83	0.14	0.65	1.71
P	kg da ⁻¹	2.06	0.56	2.47	0.39	1.27
Fe	mg kg ⁻¹	151.7	0.76	179.5	0.67	1.72
Al	mg kg ⁻¹	130.3	0.73	152.9	0.65	1.64

[†]Root Mean Square Error of Calibration (Kalibrasyon Hata Kareler Ortalaması) ; [‡] Root Mean Square Error of Prediction (Tahmin Hata Kareler Ortalaması)



Şekil 7. PLSR çapraz doğrulama kalibrasyon ve çapraz doğrulama ile tahminler
 Figure 7. Predictions with PLSR cross validation calibration and cross validation



Şekil 8. PLSR çapraz doğrulama kalibrasyon ve çapraz doğrulama ile tahminler
Figure 8. PLSR calibration and estimations with cross-validation

Tahminlerin doğruluğu R^2 ve RPD değerlerine göre yorumlanabilir. 0.50 ile 0.66 arasındaki R^2 değerleri modelin yüksek ve düşük değerler arasında ayırım gücü yapabildiğini, 0.66 ile 0.80 arasındaki R^2 değerleri yaklaşık sayısal bir tahmin yapabildiğini, 0.81 ve 0.90 arasındaki R^2 değerleri ise tahminlerin iyi olduğunu R^2 değerleri 0.90`ın üzerinde ise mükemmel bir tahmin olduğunu gösterir (Saeys ve ark., 2005). Chang ve ark. (2001) tarafından da RPD değerlerine göre modeller; RPD değeri ≥ 2 ise "iyi" modeller, $1.4 \leq RPD < 2$ olanlar "yeterli" tahmin ederken, $RPD < 1.4$ ise "kötü" tahmin modelleri olarak sınıflandırılmıştır. Buna sınıflandırmalara göre toprak parametreleri arasında değişebilir Ca ve CaCO_3 için VNIRS tekniği ile yapılan tahminler başarılı, Kil, Kum, değişebilir

Mg ve Na, Fe ve Al için yapılan tahminler orta seviyede başarılı bulunurken elverişli fosfor, değişebilir K, KDK, organik madde için yapılan tahminler ise zayıf olarak belirlenmiştir. Orta kategorideki tahminler farklı kalibrasyon ve yansıma analiz stratejileri kullanılarak iyileştirebilir, fakat zayıf kategorideki yer alan tahminler ise güvenilir olmayabilir (Chang ve ark., 2001).

Önemli bir toprak kalite parametresi olan toprak organik maddesinin muhtevası ve içeriği toprak yansıması üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Toprağın rengi toprağın organik madde içeriğiyle yakından ilişkilidir, daha yüksek oranlarda organik maddeli topraklar daha koyu renklere sahip olarak, toprak organik maddesi ile görülebilir bölgedeki

ışık yansımaları arasındaki ilişkiye de işaret etmektedir (Ting ve ark. 2009). VNIRS metodu toprak organik maddesinin tahmininde başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Wetterlind ve ark., 2008; Ting ve ark., 2009; Bilgili ve ark., 2010). Mevcut çalışmada ise organik maddenin VNIRS metodu kullanılarak tahmin edilmesi amacıyla kurulan PLSR modelinin başarı oranı düşük bulunmuştur (Çizelge 4, Şekil 6). Bunda diğer toprak özelliklerinin maskeleyici etkilerinin olması söz konusu olabilir. Stenberg ve ark. (2002) kum içeriğince zengin topraklarda ışığın dağılımının söz konusu olduğu ve kumun organik madde adsorpsiyonunu maskeleyici bir özelliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir ve toprak organik maddenin başarılı tahminleri için data setindeki kumlu toprakların kaldırılması gerektiğini açıklamışlardır. Benzer şekilde de araştırma konusu topraklarının kireç içeriğince zengin olması ve kireç benzer bir etkiyle organik maddenin adsorpsiyon etkisini maskelediği bu nedenle de organik madde ile toprak yansımaları arasında elde edilen modellerin zayıf olduğu düşünülmektedir. Çok yakın bir zamanda yürütülmüş olan bir çalışmada spektrometre tekniği ve PLSR metodu kullanılarak yapılan organik madde tahmininde R² değerleri 0.80-0.93 aralığında elde edilmiştir (Lazar ve ark. 2020). Bu araştırma dan farklı olarak toprakların pH seviyeleri ve kireç içerikleri farklılık göstermektedir. Organik madde ile pozitif korelasyonlu olan P ve K gibi elementlerin tahminleri de başarısız olmuştur. Yansımaya doğrudan etkili olmayan toprak parametrelerin tahmin başarısında bunların yansımaya doğrudan etkili olabilecek birincil parametreler ile arasındaki ilişkilerin seviyesi de etkilidir (Bilgili ve ark., 2010).

Şenol ve Akgül (2013), Isparta, Burdur, Denizli, Antalya ve Afyonkarahisar bölgeleri yaygın toprak gruplarından açılan 16 profilden horizon esasına göre aldıkları toprak örneklerinin bazı özellikleri ile toprakların spektrometre ile elde edilen yansımaları arasında kurulan modeller kullanılarak yapılan tahminlerde araştırmacılar bu araştırmaya kıyasla organik madde, değişebilir K ve KDK için daha başarılı sonuçlar elde ederken, Kil, Kum ve değişebilir katyonlar gibi parametreler için ise bu

çalışmada elde edilen sonuçlara göre daha başarısız sonuçlar elde etmişlerdir. Her iki araştırmada da araştırmacılar CaCO₃ tahminleri için benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Sonuçlar

Farklı ana materyal üzerinde açılmış profillerden horizon esasına göre alınmış toprak örnekleri laboratuvar gözlemleri ve spektral karakteristikleri bakımından önemli bir değişim göstermiştir. Farklı toprak grupları arasında ki en büyük ayırt edici farklılıklar toprakların farklı dalga boylarında (2200, 2350 nm) belirgin karakteristik özelliklere sahip CaCO₃ ve mineral kapsamları bakımından olmuştur. Toprakların spektral bilgilerini kullanan PCA toprak profillerini açtıkları ana materyallere göre ayırmada başarılı bulunmuştur. Ayrıca VNIRS tekniği araştırma alanındaki toprak özelliklerinin tahminlerinde orta seviyede başarılı bulunmuştur. PLSR metodu genel olarak yansımaları ile toprak özellikleri arasındaki doğrusal olan ilişkileri modellemekte olduğundan, VNIRS tekniği kullanılarak yapılacak toprak özellikleri tahminlerinin başarılarının doğrusal olmayan ilişkileri modelleyen istatistiksel metotlar kullanılarak da test edilmesi gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar metodun adli bilimlerde toprakların ayırımında başarılı bir şekilde kullanılabileceğini de göstermiştir.

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkısı

Recep Gündoğan ve Ali Volkan Bilgili çalışmayı tasarlamış, Yüstra İnci ve Ali Volkan Bilgili analiz etmiş, Yüstra İnci, Recep Gündoğan saha araştırmasını yürütmüş, Ali Volkan Bilgili ve Yüstra İnci makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

Allison, L. E., & Moodie, C. D. (1965). Carbonate. In A.G. Norman (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, (pp. 1379-

- 1396), Second Edition. Agronomy, No. 9, Part 2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Başbozkurt, H., Öztaş, T., Karabrahimoğlu, A., Gündoğan, A., & Genç, A. (2013). Toprak Özelliklerinin Mekânsal Değişim Desenlerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 44 (2): 169-181.
- Bellinaso, H., Demattê, J. A. M., & Romeiro, S. A. (2010). Soil spectral library and its use in soil classification. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(3), 861-870.
- Bendor, E., & Banin, A. (1995). Near-infrared analysis (NIRA) as a method to simultaneously evaluate spectral featureless constituents in soils. *Soil Science*, 159(4), 259-270.
- Brejda, J. J., Karlen, D. L., Smith, J. L., & Allan, D. L. (2000). Identification of regional soil quality factors and indicators II. Northern Mississippi Loess Hills and Palouse Prairie. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 2125-2135.
- Bilgili, A., Çullu, M., & Aydemir, S. (2014). Tuzdan Etkilenmiş Toprakların Yakın Kızılötesi Yansıma Spektrometre Ve Elektromanyetik İndüksiyon Tekniği Yardımıyla Karakterize Edilebilme Potansiyelinin Araştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(1), 33-46.
- Bogrekci, İ., & Lee, W.S. (2007). Comparison of Ultraviolet, Visible, and Near Infrared Sensing for Soil Phosphorus. *Biosystem Engineering*, 96 (2), 293-299.
- Brown, D.J., Shepherd, K.D., Walsh, M.G., Mays, M.D., & Reinsch, T.G. (2006). Global soil characterization with VNIR diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma*, 132, 273-290.
- Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F. & Konopka, A.E. (1994). Field scale variability soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society America Journal*, 58:1501-1511.
- Chang, C.W., Laird, D., Mausbach, M.J., & Hurburgh Jr, C.R. (2001). Near-infrared reflectance spectroscopy-principal components regression analyses of soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65(2), 480.
- Clark, R.N., & Roush, T.L. (1984). Reflectance spectroscopy: Quantitative analysis techniques for remote sensing applications. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 89(B7), 6329-6340.
- Dalal, R.C., & Henry, R.J. (1986). Simultaneous determination of moisture, organic carbon, and total nitrogen by near infrared reflectance spectrophotometry. *Soil Science Society of America Journal*, 50(1), 120-123.
- Demattê, J.A., Campos, R.C., Alves, M.C., Fiorio, P.R., & Nanni, M R. (2004). Visible-NIR reflectance: a new approach on soil evaluation. *Geoderma*, 121(1-2), 95-112.
- Dunn, A.J. (2002). *Survey of Legislation, Agricultural Law*. University of Arkansas at Little Rock. Law Review.
- Fang, Y.M., Zhu, B.K., Zhu, D., Christie, P., Ke, X., & Zhu, Y. G. (2018). Exposure to nanoplastics disturbs the gut microbiome in the soil oligochaete *Enchytraeus crypticus*. *Environmental Pollution*, 239, 408-415.
- Farifteh, J., Farshad, A., & George, R.J. (2006). Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modelling, and geophysics. *Geoderma*, 130(3-4), 191-206.
- Fang, Q., Hong, H., Zhao, L., Kukulich, S., Yin, K., & Wang, C. (2018). Visible and near-infrared reflectance spectroscopy for investigating soil mineralogy: A review. *Journal of Spectroscopy*, 2018,1-14.
- Gee, G.W. & Bauder J.W. (1986). Particle-size Analysis. In A. Klute (Ed.) *Methods of Soil Analysis Part 1*. (pp. 383-411). Soil Science Society of America Book Series 5, Madison, Wisconsin, USA..
- Güzel, Ş.G. (2017). Harran Ovası topraklarının bazı özelliklerinin jeostatistiksel (kriging-method) yöntemle belirlenerek haritalanması/Determination and mapping of some soil properties of Harran Plain by geostatistic method (Kriging) (Doctoral dissertation).
- Howari, F. M., Goodell, P. C., & Miyamoto, S. (2002). Spectral properties of salt crusts formed on saline soils. *Journal of Environmental Quality*, 31(5), 1453-1461.
- Jackson, M. L. (1958). *Soil chemical analysis*. Verlag: Prentice Hall. Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Janzen, H. H. (1993). Soluble salts. In Carter, M.R. (Ed.), *Soil sampling and methods of analysis*.(pp. 161-166). CRC Press Inc., Florida.
- Keskin, M., & Görücü K. S., (2012). *Hassas Tarım Teknolojileri*. Hatay. Mustafa Kemal Üniversitesi Yayınları, (35), 210.
- Kooistra, L., Wehrens, R., Leuven, R.S.E.W., & Buydens, L.M.C., (2001). Possibilities of visible/near-infrared spectroscopy for the assessment of soil contamination in river floodplains. *Anal. Chim. Acta*, 446, 97-105.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374.
- Lazaar, A., Mouazen, A. M., Hammouti, K. E., Fullen, M., Pradhan, B., Memon, M. S., & Monir, A. (2020). The application of proximal visible and near-infrared spectroscopy to estimate soil organic matter on the Triffa Plain of Morocco. *International Soil and Water Conservation Research*, 8(2), 195-204.
- Miloš, B. & Bensa, A. (2017). VIS-NIR spektroskopisi kullanılarak toprak organik karbonunun tahmini: Hırvatistan'dan Kırmızı Akdeniz topraklarına uygulama. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6 (4), 365-373.
- Miloš, B. & Bensa, A. (2018). Tarımsal topraklarda organik karbon ve kalsiyum karbonatların Vis-NIR spektroskopisi ile tahmini. *Poljoprivreda* , 24 (1), 45-51.
- Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1982). Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter, In A.L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 2 Chemical and Microbiological Properties* (pp. 539-579). Second Edition. Agronomy, No. 9, Part 2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Oliveira, J.F., Brossard, M., Vendrame, P.R.S., Mayi, S., Corazza, E.J., Marchao, L., & Guimaraes, M.F. (2013). Soil discrimination using diffuse reflectance Vis-NIR spectroscopy in a local toposequence. *Comptes Rendus Geoscience*, 345, 446-453.
- Oliveira, M. N., Santos, T. M., Vale, H. M., Delvaux, J. C., Cordero, A. P., Ferreira, A. B., ... & Borges, A. C. (2013).

- Endophytic microbial diversity in coffee cherries of Coffea arabica from southeastern Brazil. *Canadian journal of microbiology*, 59(4), 221-230.
- Özgül, M. M. (2018). *Hassas tarım*. Akfon Yayınları, Ankara.
- Poppiel, R.R., Lacerda, M.P.C., Oliveira Junior, M.P., Demattê, J.A.M., Romero, D.J., Sato, M.V., Almeida Júnior, L.R., & Cassol, L.F.M. (2018). Surface spectroscopy of Oxisols, Entisols and Inceptisol and relationships with selected soil properties. *Rev Bras Cienc Solo*, 42:e0160519.
- Şenol, H., & Akgül, M. (2013). Farklı Sıcaklık ve Nem Rejimleri ile Farklı Jeolojik Ana Materyal Üzerindeki Toprakların Oluşumu ve Mineralojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1), 41-52.
- Tekin, Y., & Tümsavaş, Z. (2012). Toprak Özelliklerinin Belirlenmesinde Spektrofotometrik Yansımalarından Yararlanma Olanakları. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 37-45.
- Thomas, G. W. (1983). Exchangeable Cations. In A.L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, (pp.159-165). Second Edition. Agronomy, No. 9, Part 2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI.
- Ting, H., Jing, W., Zongjian, L., & Ye, C. (2009). Spectral Features of Soil Organic Matter. *Geo-spatial Information Science*, 12 (1), 33-40.
- Turgut, B., & Öztaş, T. (2012). Assessment of spatial distribution of some soil properties with geostatistics method. *Ziraat Fakültesi Dergisi-Süleyman Demirel Üniversitesi*, 7(2), 10-22.
- Tümsavaş, Z., Tekin, Y., Ulusoy, Y., & Mouazen, A. M. (2017). Prediction of Soil Sand and Clay Contents via Visible and Near-Infrared (Vis-NIR) Spectroscopy. In *Intelligent Environments 2017: Workshop Proceedings of the 13th International Conference on Intelligent Environments* (Vol. 22, p. 29). IOS Press.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. USDA Agric. Handb. 60. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Wetterlind, J., Stenberg, B., & Rossel, R. A. V. (2013). Soil analysis using visible and near infrared spectroscopy. *Methods Mol Biol*, 2013;953:95-107
- Zhang, X., Sun, X., Sun, Y., Sun, W., & Cen, Y. (2018). Predicting nickel concentration in soil using reflectance spectroscopy associated with organic matter and clay minerals. *Geoderma*, 327, 25-35.



Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumu çimlenmesine ön üşütme süreleri ve farklı gibberellik asit dozlarının etkisi

Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumu çimlenmesine ön üşütme süreleri ve farklı gibberellik asit dozlarının etkisi

Melike BEKEN¹ , Abdulhabip ÖZEL^{2*} 

¹ Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 63040, Şanlıurfa

² Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 63040, Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0002-9789-9715>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3605-2596>

To cite this article:

Beken, M. & Özel, A. (2021). Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumu çimlenmesine ön üşütme süreleri ve farklı gibberellik asit dozlarının etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 514-525.

DOI: 10.29050/harranziraat.865924

*Address for Correspondence:
Abdulhabip ÖZEL
e-mail:
hozel@harran.edu.tr

Received Date:

25.01.2021

Accepted Date:

19.11.2021

© 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

Çalışma, Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının çimlenme ve fide kalitesi üzerine ön üşütme (Stratifikasyon) süresi uygulamaları (kontrol, 14 gün, 28 gün ve 42 gün, +4 °C sıcaklıkta) ve gibberellik asit (GA₃) konsantrasyonu (0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm ve 400 ppm) uygulamalarının, tek ve birleşik etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 2018 yılında, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında bulunan çimlendirme dolaplarında yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Parsellerinde Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve ana parsellere ön üşütme süresi, alt parsellere GA₃ dozları olacak şekilde düzenlenmiştir. Bulgulara göre, çimlenme hızı, çimlenme gücü, fide sürgün uzunluğu, fide kök uzunluğu, fide kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığının stratifikasyon uygulamalarının ve GA₃ uygulamalarının, tek ve birleşik etkilerinden önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Çimlenme gücünün yüksek olduğu 100 ppm GA₃ ve 14 gün ön üşütme uygulamasının tohum çimlenmesi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Salvia fruticosa*, Çimlenme, GA₃, Stratifikasyon

ABSTRACT

This study was carried out to determine the single and combined effects of different stratification (pre-chilling periods) (control, 14 days, 28 days, and 42 days at +4 °C degree) and different gibberellic acid concentrations (0 ppm, 100, ppm, 200 ppm, 300 ppm and, 400 ppm) applications on the germination and seedling quality of Anatolian sage (*Salvia fruticosa* Mill.) seeds. The study was conducted in the germination cabinets at Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops Laboratory in 2018. The experiment was set up according to the Randomized Complete Plot with Split-plot design with 3 replications, pre-chilling periods was the main plot, and GA₃ doses to the subplot. Speed of germination, germination power, seedling sprout length, seedling root length, dry seedling weight, dry sprout weight and dry root weight was significantly affected from the single and combined effects of stratification (pre-chilling time) and gibberellic acid applications. It was concluded that 100 ppm GA₃ and 14 days pre-chill application are suitable for highest germination power.

Key Words: *Salvia fruticosa*, Germination, GA₃, Stratification

Giriş

Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına bağlı en büyük cinslerden biri olan *Salvia*'nın dünyada 900

türü bulunmakta olup bunlar genellikle Amerika, Güney-Batı Asya ve Afrika kıtalarında yayılış göstermektedir. Türkiye'de ise *Salvia* cinsine bağlı

97 tür, 4 alt tür ve 8 varyetesi bulunmaktadır (Karık, 2013).

Adaçayı ülkemizde dış satımı yapılan önemli bir tür olup, Türkiye’de 2018 yılında 1961 ton adaçayı ihracatı yapılmıştır (Kırıcı ve ark., 2020). Ticari değeri yüksek olan 5 *Salvia* türü vardır. Bunlar; *Salvia officinalis* L., *S. fruticosa* Mill., *S. pomifera* L. ve *S. sclarea* L.’dir (Dweck, 2000).

Bunlardan *Salvia fruticosa* Mill. (Anadolu adaçayı) Türkiye’de hem iç tüketimde kullanılan hem de yaprakları ihraç edilen önemli bir adaçayı türüdür (Bayram ve Sönmez, 2006). Anadolu adaçayı çok yıllık, çalı formunda, yaprakları genellikle basit yapılı, çiçekleri açık eflatun renginde ve bazen de beyaz olan, mart-mayıs aylarında çiçek açan bir bitkidir (Karık ve Sağlam, 2017). Bu bitkinin saplarında elmaya benzeyen mazıların bulunması nedeniyle, bitkinin yapraklarından elde edilen uçucu yağ, halk arasında, elma yağı olarak adlandırılır (Bayram ve Sönmez, 2006). Doğal ortamından toplanan bitkilerin kuru yapraklarında %2-3 oranında uçucu yağ bulunmaktadır. Bu yağın ana bileşeni 1,8-cineole olup, %20.7-46.9 arasında değiştiği, bunun yanında yağın bileşimindeki camphor oranının %2.8-17.5, β -pinene oranın ise %5.3-11.3 arasında değiştiği belirlenmiştir (Karık ve Sağlam, 2018). Anadolu adaçayıdan elde edilen uçucu yağın bileşiminde thujon oranı tıbbi adaçaya göre düşük olduğu için Anadolu adaçayı çay şeklinde kullanılmaya daha uygun bir tür olarak bilinmektedir (Zeybek ve Zeybek, 1994; Karık, 2013).

Adaçayı, Mezopotamya’da 6000 yıl öncesinden bu yana şifa amacıyla kullanılan önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Adaçayının kuru yaprakları ve çiçekleri bazı ilaçların yapımında, gövde ve yaprakları boyacılıkta, bazı türleri ise süs amacıyla kullanılmaktadır. Adaçayı özellikle ağrı kesici, soğuk algınlığı, sara hastalığı, bronşit, verem, menstrual rahatsızlıklar ve kanamaların tedavisi için kullanılmaktadır (Rivera ve ark., 1994; Topçu, 2006; Karık, 2013). Anadolu adaçayının ise unutkanlığı azaltıcı, soğuk algınlığında vücudu ısıtıcı, adet düzenleyici, cilt sarkmasını azaltıcı etkileri bulunmaktadır (Zeybek ve Zeybek, 1994;

Karık, 2013).

İnsanlar tarih boyunca birçok hastalığın tedavisinde bitkilerden faydalanmışlardır. Özellikle 1990’lı yıllardan sonra tıbbi ve aromatik bitkilerin yeni kullanım alanlarının keşfedilmesi, bu bitkilerin kullanım hacmini arttırmıştır (Kırıcı ve ark., 2020). İnsanlar bu bitkileri daha çok doğal ortamından toplayarak elde etmektedir. Ancak doğal ortamından toplanan bitkilerde kaliteli ve standartlara uygun ürün elde etmek zordur. Bu nedenle bu bitkileri kültüre alarak kaliteli ve standartlara uygun ürün elde etmek mümkündür (Kırıcı ve ark., 2020). Anadolu adaçayı ülkemizde hem iç tüketimde kullanılan hem de ihracatı yapılan önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Karık, 2013). Ancak birçok tıbbi bitkide olduğu gibi, adaçayı da daha çok doğal ortamından toplanarak elde edilmekte, az bir kısmının ise kültürü yapılmaktadır. Karık ve ark. (2013), Anadolu adaçayında standartlara uygun ürün elde edilebilmesi için bu türün kültüre alınması gerektiğini bildirmiştir.

Kültürü yapılan bitkilerde, kaliteli ve verimli üretimin en önemli girdilerinden biri kullanılan tohumluktur. Diğer tüm girdiler ise tohumluğun üretim kapasitesini ortaya çıkarmasına yardımcı olan unsurlardır (Yılmaz, 2008; Şehirli, 2002; Tulukçu, 2012). Birim alandan yüksek verim alınabilmesi için öncelikle tohumun çimlenmesi ve homojen bir çıkışın sağlanması gerekir. Bunun içinde tohumların çimlenme isteklerinin bilinmesi faydalı olacaktır (Sönmez ve ark., 2019). Anadolu adaçayı tohumlarında çimlenme problemleri olduğu için, bu sorunu çözecek bazı uygulamaların bilinmesi avantaj sağlayacaktır. Dormasiyi kaldırmada, sıklıkla stratifikasyon (ön üşütme) ve giberilik asit (GA_3) uygulamaları kullanılmaktadır. Stratifikasyon işlemi tohumlarda çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla tohumların nemli ve serin ortam koşullarında bekletilmesi işlemidir. GA_3 tohumdaki depo maddelerini aktif hale getirerek tohum çimlenmesini uyarmaktadır. Ön üşütme işlemi aynı zamanda GA_3 miktarını arttırıp, ABA miktarını azalttığı için çimlenmeyi olumlu yönde etkilemektedir (Ünal ve ark., 2004). Bu konuda yapılan çalışmalarda, Sönmez ve ark. (2019)

adaçayı tohumlarının musilajımsı tohum kabuğuna sahip olduğunu ve bunun dormansiye neden olduğunu, tohumlardaki dormansiye kırmak için KNO_3 , GA_3 ve polimer kaplama gibi uygulamalar yapılabileceğini ve GA_3 uygulamalarının çimlenmeyi artırdığını, Subaşı ve Güvensen (2010) İzmir adaçayı (*S. smyrnaea*) tohumlarında GA_3 ve stratifikasyonun uygulamalarının çimlenme için gerekli olduğunu, Finch ve ark. (1991) 7 farklı *Salvia* türünde yaptıkları bir çalışmada GA_3 uygulamalarının çimlenmeye etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Weerakoon ve Lovett (1986) *S. reflexa* tohumlarında dormansi olduğunu ve bu dormansiye kırmak için tohumların nemli olarak 2 hafta $10\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve daha sonra 2 saat $40\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta bekletilmesi gerektiğini, Şenel (2005) *S. dicroantha* türüne ait tohumların en iyi $20\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta çimlendiğini ve farklı GA_3 doz uygulamalarında (20, 100 ve 200 mg l^{-1}) çimlenme olmadığını, Subaşı ve Güvensen (2010) *S. smyrnaea* (İzmir adaçayı) tohumlarında dormansinin kırılması için stratifikasyonun tek başına yeterli olmadığını, GA_3 'ün de gerekli olduğunu, en iyi çimlenmenin stratifikasyon ve $250\text{ ppm } GA_3$ uygulanmış tohumlardan elde ettiklerini, Abdollahi ve ark. (2011) bazı *Salvia* türleri tohumlarında gibberellik asidin bazı türlerde çimlenme yüzdesini artırdığını buna karşılık bazı türlerde ise çimlenin olmadığını, Özcan ve ark. (2014) çimlenme değerleri bakımından türler arasında farklılıklar olduğunu, *S. fruticosa* Mill. tohumlarında en iyi çimlenme değerinin ön üşütme uygulamasında ve GA_3 uygulamasında elde ettiklerini, Sönmez ve ark. (2019) *S. fruticosa* Mill. tohumlarında GA_3 uygulamasında kontrole göre daha yüksek çimlenme oranı elde edildiğini bildirmişlerdir. Anadolu adaçayı tohumları çimlenme problemlerinin giderilmesi konusunda bilgi birikimi oldukça kısıtlı olup tohumdan, adaçayı üretmek isteyen çiftçilere ve araştırmacılara bilgi birikimi oluşturmak önem arz etmektedir.

Bu çalışma, Anadolu adaçayı tohumlarının çimlenme ve fide kalitesi üzerine stratifikasyon (ön üşütme) ve gibberellik asit (GA_3)

uygulamalarının, tek ve birleşik etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen *Salvia fruticosa* Mill. (Anadolu adaçayı) türüne ait tohumlar kullanılmıştır. Tohumlar, doğal floradan toplanarak seleksiyona tabi tutulmuş popülasyonlardan elde edilen bitkilerden sağlanmış ve yeni mahsul olup (2018), bin tane ağırlığı 4.75 g olarak belirlenmiştir. Gibberellik asit (GA_3) dozları, toz gibberellik asit (Sigma-Aldrich CAS-NO:77-06-5) kullanılarak hazırlanmış ve çimlenme denemesi, otomatik ısı, nem ve ışık kontrollü, GC 450, bitki büyütme dolabında yürütülmüştür.

Bu çalışma, 2018-2019 kış döneminde, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada, Anadolu adaçayı tohumları 4 farklı ön üşütme süresi (kontrol, 14 gün, 28 gün ve 42 gün, $+4\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta bekletme) ve 5 farklı GA_3 dozlarına (0, 100, 200, 300 ve $400\text{ ppm } GA_3$ çözeltilerinde 24 saat bekletme) tabi tutularak, bunların çimlenme ve ilgili parametrelere etkisi belirlenmiştir.

Deneme, Tesadüf Parsellerinde, Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve ana parsellere ön üşütme süreleri, alt parsellere GA_3 dozları gelecek şekilde düzenlenmiştir.

Ön üşütme uygulaması

Anadolu adaçayı tohumları ön üşütme uygulamasından önce %5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi içinde 5 dakika tutularak sterilizasyon işlemi yapılmış ve tohumlar saf su ile 3 defa durulanmıştır. Daha sonra, tohumlar nemlendirilmiş 2 kat kurutma kâğıdı arasında, cam saklama kaplarına konulmuş ve $+4\text{ }^\circ\text{C}$ de 14, 28 ve 42 gün süreyle bekletilerek ön üşütme işlemine tabi tutulmuştur (Tuncer ve Ummuhan, 2017). Kontrol gruplarında ön üşütme işlemi yapılmamıştır.

GA₃ uygulaması

Toz halindeki GA₃'ten 200 mg tartılarak üzerine 10 ml alkol eklenerek, eritilmiş ve daha sonra GA₃ çözeltisi üzerine uygulamalara göre, saf su eklenerek 100, 200, 300 ve 400 ppm GA₃ dozları hazırlanmıştır.

Ön üşütme işlemi uygulanan ve kontrol grubu tohumları 24 saat, hazırlanan 0, 100, 200, 300 ve 400 ppm GA₃ dozlarında bekletildikten sonra çimlenme dolabına alınarak deneme yürütülmüştür.

Çimlendirme işlemi; denemede toplam 3000 adet tohum kullanılmış ve her uygulama için üç tekrarlamalı olacak şekilde, cam petrilere (10 cm), kurutma kağıdı arasına 50 adet tohum yerleştirilmiş ve tohumlar petri kaplarına konulmadan önce kurutma kağıtları saf su ile ıslatılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm malzemeler (petri, kurutma kağıdı, pens vb.) önce, etüvde 105 °C de, sterilize edilmiştir.

Petri kaplarına yerleştirilen tohumlar, nemi (%70), sıcaklığı (25/15°C) ve ışıklandırma süreleri (12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık ortamda) ayarlanmış çimlenme dolaplarında, çimlenme testlerine tabi tutulmuştur (Özcan ve ark., 2014).

Anadolu adaçayı tohumlarında çimlenme hızı ve çimlenme gücünü belirlemek için ön deneme yapılmıştır. Buna göre 14. günde çimlenme hızı ve 24. günde çimlenme gücü sayımlarının yapılmasına karar verilmiştir. Aşağıda belirtilen özellikler Şenel (2005)'in bildirdiği yöntemlere göre yürütülmüştür.

Çimlenme hızı (%)

Çalışmada uygulamalara göre her petride, 14. güne kadar çimlenen toplam tohum sayıları belirlenmiş ve toplam tohum sayılarına göre % olarak hesaplanmıştır.

Çimlenme gücü (%)

Çalışmada uygulamalara göre her petride, 24. güne kadar çimlenen tohum sayıları belirlenmiş ve toplam tohum sayılarına göre % olarak hesaplanmıştır.

Fide sürgün uzunluğu (cm)

Her parselden 14. ve 24. günlerde alınan 5 bitkide, kök boğazı ile en uçtaki yaprak ucu arasındaki mesafe cetvelle ölçülerek, ortalamaları (cm) hesaplanmıştır.

Fide kök uzunluğu (cm)

Her parselden 14. ve 24. günde alınan 5 bitkide, kök boğazı ile kök ucu arasındaki mesafe cetvelle ölçülerek, ortalamaları (cm) hesaplanmıştır.

Fide kuru ağırlığı (mg)

Fideler etüvde 70 °C de 48 saat kurutulduktan sonra tartılarak, kuru ağırlıkları (mg) belirlenmiştir.

Sürgün kuru ağırlığı (mg)

Kök boğazından ayrılan sürgünler 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra tartılarak, kuru ağırlıkları (mg) belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlığı (mg)

Kök boğazından ayrılan kökler 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra tekrar tartılarak, kuru ağırlıkları (mg) belirlenmiştir.

Fide ile ilgili gözlemlerde yeterli çimlenmenin olmadığı uygulamalarda, gözlemler oluşan fidelerden alınarak ortalamaları hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre, MSTAT-C paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, önemli çıkan ortalamalar Lsd (%5)'e göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çimlenme hızı

Anadolu adaçayı tohumlarının çimlenme hızı üzerine, ön üşütme süreleri ana etkilerinin ve ön üşütme süresi x GA₃ dozları etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu, GA₃ doz uygulamalarının ise istatistiksel anlamda önemsiz olduğu saptanmıştır. Farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan çimlenme hızı ortalama değerleri (%) ve oluşan gruplar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan çimlenme hızı ortalamaları (%) ve oluşan gruplar

Table 1. Average speed of germination (%), first count, 14th day) determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	17.33 b-e	13.33 c-f	21.33 bcd	14.00 c-f	16.50
100 ppm	11.33 def	17.33 b-e	18.00 b-e	8.66 efg	13.83
200 ppm	12.00 def	23.33 abc	12.00 def	3.33 fg	12.66
300 ppm	8.66 efg	33.33 a	4.00 fg	4.00 fg	12.50
400 ppm	8.00 efg	28.00 ab	4.00 fg	0.00 g	10.00
Ortalama/Average	11.46 B	23.06 A	11.86 B	6.00 B	
LSD (%)	6.00 (Ön Üşütme Süresi/Pre-chilling periods), 11.08 (Ön Üşütme Süresi x GA ₃ Dozları/Pre-chilling periods x GA ₃ doses)				

Çizelge 1’de, farklı ön üşütme sürelerine göre ortalama çimlenme hızı değerlerinin % 6.00-23.06 arasında değiştiği, en yüksek çimlenme hızı ortalama değerinin 14 gün ön üşütme, en düşük çimlenme hızı ortalama değeri ise 42 gün ön üşütme uygulamasında saptandığı; farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde çimlenme hızı ortalama değerlerinin %0.00-33.33 arasında değiştiği, en yüksek çimlenme hızı ortalama değerinin 14 gün ön üşütme x 300 ppm GA₃ uygulamasında, en düşük çimlenme hızı ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasında saptandığı görülmektedir. Ayrıca önemli olmamakla beraber, GA₃ dozlarına göre ortalama çimlenme hızı değerlerinin %10.00-16.50 arasında değiştiği ve en yüksek oranın kontrolden elde edildiği ve artan dozların çimlenme hızını olumsuz etkilediği görülmektedir. Genel olarak, farklı GA₃ doz uygulamaları ve 14 günden fazla uygulanan stratifikasyon sürelerinin çimlenme hızını olumsuz etkilemiş olduğu, GA₃ ve stratifikasyon birleşik etkilerinin çimlenme hızını farklı biçimlerde etkilediği söylenebilir. En yüksek ortalama çimlenme hızı değeri 14 gün ön üşütme x 300 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha uzun süreli ön üşütme uygulamaları ve GA₃ uygulamaları çimlenme hızı değerini olumsuz etkilemiştir.

Bulgularımız ön üşütme uygulamalarının çimlenme hızını olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Özcan ve ark., 2014)

bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Aynı zamanda soğuk katlama uygulamalarında, uygulama süresinin artmasının çimlenme hızını olumsuz etkilediğini bildiren Göktürk ve ark. (2007)’nin çalışmalarıyla uyumlu bulunmuştur.

GA₃ uygulamalarının ise çimlenme hızını önemli düzeyde etkilememesi bazı araştırmacıların (Yücel ve Yılmaz, 2009; Çavuşoğlu ve ark., 2010; Hayta ve Arabacı, 2011) bulgularıyla uyumlu bulunurken, GA₃ uygulamalarının çimlenmeyi olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Özcan ve ark., 2014; Arabacı ve ark., 2014; Çalışkan ve ark., 2016) bulgularıyla çelişmektedir. Bu durum, genotip farklılığından, tohumun canlılığından veya tohumun elde edildiği ana bitkinin maruz kaldığı yetiştirilme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hızlı bir çimlenmede, 14 gün ön üşütme x 300 ppm GA₃ uygulamasının daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Çimlenme gücü

Anadolu adaçayı tohumlarının çimlenme gücü üzerine, ön üşütme süreleri ana etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu, GA₃ doz uygulamaları ve ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin ise istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir. Farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan çimlenme gücü ortalama (%) değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 2’te verilmiştir.

Çizelge 2. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan çimlenme gücü ortalamaları (%) ve oluşan gruplar

Table 2. Average germination power (%), second count, 24th day) determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	29.33	25.33	28.66	22.66	26.50
100 ppm	19.33	48.66	30.00	24.66	30.66
200 ppm	18.66	41.33	24.66	14.00	24.66
300 ppm	20.00	42.66	14.00	15.33	23.00
400 ppm	20.00	40.66	7.33	1.33	17.33
Ortalama/Average	21.46 B	39.73 A	20.93 B	15.60 B	
LSD (%)	8.27 (Ön Üşütme Süresi/Pre-chilling periods)				

Çizelge 2’te, farklı ön üşütme sürelerine göre ortalama çimlenme gücü değerlerinin % 15.60-39.73 arasında değiştiği, en yüksek çimlenme gücü ortalama değerinin 14 gün ön üşütme, en düşük çimlenme gücü ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme uygulamasında saptandığı; farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde ortalama çimlenme gücü değerlerinin %1.33-48.66 arasında değiştiği, en yüksek çimlenme gücü ortalama değerinin 14 gün ön üşütme x 100 ppm GA₃ uygulamasından, en düşük çimlenme gücü ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasında saptandığı ve farklı GA₃ dozlarına göre ortalama çimlenme gücü değerlerinin %17.33-30.66 arasında değiştiği ve en yüksek oranın 100 ppm GA₃ uygulamasından elde edildiği ve artan dozların çimlenme gücünü olumsuz etkilediği görülmektedir. En yüksek çimlenme gücü ortalama değeri 14 gün ön üşütme x 100 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha uzun süreli ön üşütme uygulamaları ve GA₃ uygulamaları çimlenme gücü ortalama değerlerini olumsuz etkilemiştir. Kontrole göre ortalama çimlenme gücü değerinin (%29.33), yüksek GA₃ konsantrasyonu ve uzun stratifikasyon uygulamasından olumsuz yönde etkilendiği (%1.33) belirlenmiştir. 14 gün ön üşütme x 100 ppm GA₃ uygulamasına kadar ortalama çimlenme gücü değeri artarken, daha yüksek GA₃ dozu ve daha uzun stratifikasyon süreleri çimlenme gücü ortalama değerlerini kademeli olarak düşürmüştür. Yüksek GA₃’ün çimlenmeyi olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Nitekim, Ünal ve ark. (2004) ön üşütmenin aynı zamanda GA₃ sentezini

arttırdığını ve Şubaşı ve Güvensoy (2010) ise yüksek GA₃ konsantrasyonlarının çimlenmeyi olumsuz yönde etkilediklerini bildirmektedirler.

Bulgularımız ön üşütme uygulamalarının çimlenme gücünü olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Ünal ve ark., 2004; Temel ve Tokur, 2005; Yücel ve Yılmaz, 2009; Şubaşı ve Güvensen, 2010; Özcan ve ark., 2014; Arslan ve ark., 2017; Tuncer ve Ummuhan, 2017;) bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Aynı zamanda soğuk katlama uygulamalarında, uygulama süresinin artmasının çimlenme oranını olumsuz etkilediğini bildiren Köse (2000)’nin çalışmasıyla uyumlu bulunmuştur.

Çimlenme gücü değerinin 100 ppm GA₃ uygulamasına kadar arttığını ve daha yüksek dozlardan olumsuz yönde etkilendiğini bildiren bazı araştırmacıların (Bağçe, 2006; Göztaş, 2008; Şubaşı ve Güvensen, 2010; Arabacı ve ark., 2014) bulgularıyla, GA₃ uygulamalarının çimlenme gücünü önemli düzeyde etkilemediğini bildiren bazı araştırmacıların (Şenel, 2005; Çavuşoğlu ve ark., 2010; Hayta ve Arabacı, 2011; Arslan ve ark., 2017) bulgularıyla ve GA₃ uygulamalarının çimlenmeyi olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Özcan ve ark., 2014; Tursun, 2019; Sönmez ve ark., 2019) bulgularıyla kısmen uyumlu bulunmuştur. Bulgularla literatür bildirimleri arasındaki kimi çelişki, genotip farklılığından veya tohumun elde edildiği ana bitkinin maruz kaldığı yetiştirilme koşullarından kaynaklanabilir.

Fide sürgün uzunluğu

Anadolu adaçayı fidelerinde sürgün uzunluğu (cm) üzerine, ön üşütme süreleri ve GA₃ doz

uygulamaları ana etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu, ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin ise istatistiksel anlamda önemsiz olduğu görülmüştür. Farklı ön üşütme

süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan fide sürgün uzunluğu (cm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan fide sürgün uzunluğu (cm) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 3. Average seedling sprout length determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	1.08	0.96	0.95	0.75	0.93 B
100 ppm	2.66	2.13	1.45	1.78	2.01 A
200 ppm	1.96	2.36	1.59	1.46	1.84 A
300 ppm	1.80	2.29	1.59	1.48	1.79 A
400 ppm	1.91	2.34	1.83 ¹	0.63 ²	1.68 A
Ortalama/Average	1.88 A	2.01 A	1.48 B	1.22 B	
LSD (%)	0.40 (Ön Üşütme Süresi/Pre-chilling periods), 0.35 (GA ₃ Dozları/GA ₃ doses)				

¹: 11 fide ortalaması/Average of 11 seedlings, ²: 2 fide ortalaması/Average of 2 seedlings

Çizelge 3'te, farklı ön üşütme sürelerine göre ortalama fide sürgün uzunluğu değerlerinin 1.22-2.01 cm arasında değiştiği, en yüksek fide sürgün uzunluğu ortalama değerinin 14 gün ön üşütme uygulamasında, en düşük fide sürgün uzunluğu ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme uygulamasında saptandığı; farklı GA₃ uygulamalarına göre ortalama fide sürgün uzunluğu değerlerinin 0.93-2.01 cm arasında değiştiği, en yüksek fide sürgün uzunluğu ortalama değerinin 100 ppm uygulamasında, en düşük fide sürgün uzunluğu ortalama değerinin ise kontrolde saptandığı ve farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde ortalama fide sürgün uzunluğu değerlerinin 0.63-2.66 cm arasında değiştiği, en yüksek fide sürgün uzunluğu ortalama değerinin kontrol x 100 ppm GA₃ uygulamasında, en düşük fide sürgün uzunluğu ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasında saptandığı görülmektedir. En yüksek fide sürgün uzunluğu ortalama değeri kontrol x 100 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha uzun süreli ön üşütme uygulamaları ve GA₃ uygulamaları fide sürgün uzunluğu değerini olumsuz etkilemiştir.

Bulgularımız ön üşütme uygulamalarının fide sürgün uzunluğu değerini olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Şavşatlı ve Çatal, 2014; Tuncer ve Ummuhan, 2017)

bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, GA₃ doz uygulamalarının fide sürgün uzunluğunu olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Özgen ve Arslan, 2016; Gürsoy, 2019) bulgularıyla da uyumludur.

Fide kök uzunluğu

Anadolu adaçayı fidelerinde kök uzunluğu (cm) üzerine ön üşütme süreleri, GA₃ doz uygulamaları ana etkilerinin ve ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır. Farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan fide kök uzunluğu (cm) ortalama değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4'te, farklı ön üşütme sürelerine göre ortalama fide kök uzunluğu değerlerinin 3.52-4.63 cm arasında değiştiği, en yüksek fide kök uzunluğu ortalama değerinin 14 gün ön üşütme uygulamasında, en düşük fide kök uzunluğu ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme uygulamasında saptandığı; farklı GA₃ uygulamalarına göre ortalama fide kök uzunluğu değerlerinin 2.97-4.85 cm arasında değiştiği, en yüksek fide kök uzunluğu ortalama değerinin 100 ppm uygulamasında, en düşük fide kök uzunluğu ortalama değerinin ise 400 ppm uygulamasında saptandığı ve farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde ortalama

fide kök uzunluğu değerlerinin 0.63-5.86 cm arasında değiştiği, en yüksek fide kök uzunluğu ortalama değerinin kontrol x 100 ppm GA₃ uygulamasında, en düşük fide kök uzunluğu ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasında saptandığı

görülmektedir. En yüksek fide kök uzunluğu ortalama değeri kontrol x 100 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha uzun süreli ön üşütme uygulamaları ve GA₃ uygulamaları fide kök uzunluğu değerini olumsuz etkilemiştir.

Çizelge 4. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan fide kök uzunluğu (cm) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 4. Average seedling root length determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	5.37 ab	4.38 b-e	4.03 def	4.72 b-e	4.62 AB
100 ppm	5.86 a	5.16 abc	4.26 cde	4.12 c-f	4.85 A
200 ppm	4.28 b-e	4.47 b-e	3.77 d-g	3.96 d-g	4.12 BC
300 ppm	3.93 d-g	4.38 b-e	3.12 fg	4.15 c-f	3.89 C
400 ppm	3.63 efg	4.77 a-d	2.87 ¹ g	0.63 ² h	2.97 D
Ortalama/Average	4.61 A	4.63 A	3.61 C	3.52 B	
LSD (%)	0.43 (Ön Üşütme Süresi/Pre-chilling periods) 0.55 (GA ₃ Dozları/GA ₃ doses) 1.10 (Ön üşütme süresi x GA ₃ dozları/Pre-chilling periods x GA ₃ doses)				

¹: 11 fide ortalaması/Average of 11 seedlings, ²: 2 fide ortalaması/Average of 2 seedlings

Bulgularımız, fide kök uzunluğu üzerine ön üşütme uygulamalarının istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğunu bildiren bazı araştırmacıların (Şavşatlı ve Çatal, 2014; Tuncer ve Ummuhan, 2017) bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

Fide kök uzunluğu ortalama değerinin 100 ppm GA₃ uygulamasına kadar artması ve daha yüksek dozlarda olumsuz yönde etkilenmesi, GA₃ uygulamalarının çimlenme gücünü önemli düzeyde etkilemediğini bildiren Abacıoğlu (2019)'un ve GA₃ doz uygulamalarının fide kök uzunluğunu olumlu yönde etkilediğini bildiren bazı araştırmacıların (Özgen ve Arslan, 2016;

Gürsoy, 2019) bulgularıyla kısmen uyumlu bulunmuştur.

Fide kuru ağırlığı

Anadolu adaçayı fidelerinde kuru ağırlık (mg) üzerine, ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu, ön üşütme süreleri ve GA₃ doz uygulamalarının ise istatistiksel anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir. Farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan fide kuru ağırlığı (mg) ortalama değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan fide kuru ağırlığı (mg) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 5. Average dry seedling weight determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	6.08 ab	5.53 b	5.63 b	6.26 ab	5.87
100 ppm	6.03 ab	6.20 ab	5.60 b	6.63 ab	6.11
200 ppm	5.67 d	5.93 ab	6.30 ab	6.86 ab	6.19
300 ppm	6.83 ab	5.93 ab	5.93 ab	5.56 b	6.06
400 ppm	7.25 a	5.80 ab	5.73 ¹ b	3.33 ² c	5.53
Ortalama/Average	6.37	5.88	5.84	5.73	
LSD (%)	1.52 (Ön Üşütme Süresi x GA ₃ Dozları/Pre-chilling periods x GA ₃ doses)				

¹: 11 fide ortalaması/Average of 11 seedlings, ²: 2 fide ortalaması/Average of 2 seedlings

Çizelge 5'te, farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde fide kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 3.33-7.25 mg arasında değiştiği, en yüksek fide kuru ağırlığı ortalama değerinin kontrol x 400 ppm GA₃ uygulamasından, en düşük fide kuru ağırlığı ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasından elde edildiği; farklı ön üşütme sürelerine göre fide kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 5.73-6.37 mg arasında değiştiği, en yüksek fide kuru ağırlığı ortalama değerinin kontrol uygulamasında, en düşük fide kuru ağırlığı ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme uygulamasında saptandığı ve farklı GA₃ dozlarına göre fide kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 5.53-6.19 mg arasında değiştiği ve en yüksek kuru ağırlığı ortalama değerinin 200 ppm GA₃ uygulamasından elde edildiği görülmektedir. En yüksek fide kuru ağırlığı ortalama değeri kontrol x

400 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha uzun süreli ön üşütme uygulamaları ve GA₃ uygulamaları fide kuru ağırlığı değerini olumsuz etkilemiştir.

Elde ettiğimiz bulgular, GA₃ doz uygulamalarının fide kuru ağırlığı değerlerini arttırdığını bildiren Mokhtarı (2016)'nın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Sürgün kuru ağırlığı

Anadolu adaçayı fidelerinde sürgün kuru ağırlığı (mg) üzerine, ön üşütme süreleri ve GA₃ doz uygulamaları ana etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu, ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin ise istatistiksel anlamda önemsiz olduğu saptanmıştır. Farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan sürgün kuru ağırlığı (mg) ortalama değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 6'te verilmiştir.

Çizelge 6. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan sürgün kuru ağırlığı (mg) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 6. Average dry sprout weight determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	3.60	2.76	2.43	2.63	2.85 BC
100 ppm	3.73	3.10	2.93	2.96	3.18 AB
200 ppm	3.76	2.96	3.43	3.40	3.39 A
300 ppm	3.90	3.16	2.70	2.90	3.16 AB
400 ppm	3.93	2.66	2.76 ¹	1.66 ²	2.75 C
Ortalama/Average	3.78 A	2.93 B	2.85 B	2.71 B	
LSD (%)	0.50 (Ön üşütme süresi/Pre-chilling periods), 0.40 (GA ₃ dozları/GA ₃ doses)				

¹: 11 fide ortalaması/Average of 11 seedlings, ²: 2 fide ortalaması/Average of 2 seedlings

Çizelge 6'da, farklı ön üşütme sürelerine göre sürgün kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 2.71-3.78 mg arasında değiştiği, en yüksek sürgün kuru ağırlığı ortalama değerinin kontrol uygulamasında, en düşük sürgün kuru ağırlığı ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme uygulamasında saptandığı; farklı GA₃ uygulamalarına göre sürgün kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 2.75-3.39 mg arasında değiştiği, en yüksek sürgün kuru ağırlığı ortalama değerinin 200 ppm uygulamasında, en düşük sürgün kuru ağırlığı ortalama değerinin ise 400 ppm uygulamasında saptandığı ve farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde sürgün kuru ağırlığı ortalama

değerlerinin 1.66-3.93 mg arasında değiştiği, en yüksek sürgün kuru ağırlığı ortalama değerinin kontrol x 400 ppm GA₃ uygulamasında, en düşük sürgün kuru ağırlığı ortalama değerinin ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasında saptandığı görülmektedir. En yüksek sürgün kuru ağırlığı ortalama değeri kontrol x 400 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha uzun süreli ön üşütme uygulamaları ve GA₃ uygulamaları sürgün kuru ağırlığı değerini olumsuz etkilemiştir.

Bulgularımız, GA₃ doz uygulamalarının sürgün kuru ağırlığını önemli düzeyde etkilediğini bildiren Gürsoy (2019)'un bulgularıyla uyumludur.

Kök Kuru Ağırlığı

Anadolu adaçayı fidelerinde kök kuru ağırlığı (mg) üzerine ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin önemli düzeyde etkili olduğu, ön üşütme süresi ve GA₃ doz uygulamaları

ana etkilerinin ise istatistiksel anlamda önemsiz olduğu görülmüştür. Farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan kök kuru ağırlığı (mg) ortalama değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* L.) tohumlarının farklı ön üşütme süreleri ve GA₃ dozlarında saptanan kök kuru ağırlığı (mg) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 7. Average dry root weight determined in the application of different stratification periods and gibberellic acid concentrations and created groups

GA ₃ dozları GA ₃ doses	Ön üşütme süresi Pre-chilling periods				Ortalama Average
	Kontrol/Control	14 gün/day	28 gün/day	42 gün/day	
Kontrol/Control	2.27 de	2.76 a-d	3.16 abc	3.60 a	2.94
100 ppm	2.36 b-e	3.33 ab	2.63 a-e	3.63 a	2.99
200 ppm	1.86 de	2.96 abc	2.86 a-d	3.46 a	2.79
300 ppm	2.64 a-e	2.43 b-e	3.20 abc	2.66 a-e	2.73
400 ppm	3.35 ab	2.76 a-d	2.96 ¹ abc	1.66 ² e	2.68
Ortalama/Average	2.49	2.85	2.96	3.00	
LSD (%)	1.03 (Ön üşütme süresi x GA ₃ dozları/Pre-chilling periods x GA ₃ doses)				

¹: 11 fide ortalaması/Average of 11 seedlings, ²: 2 fide ortalaması/Average of 2 seedlings

Çizelge 7'de, farklı ön üşütme sürelerine göre kök kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 2.49-3.00 mg arasında değiştiği, en yüksek kök kuru ağırlığı ortalama değerinin 42 gün ön üşütme uygulamasında, en düşük kök kuru ağırlığı ortalama değerinin ise kontrol uygulamasında saptandığı; farklı GA₃ uygulamalarına göre kök kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 2.68-2.99 mg arasında değiştiği, en yüksek kök kuru ağırlığı ortalama değerinin 100 ppm uygulamasında, en düşük kök kuru ağırlığı ortalama değerinin ise 400 ppm uygulamasında saptandığı ve farklı ön üşütme süreleri x GA₃ dozları birlikte etkileri incelendiğinde kök kuru ağırlığı ortalama değerlerinin 1.66-3.63 mg arasında değiştiği, en yüksek kök kuru ağırlığı ortalama değerinin 42 gün ön üşütme x 100 ppm GA₃ uygulamasından, en düşük kök kuru ağırlığı ortalama değeri ise 42 gün ön üşütme x 400 ppm GA₃ uygulamasında saptandığı görülmektedir. En yüksek kök kuru ağırlığı ortalama değeri 42 gün ön üşütme x 100 ppm GA₃ uygulamasından alınmış ve daha kısa süreli ön üşütme uygulamaları kök kuru ağırlığı değerini olumsuz etkilemiştir. Kök gelişimi ön üşütmeden ve bir seviyeye kadar, artan GA₃ uygulamasından olumlu yönde etkilenmiştir.

GA₃ doz uygulamalarının kök kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediğini bildiren Gürsoy

(2019)'un bulgularıyla kısmen çalışmaktadır. Bu durum, genotip farklılığından, tohumun canlılığından veya tohumun elde edildiği ana bitkinin maruz kaldığı yetiştirilme koşullarından kaynaklanabilir.

Sonuçlar ve Öneriler

Kontrollü koşullarda [%70 nem, 25/15 °C (12 saat) sıcaklık ve 12 saat aydınlık/12 saat karanlık ortamda], Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) tohumlarının çimlenmesine farklı stratifikasyon ve GA₃ uygulamalarının etkisinin belirlendiği bu çalışmada; Anadolu adaçayı tohumlarının çimlenme değerleri ve fide özellikleri üzerine, ön üşütme süreleri ana etkilerinin ve ön üşütme süresi x GA₃ dozları interaksiyon etkilerinin önemli olduğu, en yüksek çimlenme gücü değeri 14 gün ön üşütme x 100 ppm GA₃ uygulamasından elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca, en yüksek fide sürgün uzunluğunun kontrol x 100 ppm GA₃ uygulamasından, en yüksek fide kök uzunluğunun kontrol x 100 ppm GA₃ uygulamasından, en yüksek fide kök ağırlığının kontrol x 400 ppm GA₃ uygulamasından elde edilmiştir.

Tohumdan Anadolu adaçayı fidesi üretmek için çimlenme gücünün en yüksek tespit edildiği, 100 ppm GA₃ ve 14 gün ön üşütme uygulaması ve hızlı

bir çimlenme istendiğinde 14 gün ön üşütme x 300 ppm GA₃ uygulaması önerilebilir. Ayrıca, yalnızca stratifikasyon uygulaması yapılacaksa, 14 gün ön üşütme uygulaması veya sadece GA₃ uygulaması yapılacaksa 100 ppm'de 24 saat bekletme uygulaması önerilebilir.

Salvia fruticosa Mill. (Anadolu adaçayı) tohumlarında çimlenme oranlarının artırılması için diğer dormansi kırıcı uygulamaların da araştırılması gereklidir.

Ekler

Bu çalışma, HÜBAK Tarafından Desteklenen (Proje No: 19125), Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

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

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

Kaynaklar

- Abdollahi, J., Ebrahimi, M., Ramshini, H. A., Jaafari, A. A., Eftekhari, M., Mansouri, Y. S. & Goharrizi, M.S.A.B. (2011). Seed germination as the major conservation issue of endemic Iranian *Salvia* species. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(1): 37-46.
- Arabacı, O., Öğretmen, N. G., Tan, U. & Yaşar, F. (2014). Effect of some seed treatments on germination of *Sideritis perfoliata* L. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15(2): 83-87.
- Arslan, D., Arslan, H., Cig, A. & Bayraktar, Ö.V. (2017). Effects of treatments of gibberellic acid, cidric acid and stratification on germination of seeds of *Salvia siirtica* Kahraman, Celep & Doğan Sp. Nov. (Lamiaceae). *Journal of Applied Biological Sciences*, 11(1): 29-32.
- Abacıoğlu, E. (2019). *Adaçayı* (*Salvia officinalis* L.) tohumlarında hormon uygulamalarının çimlenme ve fidecik karakterlerine etkisi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Kastamonu, s.67.
- Bağçe, V. (2006). *Bazı bitkisel hormonların Reseda lutea* L. var. *lutea* bitkisinin tohum çimlenmesi üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), s.42, Konya.
- Bayram, E. & Sönmez, Ç. (2006). *Adaçayı Yetiştiriciliği*. E.Ü. Tar. Uyg. ve Araş. Merkezi Yayın Bülteni. No:48. ISSN

1300-3518, Bornova/İzmir.

- Çavuşoğlu, A., Sülüoğlu, M., Samet, H., Çınar, N., Uysal, F. & Erkal, S. (2010). Borik asit, gibberellik asit ve su uygulamalarının depolanmış aslankuyruğu (*Leonurus cardiaca* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. *II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 23-25 Eylül, Yalova, s. 197-203.
- Çalışkan, T., Maral, H., Akgül, M. & Kırıcı, S. (2016). Gibberelik asit uygulamalarının *Urginea maritima* (ada soğanı) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. *III. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 4-6 Ekim Antalya, s. 19-23.
- Dweck, A. (2000). *The Folklore and Cosmetic Use of Various Salvia Species*. In Sage: The Genus *Salvia* (Edited by Spiridon E. Kintzios). Harwood Academic Publishers, The Netherlands, 1-26.
- Finch, W.E., Gray, D. & Dickson, G.M. (1991). Germination responses of seven bedding plant species to environmental conditions and gibberellic acid. *Seed Science and Technology*, 19: 487-494.
- Gürsoy, M. (2019). Farklı gibberellik asit dozlarının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvancılık Kongresi*, 19-22 Eylül, Gaziantep, s. 395-404.
- Göztaş, T. (2008). *Bazı bitkisel hormonların Centaurea kotschyi* (Boiss. & Heldr.) Hayek var. *kotschyi* bitkisinin tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Konya, 37s.
- Göktürk, A., Ölmez, Z., Temel, F. & Yahyaoğlu, Z. (2007). Bazı ön işlemlerin iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2): 37-41.
- Hayta, E. & Arabacı, O. (2011). Kekik olarak adlandırılan bazı bitki cinslerinin tohumlarında farklı çimlendirme yöntemlerinin belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*; 8(1): 91-101.
- Karık, Ü. (2013). *Marmara bölgesindeki Anadolu adaçayı* (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının morfolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, kültüre alınma olanaklarının araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Tekirdağ, 139 s.
- Karık, Ü. & Sağlam, A. C. (2017). Tekirdağ ekolojik koşullarında Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(2): 203-215.
- Karık, Ü. & Sağlam, A. C. (2018). Marmara Bölgesi'ndeki Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) populasyonlarının uçucu yağ bileşenleri, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarlarının belirlenmesi. *Anadolu, J. of AARI*, 28(2): 37-47.
- Kırıcı, S., Bayram, E., Tansı, S., Arabacı, A., Baydar, H., Telci, İ., İnan, M., Kaya, D.A. & Özel, A. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminde mevcut durum ve gelecek. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*, 13-17 Ocak 2020, Bildiri Kitabı-1, 505-528.
- Köse, H. (2000). Doğal bitki örtüsünde bulunan bazı odunsu

- peyzaj bitkilerinin tohum çimlendirme yöntemleri üzerinde araştırmalar. *Anadolu, J. of AARI*, 10(2): 88-100.
- Mokhtari, N.E.P. (2016). Yaşlanmış gece safası (*Oenothera biennis* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine giberellik asitin etkilerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 9(2): 23-25.
- Özgen, Y. & Arslan, N. (2016). Farklı gibberellik asit dozlarının ve uygulama sürelerinin *Muscari azureum* Fenzl (Keşişbaşı) tohumlarının çıkışına etkileri. VI. Süs Bitkileri Kongresi, 19-22 Nisan, Antalya, s.313-318.
- Özcan, İ., Arabacı, O. & Öğretmen, N.G. (2014). Bazı adaçayı türlerinde farklı tohum çimlendirme uygulamalarının belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 2(5): 203-207.
- Rivera, D., Obon, C. & Cano, F. (1994). The botany, history and traditional uses of three-lobed sage (*Salvia fruticosa* Mill.) (Labiatae). *Economic Botany*, 48: 190-195
- Subaşı, Ü. & Güvensen, A. (2010). Nadir endemik *Salvia smyrnaea* Boiss. Lamiaceae tohumlarında çimlendirme çalışmaları. *Biological Diversity and Conservation*, 3(3): 126-132.
- Şavşatlı, Y. & Çatal, M.İ. (2014). Düşük sıcaklıkta bekletme süresinin fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ve Altınçilekte (*Physalis peruviana* L.) tohumların çimlenmesi üzerine etkisi. *Türkiye 5. Tohumculuk Kongresi*, 19-23 Ekim, Diyarbakır, s.440-443.
- Sönmez, Ç., Gökçöl, A., Şimşek Sosyal, A.Ö., Bayram, E. & Çelen, A.E. (2019). Research on germination and emergence performance enhancing treatments on sage (*Salvia* Spp.) species. *Turkish Journal of Agriculture, Food Science and Technology*, 7(3): 504-510.
- Şehirli, S., 2002. *Tohumluk ve teknolojisi*. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Yenilenmiş 3. Baskı, Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Şenel, E. (2005). Bazı endemik bitki tohumlarının çimlenme şartlarının ve toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi üzerine araştırma. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Samsun, 52 s.
- Topçu, G. (2006). Bioactive triterpenoids from *Salvia* L. Species. *Journal of Natural Products*, 69: 482-487.
- Temel, M. & Tokur, S. (2005). Bazı *Origanum* L. (Lamiaceae) taksonlarının tohum çimlenme davranışlarının belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji dergisi*, 6(2): 219-224.
- Tulukçu, E. (2012). Bazı tıbbi bitki tohumlarının çimlenme özelliklerinin tespiti. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 101-103.
- Tuncer, B. & Ummuhan, F. (2017). Molehiya (*Corchorus olitorius* L.) tohumlarındaki dormansi probleminin çözümüne yönelik araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(3): 268-274.
- Tursun, A.Ö. (2019). *Salvia verticillata* L. (Dadırak)'nin tohum dormansisinin kırılmasında farklı uygulamaların etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(Ek Sayı 1): 30-37.
- Ünal, O., Gökçeoğlu, M. & Topçuoğlu, Ş.F. (2004). Antalya endemiği *Origanum* türlerinin tohum çimlenmesi ve çelikle çoğaltılması üzerinde araştırmalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 135-147.
- Weerakoon, W.L. & Lovett, J.V. (1986). Studies of *Salvia reflexa* Hornem. III. Factors controlling germination. *Weed Research*, 26: 269-276.
- Yılmaz, K. (2008). Avrupa Birliğine uyum çalışmaları ve Türk tohumculuk sektöründeki gelişmeler. *Türkiye III. Tohumculuk Kongresi*, 25-28 Haziran 2008, Nevşehir.
- Yücel, E. & Yılmaz, N. (2009). Effects of different alkaline metals salts (NaCl, KNO₃), acid concentrations (H₂SO₄) and growth regulator (GA₃) on the germination of *Salvia cyaanescens*. *G.U. Journal of Science* 22(3): 123-127.
- Zeybek, N. & Zeybek, U. (1994). *Farmasötik Botanik*, E.Ü. Eczacılık Fak. Yayınları, No. 2: 201s.



***Cyclotrichium niveum* (dağ nanesi) esansiyel yağının buğday samanı *in vitro* sindirilebilirliğine ve rumen mikrobiyal fermantasyonuna etkisi**

Effect of Cyclotrichium niveum (mountain mint) essential oil on in vitro digestibility of wheat straw and rumen microbial fermentation

Zeynep ŞAHAN^{1*}

Adıyaman Üniversitesi, Kahta Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Adıyaman/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-7878-5117>

To cite this article:

Şahan, Z. (2021). *Cyclotrichium niveum* (dağ nanesi) esansiyel yağının buğday samanı *in vitro* sindirilebilirliğine ve rumen mikrobiyal fermantasyonuna etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 526-533.

DOI: 10.29050/harranziraat.989528

***Address for Correspondence:**

Zeynep ŞAHAN
e-mail:
zysahan@gmail.com

Received Date:

01.09.2021

Accepted Date:

25.10.2021

© 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

Bu çalışmada *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının farklı dozlarının (0, 50, 100 ve 150 mg L⁻¹ kültür sıvısı) rumen mikrobiyal fermantasyonu ve buğday samanının *in vitro* gerçek sindirilebilirliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla 40:60 konsantre yem ile beslenen fistüle inekten alınan seyreltilmiş rumen sıvısında buğday samanı 48 saat Daisy inkübatörde inkübe edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağı dozlarının, buğday samanının *in vitro* HS (ham selüloz), OM (organik madde) ve NDF (nötr deterjan lif) sindirilebilirliğini önemli ölçüde artırdığı (P<0.001; P<0.01 ve P<0.001) belirlenmiştir. Buğday samanı kuru madde sindirilebilirliğinin (KMS), *Cyclotrichium niveum* uçucu yağı ilavesinden etkilenmediği görülmüştür (P>0.05). *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının, rumen fermantasyonu son ürünlerini olumsuz yönde etkilediği; ölçülen rumen uçucu yağ asitleri miktarlarının (UYA: asetat, propiyonat, butirat, izobütirik asit, valerat ve izovalerat) kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır (P<0.001; P<0.01). *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının ilavesinin, rumen sıvısındaki CO₂ miktarını önemli ölçüde düşürdüğü (P<0.001), rumendeki CH₄ gazının, kontrol grubuna kıyasla 50 ppm'lik muamele grubu dışında tüm diğer muamele gruplarında önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (P <0.001). Sonuç olarak, *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının tüm dozları ile rumen fermentasyon parametrelerinin son ürünleri önemli ölçüde azalırken, rumen pH'nın arttığı (P<0.05), buğday samanı ile inkübe edilen *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının buğday samanının *in vitro* sindirilebilirliklerini ve iştahın genel fermantasyon sürecini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Cyclotrichium niveum*, Sindirilebilirlik, Buğday samanı, Esansiyel yağ

ABSTRACT

In this study different doses (0, 50, 100, and 150 mg L⁻¹ of culture fluid) of *Cyclotrichium niveum* essential oil was incubated 48 hours with wheat straw in diluted ruminal fluid taken from fistulated cow fed with a 40:60 concentrate:forage diet in order to assess the effects on rumen microbial fermentation and *in vitro* true digestibility of wheat straw. True digestibility of wheat straw was determined in ANKOM Daisy Incubator. All doses of *Cyclotrichium niveum* significantly increased the *in vitro* CF (crude fiber), OM (organic matter) and NDF (neutral detergent fiber) digestibility of wheat straw (P<0.001; P<0.01 and P<0.001). Dry matter digestibility (DMD) of wheat straw was not statistically affected by *Cyclotrichium niveum* essential oil (P>0.05). *Cyclotrichium niveum* essential oil negatively affected end-products of rumen fermentation; the value of the measured rumen volatile fatty acids (VFA: acetate, propionate, butyrate, isobutyric acid, valerate and isovalerate) significantly decreased compared to the control group (P<0.001; P<0.01). The addition of *Cyclotrichium niveum* essential oil significantly reduces the CO₂ in rumen fluid (P<0.001). CH₄ gas in the rumen was significantly reduced in all treatment groups except the 50 ppm

treatment group compared to the control group ($P < 0.001$). While end-products of rumen fermentation parameters significantly decreased with all doses of *Cyclotrichium niveum* essential oil, rumen pH has increased ($P < 0.05$). As a result it was observed that *Cyclotrichium niveum* essential oil incubated with wheat straw significantly affects the *in vitro* digestibility of wheat straw and the overall fermentation process of rumen.

Key Words: *Cyclotrichium niveum*, Digestibility, Wheat straw, Essential Oil

Giriş

Ülkemizde hayvansal üretimde antibiyotiklerin yasaklanmasıyla birlikte, bitki özleri, alternatif yem katkı maddeleri büyüme uyarıcıları olarak önem kazanmaya başlamıştır. Bitkisel ekstraktların ve yağlarının hayvansal üretimde kullanım potansiyelini araştırmak için son zamanlarda bu konu ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Kim ve ark., 2019). Rumende mikrobiyolojik aktiviteyi etkileyen sarsoponin, tannin, timol gibi ikincil metabolitler üretebilen bitkiler, kullanım için değerli potansiyele sahip alternatif yem katkı maddeleri olarak kabul edilmektedirler (Benchaar ve ark., 2015). Bitkilerden elde edilen esansiyel yağların gram (+) ve gram (-) bakteriler üzerine antimikrobiyal etkileri bulunmaktadır. Araştırmacılar esansiyel yağların antibakteriyel etkilerini nasıl gösterdiklerine dair birçok mekanizma rapor etmişlerdir. Bunlardan biri esansiyel yağların hidrofobik özellikleri ile açıklanmıştır. Esansiyel yağların hidrofobik özellikleri sayesinde bakterilerin hücre ve mitokondri lipid membranlarını etkileyerek yapılarını bozduğu bunun da hücre geçirgenliğini etkileyerek hücre içi iyon dengesinin bozulmasına neden olduğu bildirilmektedir (Ultee ve ark., 2002; Lambert ve ark., 2001). Ayrıca esansiyel yağlar bazı proteinlerin hidrofobik kısımlarını etkileyerek ve bu etki sonucu dekarboksilaz enzimi gibi önemli enzimleri işlevsiz bırakarak da antibakteriyel özelliklerini göstermektedir (Wendakoon ve Sakaguchi, 1995).

Esansiyel yağların rumende protein parçalanmasını, patojenik mikroorganizmaların kontrolünü, sindirim enzimlerinin aktivitesini ve azot emilimini arttırdığını bununla birlikte gübrelerin neden olduğu çevre kirliliğini azalttığını bildiren çalışmalar mevcuttur (Gill, 2001; Wallace ve ark., 2004; Cardozo ve ark., 2005; Chaves ve

ark., 2008; Patra ve Yu, 2012; Önenç ve ark., 2016; Belanche ve ark., 2019).

Esansiyel yağların rumen fermantasyonu üzerine düzenleyici etkileri ile ilgili birçok çalışmada görülen değişkenlikler; genel olarak kullanılan bitkinin kimyasal bileşimlerine, esansiyel yağın dozuna, rumen pH'sına ve rasyon içeriğine bağlıdır. (Cardozo ve ark., 2005; Calsamiglia ve ark., 2007). Esansiyel yağların uygulandığı dozun rumen fermantasyonu üzerine etkisine bakıldığında; düşük ve orta dozlarda kullanıldığında rumen mikrobiyal ekosistemi üzerinde etkisiz veya seçici olarak etkili olmakta iken, yüksek dozlarda kullanıldığında rumen fermantasyonu üzerinde genel bir inhibitör etki (UYA'larını azaltıcı, metan oluşumunu azaltıcı) gösterdikleri bildirilmektedir (Yadeghari ve ark., 2015).

Cyclotrichium niveum (dağ nanesi), yoğun beyaz trikom, güçlü nane kokusu ve Lamiaceae familyasına ait 20-50 cm yüksekliğinde bir yıllık otsu bir bitkidir. Birçok çalışmada *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının antimikrobiyal ajanlar (pulegone germacrene-D, menthone, isomenthone ve spathulenol) açısından zengin olduğu bildirilmiştir (Gulcin ve ark., 2008; Alim ve ark., 2009; Gürsoy ve ark., 2009). *Cyclotrichium niveum*'un gram (+) bakterilerden *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus xylosus*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* ve *Streptococcus pneumoniae* ile gram(-) bakterilerden *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri*, *Enterobacter aerogenes*, *Neisseria lactamica*, *Neisseria sicca*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca* gibi bakterilere karşı antimikrobiyal etkisinin olduğu bildirilmiştir (Gülçin ve ark., 2008). *Cyclotrichium niveum*'un

antimikrobiyal özellikleri nedeniyle, rumendeki mikroorganizmaları etkileyerek rumen fermantasyonunun manipüle edilmesinde etkili olabileceği beklentisi mevcuttur. Başka bir deyişle, mikrobiyal protein sentezini teşvik etmede, proteinlerin yaygın olarak parçalanmasını önlemede, metan üreten bakterileri kontrol etmede, selüloz sindiren bakterilerin çoğalmasını uyardır ve aside neden olan bakterileri baskılamada etkili olabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada *Cyclotrichium niveum* yapısındaki bir monoterpen olan pulegone (%32) gibi aktif bileşenleri aracılığı ile rumen mikroorganizmalarını etkileyerek rumen fermantasyonunu değiştirebileceği öngörüsü çalışmanın hipotezini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, ruminant hayvanlarda bir yem katkı maddesi olarak *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden ve Scheng'in (dağ nanesi) kullanım potansiyeli ve etkili dozu *in vitro* olarak araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Denemede yürütülen işlemler Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (26.08.2014, 2014/05-12). Çalışmada kullanıma yetecek miktarda *Cyclotrichium niveum* (dağ nanesi) bitkisi ağustos ayında toplanmış ve serin bir ortamda direk güneş ışınlarına maruz bırakılmaksızın gölgede kurutulmuştur. Daha sonra bitkinin kuru yaprakları uçucu yağ eldesi için buhar distilasyon yöntemi ile ekstrakte edilmiş olup, kuru yapraklarda uçucu yağ oranı % 2.5-3.0 arasında değişim göstermiştir. Distilasyon sonrası elde edilen yağ, koyu renkli cam şişelere alındıktan sonra, inkübasyon ve kimyasal analizlerde kullanılmak üzere +4 °C'de saklanmıştır. Çalışmada *Cyclotrichium niveum* uçucu yağı aktif bileşenlerinin analizi için N-hexane ile seyreltildikten sonra 1:20 oranında elde edilen uçucu yağları GC-MS analizi, Agilent30m 0.250mm * 0.25mm marka GC-MS cihazında DB-5MS boyutunda, 1ml dak⁻¹. helyum gazı akış hızı, 1:50 bölünme oranı, 250 ° C giriş sıcaklığı, 1 µl enjektör

hacmi, 60 ° C'de başlayan, 3 ° C dak⁻¹. Isıtma 300 ° C'ye getirilerek ve 5 dakika bekledikten sonra analiz sonlandırılmıştır. Analiz sonucu dağ nanesinin içerdiği en fazla aktif bileşenlerin yüzdesi pulegon (% 31.9), germacren-D (% 16.45), menthone (% 15), izomenthone (% 9) ve spathulenol (% 3.5) olarak bulunmuştur.

Cyclotrichium niveum'un buğday samanının *in vitro* gerçek sindirilebilirliği üzerine etkileri ANKOM Daisy inkübatörü ve teknolojisi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan inkübatör 4 kavanozdan oluşmaktadır ve her bir doz (Kontrol Oppm, 50 ppm, ve 100ppm) ayrı kavanozlarda denenmiştir. İnkübasyonlarda buğday samanı örneklerinden 0.75 gr tartılarak hazırlanan 22'şer adet torba 3'er adet boş torbayla birlikte herbir inkübasyon kavanozunda toplam 25'er adet torba olarak inkübe edilmiştir Her kavanoza 2 lt'lik inkübasyon sıvısı (1600 ml tampon solusyonu + 400ml rumen sıvısı) CO₂ tüpü eşliğinde ilave edildi ve yine CO₂ tüpü eşliğinde her muameleden 0, 50, 100 ppm'in karşılığı olacak miktarlarda *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden & Scheng (dağ nanesi) bitkisinin yağı ilgili kavanozlara eklendi. *In vitro* inkübasyonlarda kullanılan rumen sıvısı kaba:kesif yem oranı 60:40 olan rasyon ile beslenen kanüllü kısır bir inekten (ortalama ağırlığı 500 kg olan Siyah-Alaca) alınmıştır. Rumen sıvısı alımı hayvanın sabah yemlemesinden 3 saat sonra gerçekleştirilmiş, daha sonra CO₂ tüpü eşliğinde alınan rumen sıvısı, yine CO₂ tüpü eşliğinde süzöldükten sonra 39°C'de termosta muhafaza edilmiştir. Buğday samanı, kimyasal analiz ve inkübasyon için 2 mm'lik bir elek kullanılarak öğütülmüştür. Filtre torbalarına (F57) yaklaşık 0.75 g öğütülmüş buğday samanı tartılmış ve torbaların ağzı ısıtılmış tel yardımıyla mühürlenmiştir. Ağzı kapatılan torbalar 1:4 oranında rumen sıvısı:tampon sıvı ile Daisy^{II} inkübatörde (ANKOM Technology Corp., Macedon, NY) 50, 100 ve 150 ppm dozları karşılayacak miktarda *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağı ile 39.8 °C'de anaerobik koşullar altında 48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Deneyde, buğday samanı ve inkübasyondan çıkan torbalarda kalan rezidülerin besin madde analizi AOAC (2007) 'de

belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Nötr deterjan lifi (NDF) ve asit deterjan lifi (ADF), sırasıyla Van Soest ve Wine (1975) ve Van Soest (1963) tarafından tarif edilen reaktifler kullanılarak ANKOM fiber analizörü ile analiz edilmiştir (Çizelge 1).

Rumen sıvısındaki uçucu yağ asidi (UYA) içeriğinin belirlenmesi, 45-230 °C sıcaklık aralığında yarı kılcal FFAP kolonu (Hewlett-Packard, Wardbronn, Almanya) olan bir gaz kromatografisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Buğday samanının 48 saatlik inkübasyonundan sonra kalan rumen sıvısında belirlenen uçucu yağ asitlerinin değerleri kullanılarak *in vitro* fermentasyon ile oluşan karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazları aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Blümmel ve ark., 1999).

Karbondioksit, CO₂ = Asetik asit / 2 + Propiyonik asit / 4 + 1.5 x Butirik asit

Metan, CH₄ = (Asetik asit + 2 x Butirik asit) - CO₂
(UYA konsantrasyonu mmol olarak alınmıştır)

Elde edilen veriler SAS (1998) paket programı kullanılarak deneme modeline göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan buğday samanının besin madde içeriği (KM bazında)

Table 1. Nutrient ingredient of wheat straw used in the study (DM basis)

İçerik ingredient	%
Kuru Madde Dry Matter	91.89
Organik Madde Organic Matter	85.80
Ham Protein Crude Protein	2.85
Ham Kül Ash	6.09
Ham Yağ Ether Extract	1.82
ADF	50.34
NDF	72.52
Azotsuz Öz Maddeler Nitrogen Free Extract	8.58

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Sonuçlar *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının buğday samanının *in vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği (KMS) dışındaki sindirilebilirliklerini (organik madde sindirilebilirliği (OMS), nötr deterjan lifi sindirilebilirliği (NDFS) ve

ham selüloz sindirilebilirliğini (HSS)) önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir (Çizelge 2). Buğday samanının kuru madde sindirilebilirliği *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının artan dozu ile artma eğilimi göstermiştir (P= 0.632). Buğday samanının sindirilebilirliğinin ölçümündeki en önemli parametrelerden olan HSS ve NDFS *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının artan dozu ile artmıştır (P <0.001). Buğday samanının *in vitro* OMS de yine HSS ve NDFS gibi *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının artan dozu ile artmıştır (P <0.01) Buğday samanı lif kaynağı olduğundan KM, OM ve NDF sindirilebilirliğinin artması istenilen bir durumdur. Esansiyel yağların selülozu sindiren bakterilerin çoğalmasının uyarılmasında etkili olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur (Benchaar ve ark., 2011; Belanche ve ark.,2016; Orgahi ve ark., 2017). Denemede elde edilen bulgular göz önünde bulundurulursa, *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının selüloz sindirilebilirliğini artırması daha önce yapılmış çalışmaları destekler mahiyettedir.

Buğday samanının *in vitro* ham selüloz sindirilebilirliği (HSS) kontrol grubunda % 8.88 iken, HSS değerleri 50 ppm, 100 ppm ve 150 ppm doz grubunda sırasıyla % 9.25 (% 4.17 artışla), % 11.24 (% 22.59 artışla) ve% 12.52 (% 40.91 artışla) olarak ölçülmüştür. İlginç bir şekilde, *in vitro* organik madde sindirilebilirliklerinde (OMS) ve nötr deterjan lif sindirilebilirliklerinde (NDFS) en düşük değerler kontrol grubunda gözlenmiştir. Bu sonuçlar *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının rumen sıvısında selüloz sindiren bakteriler üzerinde olumlu bir etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Buğday samanı gibi zor sindirilen ve bunun sonucunda enerji kaybına neden olan kaba yem kaynakları için *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının yem katkı maddesi olarak kullanımı umut vadeci görülmektedir.

Bitki esansiyel yağlarının, bileşimine, dozuna, elde edildiği bitkinin türüne, rumen pH'sına ve hayvanın tükettiği rasyonun kompozisyonuna bağlı olarak rumen sindirilebilirliği ve fermentasyon üzerindeki etkisi hakkında birçok veri bulunmaktadır (Cardozo ve ark.,2004; Malecky ve ark., 2009). Rumen fermentasyonunun tüm nihai

ürünlerinin substrat yıkımından kaynaklanmadığı varsayılarak, rumen fermantasyonunda gözlenen değişikliğin nedenini açıklamak zordur. Çünkü sindirilebilirlikteki değişimin, rumen mikroorganizmaları tarafından doğrudan kullanılan *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının bir sonucu mu yoksa substrat bozulması ve

fermantasyon üzerindeki dolaylı etkisinin sonucu mudur? Bu konuda kesin bilgi vermek mümkün değildir. Bu çalışmada buğday samanının sindirilebilirliğinin artmasına karşın UYA miktarındaki azalmanın açıklanamaması bu durumu desteklemektedir.

Çizelge 2. *Cyclotrichium niveum*'un buğday samanının *in vitro* gerçek sindirilebilirliği üzerine etkisi
Table 2. Effect of *Cyclotrichium niveum* on *in vitro* true digestibility of wheat straw

	Dozlar Doses (mg L ⁻¹)				SEM	P
	0	50	100	150		
HSS CFD	8.88 b	9.25 b	11.24 a	12.52 a	1.04	***
KMS DMD	21.93	23.62	24.25	25.02	3.75	0.632
OMS OMD	18.55 b	20.16 ab	24.09 ab	26.17 a	4.38	**
NDFS NDFD	10.20 c	16.49 b	19.42 ab	22.74 a	2.89	***

Her harf (a ve b), dozların p <0.001 (***), p <0.01 (**) ve p <0.05 (*) düzeyinde birbirinden farklı olduğunu gösterir HSS: Ham selüloz sindirimi KMS: kuru madde sindirilebilirliği OMS: organik madde sindirilebilirliği NDFS: NDF sindirilebilirliği
Each letter (a and b) shows that the doses differ from each other at the level of p <0.001 (***), p <0.01 (**) and p <0.05 (*). CFD: Crude fiber digestibility DMD: Dry matter digestibility OMD: Organic matter digestibility NDFD: NDF digestibility

Çizelge 3. *Cyclotrichium niveum*'un Buğday samanının *in vitro* rumen fermantasyonu üzerine etkisi
Table 3. Effect of *Cyclotrichium niveum* on *in vitro* ruminal fermentation of wheat straw

	Dozlar Doses (mg L ⁻¹)				SEM	P
	0	50	100	150		
Uçucu yağ asitleri Volatile fatty acids						
TUYA TVFA	58.99 a	55.01 b	48.77 c	43.47 d	1.55	***
Asetik Acetate	34.37 a	32.20 b	27.95 c	25.36 d	1.02	***
Propiyonik Propionate	12.70 a	10.97 b	10.87 b	10.46 b	0.44	**
Butirik Butyrate	7.79 a	7.61 a	6.82 b	5.20 c	0.32	***
İzobutirik Isobutyric	1.44 a	1.41 a	0.98 b	0.83 c	0.03	***
Valerik Valerate	1.37 a	1.29 b	0.93 c	0.81 d	0.04	***
İzovalerik Isovalerate	1.33 a	1.54 a	1.22 a	0.83 b	0.15	**
A/P	2.71 a	2.94 b	2.57 bc	2.43 c	0.11	***
TUYA TVFA	58.99 a	55.01 b	48.77 c	43.47 d	1.55	***
pH	6.10 b	6.20 ab	6.20 ab	6.40 a	0.06	*
Gazlar Gases						
CO ₂	32.05a	30.26 b	26.92 c	23.09 d	0.84	***
METAN Methane	17.91a	17.16 a	14.66 b	12.66 c	0.49	***

Her harf (a, b, c) dozların P <0.001 (***), P <0.01 (**) ve P <0.05 (*) seviyesinde birbirinden farklı olduğunu gösterir. A/P: asetat: propiyonat oranı
Each letter (a,b,c) shows that the doses differ from each other at the level of p <0.01 (**), p <0.05 (*), p <0.001 (***) A/P: acetate: propionate ratio, TVFA: Total volatile fatty acids

Rumende üretilen UYA'leri, geviş getiren hayvan için ana enerji kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle, optimum UYA oranları hayvan performansı için çok önemlidir. Bitki esansiyel yağlarının UYA üzerindeki etkisini araştıran birçok çalışma bulunmakta olup, bunlardan bazıları bitki esansiyel yağlarının UYA oranlarını arttırdığını (Benchaar ve ark., 2007) veya etkilemediğini

(Kamalak ve ark., 2011; Tager ve ark., 2011; Matloup ve ark., 2017; Kim ve ark., 2018) göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde, UYA oranlarının önemli ölçüde azaldığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Castillejos ve ark., 2005; Busquet ve ark., 2006). Mevcut çalışmada *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağı takviyesinin, toplam UYA

üretimi, propiyonik asit, bütirik asit, asetik asit konsantrasyonunu, artan *Cyclotrichium niveum* dozu ile önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir (P <0.001, P <0.05) (Çizelge 3). Bu sonuçlara göre, *Cyclotrichium niveum* yağı takviyesinin rumen mikrobiyal aktivitesini ve genel fermantasyon sürecini önemli ölçüde engellediği söylenebilir.

Rumende sindirim sonucunda oluşan CO₂ ve CH₄ gibi gazların miktarı genellikle sindirimdeki artışla ilişkilidir ve rumendeki mikroorganizma aktivitesi hakkında bilgi vermektedir (Hungate ve ark., 1954). Nasab ve ark., (2018), ana bileşeni pulegone (%38.83) olan bitkinin rumen fermantasyonuna olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında; rumende gaz üretimini önemli ölçüde azalttığını gözlemlenmiştir. Bu çalışmada da kullanılan *Cyclotrichium niveum* yağında en çok bulunan aktif bileşen pulegondur (%31.9) ve artan dozlarla gaz üretiminin azaldığı sonucu; Nasab ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir. Çalışmada *Cyclotrichium niveum* uçucu yağının, metan (CH₄) üretimini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (P <0.001). Bu sonuçlar, çalışmada metan üretim öncülleri olan asetatin azalması ile tutarlı görülmektedir. Antimikrobiyal özellikleri nedeniyle uçucu yağlar rumen metanogenezini seçici olarak kısıtlamak için kullanılabilir. Metan (CH₄), rasyon bileşimi ve yem alımına bağlı olarak karbondioksit (CO₂) ile karşılaştırıldığında 21 kat daha fazla küresel ısınma potansiyeline sahiptir (Bodas ve ark., 2012). Enterik metan kayıpları ruminantlarda brüt enerji alımının %2-12'si olarak kabul edilir (Boadi ve ark., 2004). Bitki esansiyel yağları kullanılarak CH₄ emisyonlarının azaltılması hem hayvanlar (yemden yararlanma oranı ve verimliliğin artırılması) hem de çevre (sera etkilerinin hafifletilmesi) için yararlı olabilir (Benchaar ve ark., 2011).

Bitki esansiyel yağlarının metan üretimini azalttığını gösteren çalışmaların sayısı oldukça fazla (Günel ve ark. 2017; Agarwal ve ark., 2008; Wang ve ark., 2009; Nasab ve ark., 2018), olup bu çalışmada belirlenen gaz miktarındaki azalma, inkübasyon ortamındaki mikroorganizmaların ve dolayısıyla fermantasyon parametrelerinin uçucu yağdan olumsuz etkilendiğini gösterebilir.

Rumen pH'sı, rumendeki optimum fermantasyonun sürdürülmesi için çok önemli bir denge faktörüdür. pH'daki değişiklikler, rumendeki mikroorganizma topluluğunun çeşidini ve aktivitelerini, protein ve yağ asitlerinin, özellikle UYA'ların oluşumunu ve emilimini etkilemektedir. Bu çalışmada *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağı, tüm dozlarda ruminal pH'ı arttırmıştır (p <0.05). Bu sonuç *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının rumende selüloz sindiren bakterilerin uyarıldığı düşüncesini oluşturmuştur zira bu çalışmada *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağı takviyesi buğday samanının NDFS ve HSS'ni arttırmıştır. Bilindiği gibi selüloz sindiren bakteriler bazik ortamlarda asidik ortamlardan daha etkin olmaktadır.

Sonuçlar

Çalışma sonuçlarından, *Cyclotrichium niveum* uçucu yağ takviyesinin rumen mikrobiyal aktivitesini ve rumen genel fermantasyon sürecini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının sindirilebilirlik parametreleri üzerindeki olumlu etkisi buğday samanı gibi sindirimi zor lifçe zengin yem materyelleri ile kullanılabilir potansiyelinin olduğunu düşündürmektedir. *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının rumen fermantasyon ürünlerinden UYA ve gazlarını azaltıcı etkisinden dolayı; rumende besinlerin enerji kaybının azaltılması ve dolayısı ile çevreye zararlı etkisi olan metan gazı salımının azaltılması amacı ile kaba yem kaynaklarıyla kullanılması önerilebilir. Bununla birlikte hayvancılık endüstrisi için kullanılmadan önce, *Cyclotrichium niveum* esansiyel yağının hayvan performansı ve takviyenin ekonomi yönü üzerindeki etkisini belirlemek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Ekler

Yazar, Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (KMYOBAP/2014-0003) birimine desteklerinden dolayı teşekkür eder.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkısı: Makaleye ait tüm çalışmalar Zeynep ŞAHAN tarafından yapılmıştır.

Etik Beyan: Denemede yürütülen işlemler Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Toplantı Tarihi: 26.08.2014, Toplantı Sayısı: 5, Karar No: 12).

Kaynaklar

Agarwal, N., Shekhar, C., Kumar, R., Chaudhary, L.C., Kamra, D.N. (2009). Effect of peppermint (*Mentha piperita*) oil on *in vitro* methanogenesis and fermentation of feed with buffalo rumen liquor. *Animal Feed Science Technology*, 148, 321-327.

Alim, A., Goze, I., Çetin, A., Atas, A.D., Vural, N. and Dönmez, E. (2009). Antimicrobial activity of the essential oil of *Cyclotrichium niveum* (Boiss.) Manden. Et Scheng. *African Journal of Microbiology Research*, 3, 422-425.

ANKOM Technology. (2005). *in Vitro True Digestibility Using the DAISYII Incubator*. ANKOM Technology

AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis*. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists; Washington, DC

Belanche, A., Kingston-Smith, A.H., Griffith, G.W. and Newbold, C.J. (2019). A Multi-Kingdom Study Reveals the Plasticity of the Rumen Microbiota in Response to a Shift from Non-grazing to Grazing Diets in Sheep. *Front Microbiology*, 10, 122

Belanche, A., Ramos-Morales, E., and Newbold, C.J. (2016). *in vitro* screening of natural feed additives from crustaceans, diatoms, seaweeds and plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 3069–3078.

Benchaar, C. (2011). Greathead, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Animal Feed Science Technology*, 166, 338–355.

Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser, G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A. and Beauchemin, K.A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145, 209-228.

Benchaar, C., Hassanat, F., and Petit, H.V. (2015). Dose-response to eugenol supplementation to dairy cow diets: methane production, N excretion, ruminal fermentation, nutrient digestibility, milk production, and milk fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 51–59

Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J., Massé, D. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84, 319–335.

Bodas, R., Prieto, N., García-González, R., Andrés, S., Giráldez, F.J., López, S. (2012). Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science Technology*, 176, 78–93.

Broudicou, L.P. and Lassalas, B. (2000). Effects of *Lavandula officinalis* and *Equisetum arvense* dry extracts and isoquercitrin on the fermentation of diets varying in forage contents by rumen micro-organisms in batch culture. *Reproduction Nutrition Development*, 40, 431–440.

Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L. and Ferret, A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2580-2595.

Cardozo, P.W., Calsamiglia, S., Ferret, A. and Kamel, C. (2004). Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3230-3236.

Cardozo, P.W., Calsamiglia, S., Ferret, A. and Kamel, C. (2005). Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on *in vitro* rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science*, 83(11), 2572–2579.

Chaves, A.V., Stanford, K., Dugan, M.E.R., Gibson, L.L., McAllister, T.A., Van Herk, F. and Benchaar, C. (2008). Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117, 215-224.

Gulcin, I., Tel, A.Z. and Kirecci, E. (2008). Antioxidant, Antimicrobial, Antifungal, and Antiradical Activities of *Cyclotrichium Niveum* (BOISS.) Manden and Scheng, *International Journal of Food Properties*, 11(2), 450-471.

Günel, M., Pinski, B., AbuGhazaleh, A. A. (2017) Evaluating the effects of essential oils on methane production and fermentation under invitro conditions, *Italian Journal of Animal Science*, 16(3), 500-506.

Gursoy, N., Sihoglu-Tepe, A., and Tepe, B. (2009). Determination of *in vitro* antioxidative and antimicrobial properties and total phenolic contents of *Ziziphora clinopodioides*, *Cyclotrichium niveum* and *Mentha longifolia* ssp. *typhoides* var. *typhoides*. *Journal of Medicinal Food*, 12(3), 684-689.

Hungate, R.E., Fletcher, J.W., Dougherty, R.W., and Barrentine, B.F., (1954). Microbial Activity in the Bovine Rumen: Its Measurement and Relation to Bloat. *Applied Microbiology*, 3(3), 161-173.

Kamalak, A., Canbolat, Ö., Özkan, Ç.Ö., Atalay, A. (2011). Effect of thymol on *in vitro* gas production, digestibility and metabolizable energy content of alfalfa hay. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(2), 211-216.

Khiaosa-ard, R. and Zebeli, Q. (2013). Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *Journal of Animal Science*, 91(4), 1819-1830.

Kim, H., Jung, E., Lee, H. G., Kim, B., Cho, S., Lee, S., Kwon, I., and Seo, J. (2019). Essential oil mixture on rumen

- fermentation and microbial community - an *in vitro* study. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(6), 808–814.
- Lambert, R. J., Skandamis, P. N., Coote, P. J., Nychas, G. J. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 453-462.
- Malecky, M., Broudiscou, L. P. and Schmidely, P. (2009). Effects of two levels of monoterpene blend on rumen fermentation, terpene and nutrient flows in the duodenum and milk production in dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 154, 24-35.
- Matloup O, El Tawab AMA, Hassan A, et al. (2017). Performance of lactating Friesian cows fed a diet supplemented with coriander oil: feed intake, nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood chemistry, and milk production. *Anim Feed Sci Technol*, 226, 88-97
- Nasab, M.E, Naserian, A.A, Vakili, A.R, Tahmasbi, A.M. (2018). Effect of using Essential Oils of *Ziziphora Clinopodioides* and *Mentha Pulegium* As Additive on *in vitro* Study. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 15 (1).
- Önenç, S.S., Açıkgöz, Z., Kırkpınar, F., Küme, T., Tuğalay, Ç.Ş. and Bayraktar, Ö.H. (2016). Chemical Compositions and Antioxidant Activities of The Essential Oils of Some Medicinal and Aromatic Plants. *Journal of Animal Production*, 57(2), 7-14.
- Ornaghi, M.G., Passetti, R.A.C., Torrecilhas, J.A., Mottin, C., Vital A.C.P., Gurerrero, A., Sañudo, C., Campo, M.M. and Prado, I.N., (2017) Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Anim Feed Sci Technol*. 234, 274-283.
- Patra, A.K. and Yu, Z. (2012). Effects of Essential Oils on Methane Production and Fermentation by, and Abundance and Diversity of, Rumen Microbial Populations. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(12), 4271-4280.
- Tager, L. R., and Krause, K. M. (2011). Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 94(5), 2455–2464.
- Ultee, A., Kets, E. P. W., Smid, E. J. (1999). Mechanisms of Action of Carvacrol on the Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. Environmental Micro.*, 65, 4606-4610.
- Van Soest, P.J. (1963). The use of detergents in the analysis of fibre feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *Journal of Association of the Official Analytical Chemists*, 46, 829-835.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H. (1975). The use of detergents in the analysis of fibre feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of Association of the Official Analytical Chemists*, 50, 50-55.
- Wallace, R.J. (2004). Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 621-629.
- Wang, C.J., Wang, S.P., Zhou, H. (2009). Influences of flavomycin, ropadiar, and 525 saponin on nutrient digestibility, rumen fermentation, and methane emission from 526 sheep. *Animal Feed Science Technology*, 148, 157-166.
- Wendakoon, C. N., Sakaguchi, M. (1995). Inhibition of amino acid decarboxylase activity of Enterobacter aerogenes by active components in spices. *Journal of Food Protection*, 58(3), 280-283
- Yadeghari, S., Malecky, M., Dehghan Banadaky, M. and Navidshad, B. (2015). Evaluating *in vitro* dose-response effects of *Lavandula officinalis* essential oil on rumen fermentation characteristics, methane production and ruminal acidosis. *Veterinary Research Forum*, 6(4), 285-293.



An investigation into the shelf life and consumer acceptability of flavored cold coffee drink

Aromalı soğuk kahve içeceğinin raf ömrü ve tüketici beğenisi üzerine bir araştırma

Ahmet Oğuzhan POLAT^{1*}, Şenol İBANOĞLU²

¹Meridyen Gıda, 5. Organize Sanayi Bölgesi, 83539 Nolu Cad., No 16/1, Gaziantep, Turkey

²University of Gaziantep, Engineering Faculty, Food Engineering Department, 27310 Gaziantep, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-1069-3712>; ²<https://orcid.org/0000-0002-0727-4747>

To cite this article:

Polat, A.O., & İbanoğlu, Ş. (2021). An investigation into the shelf life and consumer acceptability of flavored cold coffee drink. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4): 534-545.

DOI: 10.29050/harranziraat.862698

*Address for Correspondence:

Ahmet Oğuzhan POLAT

e-mail:

ahmetoguzhanpolat@gmail.com

Received Date:

16.01.2021

Accepted Date:

26.10.2021

© 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

In this article, it was aimed to develop a method to determine the shelf life of pistachio nut flavored cold coffee. The shelf life of flavored cold coffee was determined by the Weibull hazard analysis method. While a fixed time (i.e., 10 min) was applied for the sterilization process, different sterilization temperatures (i.e., 110, 120 and 125°C) were used. In the first stage of the study, while carrageenan gum was added as a thickener to all cold coffees, sodium bicarbonate, which is an acidic regulator, was not added. The shelf lives of products sterilized in this way were determined as 14, 28 and 18 days at 110°C, 120°C and 125°C, respectively. In the second step, both sodium bicarbonate and carrageenan gum were added to the samples and the shelf life of the product, which was sterilized at 120°C for 10 min., was calculated as 16 months and 9 days. As a result of the hedonic tests, 71% of the panelists stated that they liked pistachio flavored cold coffee. The optimum formulation of cold coffee was 1.5% (w/w) coffee, 0.2% (w/w) sodium bicarbonate, 7.5% (w/w) sugar, 5.0% (w/w) milk powder, 0.1% (w/w), chewing gum and 0.1% (w/w) pistachio flavor.

Key Words: Cold coffee, Pistachio nut flavor, Shelf life, Weibull hazard analysis

Öz

Bu makalede, Antep fıstığı aromalı soğuk kahvenin geliştirilmesi ve raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Aromalı soğuk kahvenin raf ömrü Weibull tehlike analizi yöntemiyle belirlenmiştir. Sterilizasyon işlemi için sabit süre (10 dk.) uygulanırken farklı sterilizasyon sıcaklıkları (110, 120 ve 125 °C) kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında bütün soğuk kahvelere kıvam arttırıcı olarak karagenan zıncı eklenirken, asidik düzenleyici olan sodyum bikarbonat eklenmemiştir. Bu şekilde sterilize edilen ürünlerin raf ömürleri 110°C, 120°C ve 125°C'de sırasıyla 14, 28 ve 18 gün olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında ise hem sodyum bikarbonat hem de karagenan zıncı eklenmiş ve 120°C de 10 dakika sterilize edilen ürünün raf ömrü 16 ay 9 gün olarak hesaplanmıştır. Hedonik testler sonucunda panelistlerin %71'i Antep fıstığı aromalı soğuk kahveyi beğendiklerini ifade etmişlerdir. Soğuk kahvenin optimum formülasyonu ise %1.5 (a/a) kahve, %0.2 (a/a) sodyum bikarbonat, %7.5 (a/a) şeker, %5.0 (a/a) süt tozu, %0.1 (a/a), sakız ve %0.1 (a/a) fıstık aroması olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soğuk kahve, Antep fıstığı aroması, Raf ömrü, Weibull tehlike analizi

Introduction

Coffee is an important product belonging to the *Rubiaceae* and *Cinchonoidea* sub family.

Although there are more than eighty types of coffee obtained from the beans of the *Coffea* L. plant, only two of these types are of commercial importance worldwide (i.e., *Coffea Arabica* and

Coffea Canephora). These two species differ in many respects such as the climate in which they grow, their chemical composition and the brewing characteristics of the ground-roasted seed. Today, consumption of Arabica with its sensory features is quite common and it is more expensive than Robusta (Araujo and Sandi, 2006). According to the reports of the International Coffee Organization (ICO), an average of more than 5 million kilograms of coffee is consumed annually in the world (ICO, 2017). The annual coffee consumption in Turkey is 45 thousand tons that appeared around 6.5 billion, and this amount corresponds to a daily cup 17.7 million cups of coffee (ICO, 2017).

Increasingly popular in recent years, cold coffee has varieties such as latte, mocha, vanilla and espresso. In this field where there is little variety, it is very important to develop alternative new products that consumers may like. Shelf life is defined as the storage time during which food products remain safe without any change in the desired sensory, chemical, physical and microbiological properties (Kilcast and Subramaniam, 2000). Many methods can be used to determine the shelf life. Weibull hazard analysis is based on the principle of predicting when the shelf life will end using the Weibull hazard function (Cardelli and Labuza, 2000).

In order for a food item to be preferred, the desired organoleptic characteristics such as taste, aroma, texture, color and appearance should appeal to the consumer. Only in this way will a food item cause a desire to be bought again (Moskowitz et al., 2009). Therefore, during the development process of the new product, the reliability, durability and preferability of the new product produced by the consumers should also be tested (Akbulut and Bozkurt, 2020; Hayoğlu and Toğrul, 2020). Sensory analysis is one of the most important elements of the preference of foodstuffs and the determination of shelf life. The Weibull hazard analysis is a method used in the determination of shelf life using sensory data (Fu and Labuza, 1997; Karahan and Keklik, 2018). There are many research studies on the

determination of shelf life of luncheon meats (Gacula and Kubala, 1975), cassava flour (Shirose et al., 1978), breakfast cereal (Pickering, 1984), ice cream (Wittinger and Smith, 1986), refrigerated meats (Andujar and Herrera, 1987), frozen foods (Tomasichio, 1989), cottage cheese (Schmidt and Bouma, 1992), pasteurized milk (Duyveste, 1997), and sausages (Thiemig et al., 1998). Data analysis entails graphing hazard values against time and using the Weibull distribution to calculate shelf life, which is defined as the time at which 50% of customers find the product unsatisfactory. This approach was named as the Weibull hazard analysis technique by Labuza and Schmidt (1988) and Fu and Labuza (1993).

Flavored cold coffee drinks, which have attracted attention in the market recently, are also produced industrially in Turkey. As far as is known, the flavors of cold coffee drinks produced are limited to vanilla, chocolate and caramel. In this study, it was aimed to develop a new 'cold coffee drink' with pistachio aroma whose formulation was optimized in line with the consumer's taste, whose shelf life was determined and which differs from the products on the market in terms of aroma. In this context, the purpose of our work was to optimize the formulation of the product and determining the shelf life for the production of the cold coffee beverage.

Materials and Methods

Materials

Defatted milk powder (ARC, Konya, Turkey), sodium bicarbonate (Şişecam, Beydağı Kimya, İstanbul, Turkey), coffee extract (Arabica, Brenntag, Germany), carrageenan gum (MM 901, Cargill Inc., Orhangazi, Turkey), sucrose (Beşan Nişasta, Gaziantep, Turkey) and pistachio nut flavor (Brenntag, Germany) were used to prepare the cold coffee samples. A homogenizer (Hommak 10000-E-HM150, Germany) and an autoclave (Lubeca, Poland) were used during production of coffee samples.

Methods

Preparation of samples

The production flow chart for the preparation of cold coffee samples is shown in Figure 1. Various trials were carried out with panelists to determine the formulation of the popular pistachio flavored cold coffee. In order to determine the formulation of coffee, many different formulations were tried (data not given) and finally the following recipe was used. As a result of these trials, the formulation of the popular cold coffee was determined as 1.5% (w/w) coffee, 0.2% (w/w) sodium bicarbonate,

7.5% (w/w) sugar, 5.0% (w/w) milk powder, 0.1% (w/w) carrageenan gum, 0.1% (w/w) pistachio flavor and 85.6% (w/w) purified water. The cold coffee samples were prepared according to above formulation. The product was homogenized at 70°C at 200 bars. The homogenized product was filled in 200 mL single layer lacquered tin box. The products were then placed into autoclave and were sterilized at the appropriate temperature and time in the autoclave. Autoclave was used at 110, 120 and 125°C for 10 minutes. After sterilization process, the products were stored at room temperature.

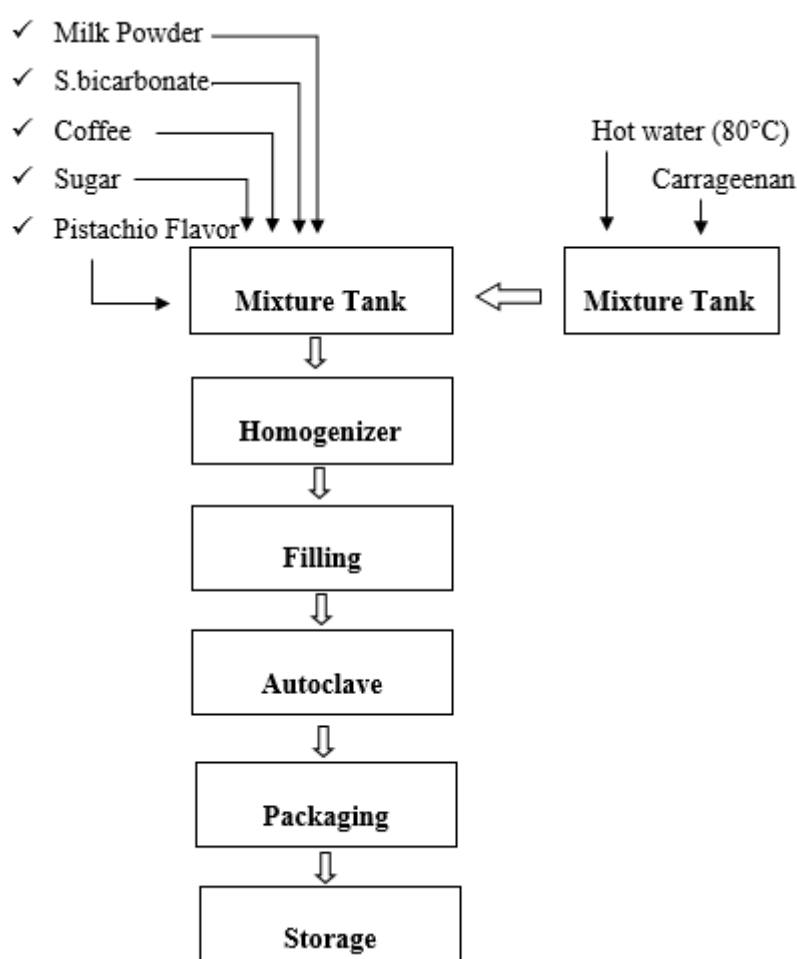


Figure 1. Flow chart of cold coffee production with pistachio flavor.

Determination of the shelf life of cold coffee using Weibull hazard analysis

The shelf life of cold coffee was calculated with the Weibull hazard method and sensory analysis was carried out using the Weibull method. In this sense, 3 sterilization temperature were used in this study, namely 110 °C for 10 min, 120 °C for 10 min and 125°C for 10 min. Sensory analysis was

performed by panelists who have previously tasted products. Panelists were selected from university students. Prior to the sensory analysis, basic training information's for the analysis were given to all panelists. Sensory analysis was repeated every 5 days. For the first trials, 100 panelists were determined and panelists rated the product as acceptable (+) or unacceptable (-).

The number of panelists was increased by 1 person with each trial. When the (-) result was equal to or greater than (+) result, new panelists were added next trial as many as the number of panelists that gave (-) results in the previous try. Weibull cumulative hazard function was calculated as described by (Fu and Labuza, 1997) (Equation 1).

$$H(t)=\int h(x)dx=(t/\alpha)^\beta \quad (1)$$

In this function; H(t) is cumulative hazard function; h(x) is hazard function; t is the time, α is scale parameter and β is shape parameter. To calculate hazard parameters, log (time) vs log (cumulative hazard values) was plotted. The equation obtained from the graph was replaced in Equation 2 (Keklik et al., 2017).

$$\log t = (1/\beta) \log H + \log \alpha \quad (2)$$

In the Weibull hazard analysis; shelf life is 50% of the probability of critical error. In other words, it is defined as the period corresponding to the 69.3% cumulative hazard value (Fu and Labuza, 1997).

Determination of the aroma of cold coffee and optimization of its formula

Sensory analysis was performed by hedonic method to determine the aroma of cold coffee and to determine the sensory quality characteristics. In this context, the panelists were asked to record the degree of liking for a sample from "extreme distaste" to "extreme like" (Carpenter et al., 2000). Sensory analysis evaluation was carried out by 100 panelists, while 71 of the 100 selected panelists preferred the cold coffee with pistachio.

Statistical analyses

Analysis of variance (ANOVA), Duncan's multiple comparison test analysis and coefficient

of variations (CV) tests were performed using SPSS (SPSS, Inc., Chicago, USA) with $P < 0.05$ level as the confidence interval. Triplicate samples were used for all analyses.

Results and Discussion

Determination of the aroma of cold coffee and optimization of its formula

Sensory analysis was performed by hedonic method to determine the aroma of cold coffee and to determine the sensory quality characteristics. In a study by Shakerardekani et al. (2012) it was aimed to develop a milk drink containing pistachio flavor. Sensory analysis of the new product was made to by soaking and grinding pistachio kernels. The prepared pistachio milk samples received 8.2 points by the panelists and the pistachio flavor was acceptable for this new product (Shakerardekani et al., 2012). Pistachio nut offers new opportunities for use in new products with improved aroma, odor, mouth feel, texture and taste.

Determination the shelf life of cold coffee at different temperature at constant time without sodium bicarbonate acidity regulator and with carrageenan gum

Trial 1: Sterilization process at 110°C and 10 minutes without sodium bicarbonate and with carrageenan

In this trial, it was aimed to calculate the shelf life of the sample product with a sterilization process at 110°C and 10 minutes without sodium bicarbonate and with carrageenan. The sensory analysis made started with 10 panelists and was concluded with 32 panelists at the end of the 16th day (Table 1).

Table 1. Weibull sensory data for cold coffee at 110°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan

Days	Acceptability																
0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	+	+	+	+	+	-32	-33	-34	-35	-36	-37	-38					
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27
	-28	-29	-30	-31													
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-1	-2	-3	-4
	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	

Table 2. Weibull hazard (H) ranking data for cold coffee at 110°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan gum

Rank	Days	H Value	ΣH
38	10	2.63	2.63
37	10	2.70	5.33
36	10	2.78	8.11
35	10	2.86	10.97
34	10	2.94	13.91
33	10	3.03	16.94
32	10	3.13	20.07
31	13	3.23	23.29
30	13	3.33	26.62
29	13	3.45	30.07
28	13	3.57	33.64
27	13	3.70	37.35
26	13	3.85	41.19
25	13	4.00	45.19
24	13	4.17	49.36
23	13	4.35	53.71
22	13	4.55	58.25
21	13	4.76	63.02
20	16	5.00	68.02
19	16	5.26	73.28
18	16	5.56	78.83
17	16	5.88	84.72
16	16	6.25	90.97
15	16	6.67	97.63
14	16	7.14	104.78
13	16	7.69	112.47
12	16	8.33	120.80
11	16	9.09	129.89
10	16	10.00	139.89
9	16	11.11	151.00
8	16	12.50	163.50
7	16	14.29	177.79
6	16	16.67	194.46
5	16	20.00	214.46
4	16	25.00	239.46
3	16	33.33	272.79
2	16	50.00	322.79
1	16	100.00	422.79

After the sensory evaluation, (-) answers were listed and the cumulative hazard (ΣH) and hazard values (H) were determined. In this calculation H value was equal to 100 / sequence number (Table 2). In Weibull hazard analysis shelf life to 50% of critical error probability, 69.3%, is defined as the time corresponding to the cumulative hazard value (Fu and Labuza, 1997) (Figure 2).

Trial 2: Sterilization process at 120°C and 10 minutes without sodium bicarbonate and with carrageenan

In this trial, the sterilization step was completed at 120°C and 10 minutes. Sensory analysis started with 10 panelists and concluded with 37 panelists at the end of the 36th day. The steps of the Weibull analysis method used in the trial number 1 were also applied in the same way in this study. The hazard values (H values) and cumulative hazard values (ΣH) obtained as a result of the sensory evaluation are shown in Table 3.

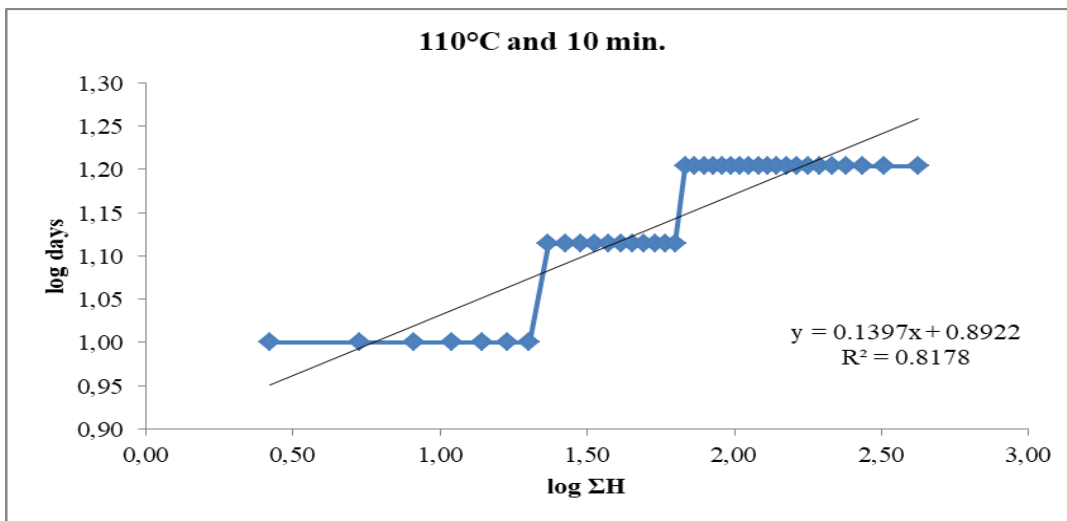


Figure 2. Weibull hazard plot for cold coffee at 110°C and 10 min without sodium bicarbonate (ΣH: cumulative hazard).

Table 3. Weibull sensory data for cold coffee at 120°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan

Days	Acceptability														
0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
10	+	+	+	+	+	+	+	-68	-69	-70	-71	-72			
15	+	+	+	+	+	+	-62	-63	-64	-65	-66	-67			
20	+	+	+	+	+	+	+	+	-56	-57	-58	-59	-60	-61	
25	+	+	+	+	+	+	+	+	-49	-50	-51	-52	-53	-54	
30	+	+	+	+	+	+	+	+	-41	-42	-43	-44	-45	-46	
33	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-27	-28
36	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-1	-2
	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17

The graph of the logarithm of the cumulative time (log t) is shown in Figure 3. hazard values (log ΣH) versus the logarithm of

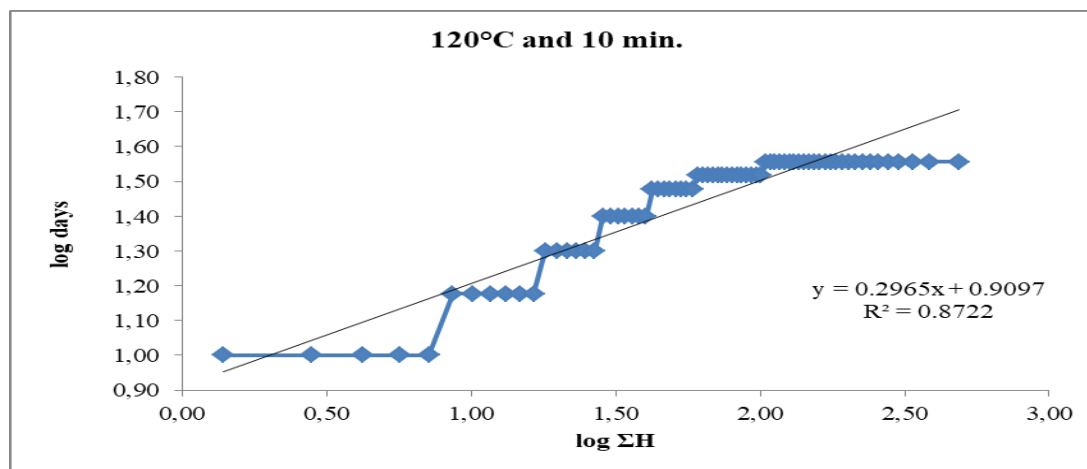


Figure 2. Weibull hazard plot for cold coffee at 120°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan.

Table 4. Weibull hazard ranking table for cold coffee at 120°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan gum

Rank	Day	H Value	ΣH	Rank	Day	H Value	ΣH
72	10	1.39	1.39	36	33	2.78	71.40
71	10	1.41	2.80	35	33	2.86	74.26
70	10	1.43	4.23	34	33	2.94	77.20
69	10	1.45	5.68	33	33	3.03	80.23
68	10	1.47	7.15	32	33	3.13	83.36
67	15	1.49	8.64	31	33	3.23	86.58
66	15	1.52	10.15	30	33	3.33	89.92
65	15	1.54	11.69	29	33	3.45	93.36
64	15	1.56	13.25	28	33	3.57	96.94
63	15	1.59	14.84	27	33	3.70	100.64
62	15	1.61	16.45	26	36	3.85	104.49
61	20	1.64	18.09	25	36	4.00	108.49
60	20	1.67	19.76	24	36	4.17	112.65
59	20	1.69	21.46	23	36	4.35	117.00
58	20	1.72	23.18	22	36	4.55	121.55
57	20	1.75	24.93	21	36	4.76	126.31
56	20	1.79	26.72	20	36	5.00	131.31
55	25	1.82	28.54	19	36	5.26	136.57
54	25	1.85	30.39	18	36	5.56	142.13
53	25	1.89	32.28	17	36	5.88	148.01
52	25	1.92	34.20	16	36	6.25	154.26
51	25	1.96	36.16	15	36	6.67	160.92
50	25	2.00	38.16	14	36	7.14	168.07
49	25	2.04	40.20	13	36	7.69	175.76
48	30	2.08	42.28	12	36	8.33	184.09
47	30	2.13	44.41	11	36	9.09	193.18
46	30	2.17	46.59	10	36	10.00	203.18
45	30	2.22	48.81	9	36	11.11	214.30
44	30	2.27	51.08	8	36	12.50	226.80
43	30	2.33	53.41	7	36	14.29	241.08
42	30	2.38	55.79	6	36	16.67	257.75
41	30	2.44	58.23	5	36	20.00	277.75
40	33	2.50	60.73	4	36	25.00	302.75
39	33	2.56	63.29	3	36	33.33	336.08
38	33	2.63	65.92	2	36	50.00	386.08
37	33	2.70	68.63	1	36	100.00	486.08

In trial 2, the shelf life was calculated using the Weibull hazard analysis method and the shelf life of the new product was determined as 28.6 days.

Trial 3: Sterilization process at 125°C and 10 minutes, without sodium bicarbonate and with carrageenan

In this try, sterilization process was carried out at 125°C and 10 minutes. The sensory evaluation started with 10 panelists and was concluded on the 21st day with the participation of 36 panelists in total (Table 5, Figure 4).

Table 5. Weibull sensory data for cold coffee at 125°C and 10 min without sodium bicarbonate and with Carrageenan

Days	Acceptability														
0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
10	+	+	+	+	+	+	+	-52	-53	-54	-55	-56			
15	+	+	+	+	+	+	-45	-46	-47	-49	-50	-51			
18	+	+	+	+	+	+	+	-32	-33	-34	-35	-36	-37	-38	-39
	-40	-41	-42	-43	-44										
21	+	+	+	+	+	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25
	-26	-27	-28	-29	-30	-31									

Hazard values (H values) and cumulative hazard values ($\sum H$) are calculated as a result of the sensory evaluation and shown in Table 6.

In Weibull hazard analysis up to 50% of the critical error probability is the basis for

calculations. In other words, the shelf life is defined as the time corresponding to the cumulative hazard value of 69.3%, was found to be 18.6 days in this study (Fu and Labuza, 1997).

Table 6. Weibull hazard ranking table for cold coffee at 125°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan

Rank	Days	H Value	$\sum H$	Rank	Days	H Value	$\sum H$
56	10	1.79	1.79	28	21	3.57	72.00
55	10	1.82	3.60	27	21	3.70	75.70
54	10	1.85	5.46	26	21	3.85	79.55
53	10	1.89	7.34	25	21	4.00	83.55
52	10	1.92	9.27	24	21	4.17	87.72
51	15	1.96	11.23	23	21	4.35	92.07
50	15	2.00	13.23	22	21	4.55	96.61
49	15	2.04	15.27	21	21	4.76	101.37
48	15	2.08	17.35	20	21	5.00	106.37
47	15	2.13	19.48	19	21	5.26	111.64
46	15	2.17	21.65	18	21	5.56	117.19
45	15	2.22	23.87	17	21	5.88	123.07
44	18	2.27	26.15	16	21	6.25	129.32
43	18	2.33	28.47	15	21	6.67	135.99
42	18	2.38	30.85	14	21	7.14	143.13
41	18	2.44	33.29	13	21	7.69	150.83
40	18	2.50	35.79	12	21	8.33	159.16
39	18	2.56	38.36	11	21	9.09	168.25
38	18	2.63	40.99	10	21	10.00	178.25
37	18	2.70	43.69	9	21	11.11	189.36
36	18	2.78	46.47	8	21	12.50	201.86
35	18	2.86	49.33	7	21	14.29	216.15
34	18	2.94	52.27	6	21	16.67	232.81
33	18	3.03	55.30	5	21	20.00	252.81
32	18	3.13	58.42	4	21	25.00	277.81
31	21	3.23	61.65	3	21	33.33	311.15
30	21	3.33	64.98	2	21	50.00	361.15
29	21	3.45	68.43	1	21	100.00	461.15

As a result of trials 1, 2 and 3 it was determined that the samples in the trial 2 had the longest shelf life. The reason may be interpretation as to that the carrageenan gum used in UHT processes changes the viscosity and

undesirable conditions such as precipitation or aggregation have occurred. For example, on the 12th day of trial 1, fat globules were detected on the surface of the product and aggregation occurred in the product. In Trial 3, on the 15th

day, it was determined that coffee particles precipitated in the product and the viscosity started to gel. Thus, with these trials, the effect of carrageenan gum on shelf life was determined by using different temperatures during the sterilization phase.

Wittenger and Smith (1986) studied the effect of different stabilizers (guar gum, locust bean gum, carrageenan) on the shelf life of ice cream

was tried to be determined using the Weibull hazard analysis method. They found that the shelf life of ice cream which was determined as 4.7 weeks (32.9 days). The shelf life of the cold coffee samples containing carrageenan used in our current study was determined as 28.6 days, which was very close to that found in study of Wittenger and Smith (1986).

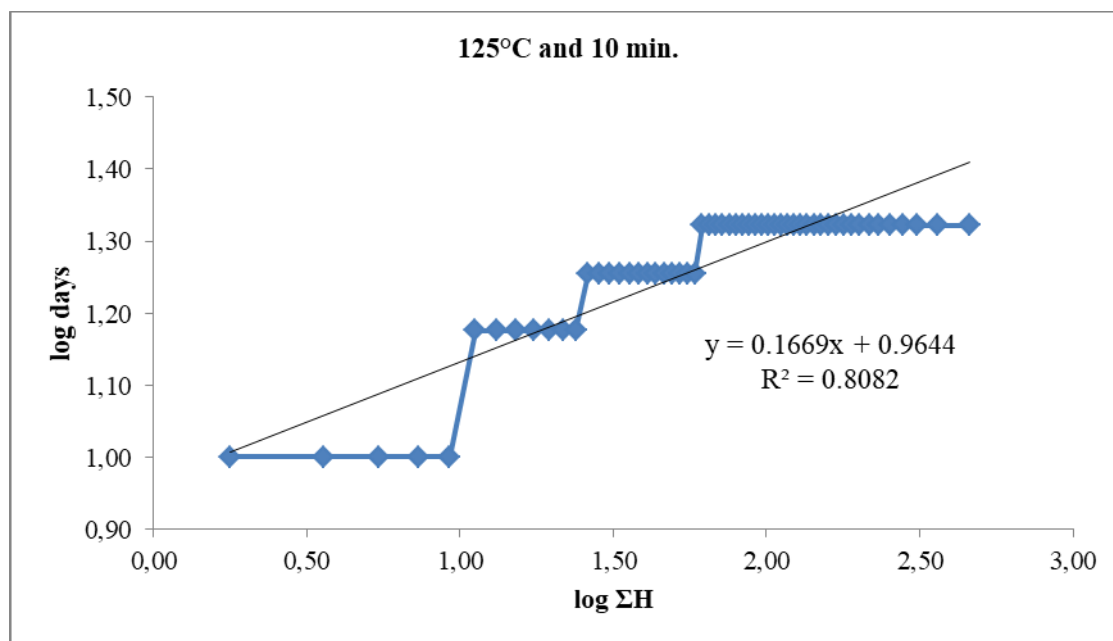


Figure 4: Weibull hazard plot for coffee at 125°C and 10 min without sodium bicarbonate and with carrageenan.

Karahan and Keklik (2018) determined the shelf life of a cold coffee drink containing coconut extract using the Weibull hazard analysis method. They found that the shelf life of cold coffee containing coconut extract was 10.47 days. This shelf life is shorter than the shelf life found in our current research. The possible explanation of this difference may be the amount of carrageenan used in the formulations. While Karahan and Keklik (2018) used 0.025 % carrageenan in their formulation, the coffee prepared in our current study was prepared with a higher gum content (i.e., 0.1 % (w/w)).

Determination the shelf life of cold coffee at 120°C and 10 minutes with sodium bicarbonate acidity regulator and carrageenan gum

Acidic regulators such as citric acid, trisodium citrate, ascorbic acid and sodium bicarbonate are used to increase the shelf life of many products on the market. Shelf-life analysis of coffee prepared with sodium bicarbonate and carrageenan gum and sterilized at 120°C for 10 minutes is given in Table 7. The results of the Weibull analyses with hazard values (H) and cumulative hazard values (ΣH) are given in Tables 7 & 8. The evaluation of results is presented in Figure 5.

The shelf life of cold coffee with sodium bicarbonate and carrageenan was calculated as 16.3 months. It is known that many cold coffees and varieties available in the market have a shelf life of 6 to 18 months (Karahan and Keklik, 2018). The reason why the products have a long shelf life may be that they contain acidic regulators (sodium bicarbonate, trisodium citrate, citric

acid). The shelf life of the samples produced in our current study was found similar to reported values in the literature (Karahan and Keklik, 2018). An actual picture of the coffee which was stored at room temperature for 15 months is given in Figure 6, showing no obvious sign of deterioration.

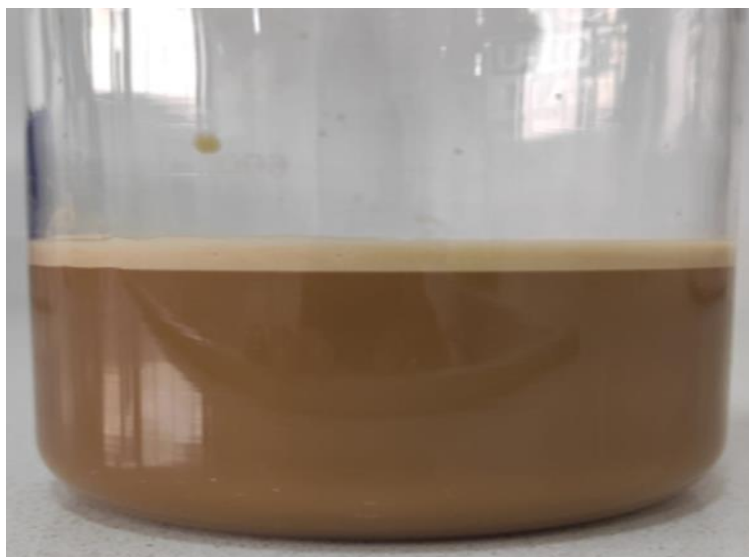


Figure 4. Actual picture of coffee stored for 15 months at room temperature without any obvious deterioration.

Conclusions

It can be concluded from the results of this research that it is possible to formulate a cold coffee drink which is stable at room temperature for 15 months without any sign of deterioration. It can also be concluded that pistachio nut flavor can be incorporated into the formulation with acceptance from potential customers as shown by high acceptability rates in the taste panels. It is believed that the results obtained in our current study will lead to a clearer understanding of the formulation, shelf life and consumer acceptability of cold coffee drinks with different natural flavors.

Acknowledgements

Great assistance from Ms. Zeynep Tugba ÖZASLAN (Gaziantep University, Food Engineering Department, Turkey) during the preparation of the manuscript is appreciated. This study has

been prepared using data from a part of Ahmet Oğuzhan POLAT's Master Thesis. We would like to thank Gaziantep University, Food Engineering Department and Meridyen Gıda R&D (Gaziantep, Turkey) engineers for supporting the study.

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

Author contributions: Ahmet Oğuzhan Polat and Şenol İbanoğlu designed the research outline. Ahmet Oğuzhan Polat carried out the experimental work. Both authors evaluated the data and wrote the article. Both authors read and approved the final manuscript.

References

- Akbulut, Ç., & Bozkurt, A. (2020). Impact of pH on the salty taste perception of the yogurt drink, ayran. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3), 301-309.
- Andujar, G., & Herrera, H. (1987). The distribution of failure

- data for meat products. *The 33th European Meeting of Meat Research Workers*, (pp. 396-398), 2-7 August 1987, Helsinki, Finland.
- Araújo, J. M., & Sandi, D. (2007). Extraction of coffee diterpenes and coffee oil using supercritical carbon dioxide. *Food Chemistry*, 101(3), 1087-1094. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.008>
- Cardelli, C., & Labuza, T. P. (2000). Application of Weibull hazard analysis to the determination of the shelf life of roasted and ground coffee. *LWT-Food Science and Technology*, 34(5), 273-278. DOI: 10.1006/fstl.2000.0732
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H., & Hasdell, T. A. (2000). *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*. New York: Springer Science & Business Media. DOI: 10.1007/978-1-4615-4447-0
- Duyvesteyn, W. S. (1997). *Integration of the time-temperature history effect on the shelf life of fluid milk*. PhD Thesis. University of Minnesota, Minnesota, USA.
- Fu, B., & Labuza, T. P. (1993). Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control*, 4(3), 125-133.
- Fu, B., & Labuza, T. P. (1997). Shelf-life testing: procedures and prediction methods. In: Erickson M. C. (ed.), *Quality in Frozen Foods* (pp 377-415). New York: Chapman & Hall. DOI: 10.1007/978-1-4615-5975-7_19
- Gacula J., M. C., & Kubala, J. J. (1975). Statistical models for shelf-life failures. *Journal of Food Science*, 40(2), 404-409.
- Hayoğlu, İ., & Toğrul, Ö. (2020). Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kızılıçık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2), 165-173.
- ICO, (2017). Domestic consumption by all exporting countries. Retrieved from: <http://www.ico.org/Market-Report-17-18-e.asp>.
- Karahan, D., & Keklik, N. M. (2018). Hindistan cevizi ekstraktı içeren soğuk kahve içeceğinin geliştirilmesi ve raf ömrünün belirlenmesi. *Gıda*, 43(6), 906-916. DOI: 10.15237/gida.GD18054
- Keklik, N. M., Işıklı, N. D., & Sur, E. B. (2017). Estimation of the shelf life of pezik pickles using Weibull hazard analysis. *Food Science and Technology*, 37, 125-130. DOI: 10.1590/1678-457x.33216
- Kilcast, D., & Subramaniam, P. (2000). *Stability and Shelf-life of Food*. New York: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Labuza, T. P., & Schmidl, M. K. (1988). Use of sensory data in the shelf-life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation. *Cereal Foods World*, 33, 193-206.
- Pickering, S. C. (1984). *Prediction and analysis of shelf life of an oat bran cereal*. MSc Thesis. University of Minnesota, Minnesota, USA.
- Schmidt, K., & Bouma, J. (1992). Estimating shelf-life of cottage cheese using hazard analysis. *Journal of Dairy Science*, 75(11), 2922-2927.
- Shakerardekani, A., Karim, R., & Vaseli, N. (2012). The effect of processing variables on the quality and acceptability of pistachio milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 541-545. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2012.00676.x
- Shirose, I., Aguirre, J. M., & Ferreira, V. L. P. (1978). Application of a staggered experimental design to study of the shelf-life of cassava flour enriched with soybean protein extraction residue. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 9, 313-334.
- Thiemig, F., Buhr, H., & Wolf, G. (1998). Characterization of shelf-life and spoilage of fresh foods-First results with the Weibull hazard analysis. *Fleischwirtschaft*, 78(2), 152-154.
- Tomasicchio, M., Andreotti, R., Pirazzoli, P., & Pezzani, G. (1989). Application of the Weibull statistical model to the shelf-life of some frozen foods. *Industria Conserve*, 64(2), 102-109.
- Wittenger, S. A., & Smith, D. E. (1986). Effect of sweeteners and stabilizers on selected sensory attributes and shelf life of ice cream. *Journal of Food Science*, 51(6), 1463-1466. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1986.tb13835.x



Sadeyağ üretiminde kullanılan süt, yoğurt ve kremanın gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi

Evaluation of milk, yogurt and cream used in the production of sadeyağ in terms of food safety

Mehmet Şükrü KARAKUŞ^{1*}, Zahide POLAT², Sevda KAMACI³, Ahmet Ferit ATASOY⁴

^{1*}100/2000 YÖK Doktora Programı, Gıda Güvenliği ve Gıda Güvencesi, Harran Üniversitesi

^{1,2,3,4}Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, Haliliye-Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0002-1805-8206>; ²<https://orcid.org/0000-0001-6622-446X>;

³<https://orcid.org/0000-0001-9543-0983>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-3390-1177>

To cite this article:

Karakuş, M.Ş., Polat, Z., Kamacı, S. & Atasoy, A.F. (2021). Sadeyağ üretiminde kullanılan süt, yoğurt ve kremanın gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4): 546-555.

DOI: 10.29050/harranziraat.984787

*Address for Correspondence:

Mehmet Şükrü KARAKUŞ

e-mail:

sukrukarakus@harran.edu.tr

Received Date:

19.08.2021

Accepted Date:

20.09.2021

© 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

Bu çalışmada, farklı türlere ait süt (koyun ve inek), yoğurt (koyun ve inek) ve kremanın (inek ve koyun; çiğ, olgunlaştırılmış ve pastörize krema) bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri araştırılmıştır. Koyun sütünün inek sütünden daha fazla yağ, protein ve mineral madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Koyun ve inek pH değerleri arasındaki fark önemsizken (P>0.05), koyun sütü titrasyon asitliği inek sütünden daha yüksek bulunmuştur (P<0.05). İnek yoğurdu kurumadde, yağ oranı ve titrasyon asitliği değeri koyun yoğurdundan daha düşük (P<0.05), pH değerlerinin ise farklı olmadığı belirlenmiştir (P>0.05). Koyun sütünden elde edilen kremanın kuru madde ve yağ değerlerinin inek sütünden elde edilen kremalardan daha yüksek olduğu (P<0.001), pH ve titrasyon asitliği değerlerinin aynı olduğu belirlenmiştir (P>0.05). En yüksek pH ve en düşük titrasyon asitliği değerleri çiğ kremada tespit edilmiştir (P<0.001). Olgunlaştırılmış kremlara ait *E.coli* ve Koliform bakteri sayılarının çiğ süt ve çiğ kremalardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt ve pastörize kremlarda *E.coli* ve Koliform bakteriler bulunmamıştır. Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan süt, yoğurt ve kremanın Türk Gıda Kodeksi Tebliği'ne uygun olduğu ve sadeyağ üretiminde kullanılan yoğurt ve pastörize kremanın Gıda Güvenliği'ne uygunluğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, Sadeyağ, Tereyağı, Koyun yoğurdu, Krema

ABSTRACT

In this study, some physicochemical and microbiological properties of different types of milk (sheep and cow), yoghurts (sheep and cow) and creams (raw cream, ripened and pasteurized cream) were determined. Ovine milk had higher fat, protein and mineral content than cow's milk (P<0.05). The difference between the pH values of sheep and cows was insignificant (P>0.05), and the titration acidity of sheep milk was higher than that of cow milk. Although cow yoghurt's dry matter, fat content and titration acidity values were lower (P<0.05) than sheep yoghurt, pH values were found to be insignificant (P>0.05). The values of dry matter and fat contents the creams obtained from sheep milk were higher than cow milk (P<0.001), the pH and titration acidity values were determined same (P>0.05). The highest pH and lowest titration acidity levels were determined in raw cream (P<0.001). *E.coli* and Coliform bacteria count of ripened creams were higher than raw milk and raw creams. *E.coli* and Coliform bacteria were not found in yoghurt and pasteurized creams. As a result, it has been determined that the milk, yogurt and cream used in this study comply with the Turkish Food Codex Communiqué and that the yogurt and pasteurized creams used in clarified butter production are suitable for Food Safety.

Key Words: Food safety, Sadeyağ, Butter, Ovine yoghurt, Cream

Giriş

Sadeyağ; süt ve/veya süt ürünlerinden elde edilen su ve yağsız kurumadde bileşenlerinin tamamına yakını uzaklaştırılmış ağırlıkça en az 99 gr/100 gr süt yağı içeren bir üründür (Anonim, 2005; Yokuş ve ark., 2019). Türkiye’de sadeyağ olarak adlandırılan bu ürün Şanlıurfa ilinde Şanlıurfa Yağı (Urfa Yağı) olarak bilinmektedir ve 2018 yılında coğrafi işaretli ürünler listesine alınmıştır (Anonim, 2018). Şanlıurfa’da sadeyağ üretimi, koyun yoğurdundan elde edilen tereyağının düşük sıcaklıklarda eritilmesiyle yapılmaktadır. Sadeyağın hammaddesi olan tereyağı ağırlıkça en az %80 en fazla %90 süt yağı, en fazla %16 su ve %2 yağsız süt kuru maddesine sahip ürün olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2005).

Gıda güvenliği; bir ürünün üretim aşamasında gerekli tüm kontrolleri yapmak, gıdalarda oluşabilecek fiziksel, kimyasal veya biyolojik tehlike unsurlarını engellemek ve insan sağlığını korumaya yönelik bir sistemdir (Paçacı, 2019). Süt, patojenik mikroorganizmaların gelişmesi için ideal bir gıdadır. Çiğ süt tüketimi, kimyasal bileşimi nedeniyle gıda kaynaklı hastalıklar için iyi tanımlanmış bir risk faktörüdür. Ancak pastörizasyon, süt ürünlerinin güvenliğini sağlamada oldukça etkili bir yöntemdir. Isıl işlemler (örneğin pastörizasyon, ultra yüksek sıcaklık, haşlama sıcaklıkları) veya sıcaklık kontrolü (soğutma ve dondurma), son ürünün fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin güvenli hale getirilmesi amacıyla kritik bir nokta olarak kabul edilmektedir. Pastörizasyon, klasik zoonozları, örneğin *Brucella*’yı ve ayrıca *E.coli*, Koliform bakteri gruplarını kontrol etmek amacıyla uygulanmaktadır (Van Schothorst and Kleiss, 1994). Yoğurt, krema ve tereyağı gibi ürünlerin hammaddesi süttür. Farklı tür hayvanlara ait çiğ süt; yoğurt, krema, tereyağı ve diğer süt ürünleri üretiminin temelini oluşturmaktadır. Ayrıca çiğ sütün kalitesinin kodekste belirtilen kriterlerle uyumlu olması yasal bir zorunluluktur ve üretilecek ürünün kalitesini de olumlu yönde etkilemektedir (Ali ve Fischer, 2005). Çiğ sütün kalitesinin standartlara uygun olmaması, uygun pastörizasyon

normlarının uygulanmaması gıda güvenliği açısından sorun teşkil etmektedir.

Bu çalışmada, Şanlıurfa ilinde geleneksel yöntemle üretilen Sadeyağ (Urfa Yağı) yapımında kullanılan süt, yoğurt ve kremalara ait fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerin belirlenerek gıda güvenliği açısından irdelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada kullanılan inek ve koyun sütleri, Kevser Süt Ürünlerinden (Şanlıurfa, Türkiye) klarifike edilmiş (REDA S.p.A Klarifikatör, Vicenza, Italy) halde temin edilmiştir. Üretimde starter kültür olarak YC-350 (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) (Chr. Hansen, PeymaHansen, Türkiye) liyofilize yoğurt kültürü kullanılmıştır.

Yöntem

Koyun ve inek sütünden üretilen yoğurt ve krema üretim akış şeması Şekil 1.’de gösterilmiştir. Üretimler Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Koyun ve inek sütü yoğurtlarının üretimi

Klarifike edilmiş çiğ koyun ve inek sütlerine 85 ± 2 °C’de 20 dakika ısıl işlem uygulandıktan sonra sütler hemen 44 ± 1 °C’ye soğutulmuştur. Daha sonra, soğutulan sütlere %2 oranında starter kültür ilave edilerek 44 ± 1 °C’de inkübasyona alınmış ve pH 4.60 ± 0.05 ’da inkübasyona son verilmiştir. Elde edilen yoğurtlar hızlı bir şekilde 10 ± 2 °C’ye soğutulmuş ve olgunlaşması için 4 ± 1 °C’de 24 saat bekletilmiştir. Üretilen yoğurtlar 24 saat sonra yayıklama işlemine tabi tutulmuşlardır. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

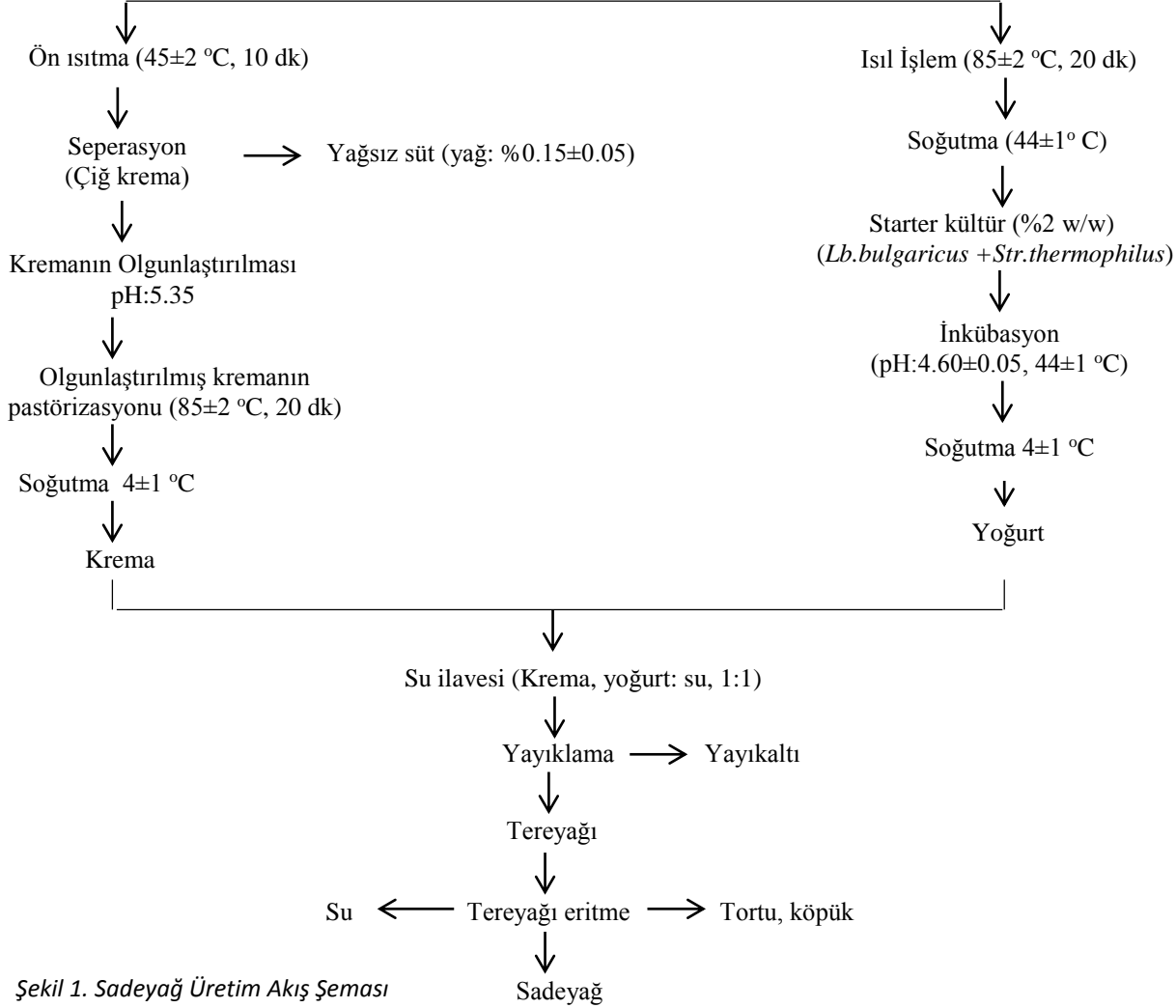
Koyun ve inek kremalarının elde edilmesi

Klarifike edilmiş koyun ve inek sütlerine 45 ± 2 °C’de 10 dakika ön ısıtma işlemi uygulandıktan sonra seperatörden (Asya Zenit, Kayseri) geçirilmiş, krema ve yağsız süt elde edilmiştir. Elde

edilen çiğ krema %37±2 yağ oranına ayarlandıktan sonra kültür ilave edilmeden pH: 5.35±0.05'e kadar olgunlaştırılmıştır. Olgunlaştırılan kremaya 85±2 °C'de 20 dakika ısıtma işlemi uygulandıktan sonra

hızlıca 10±2 °C'ye soğutulmuş, 4±1 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra elde edilen pastörize kremlar yayıklama işlemine tabi tutulmuşlardır. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Klarifike edilmiş çiğ süt
(Koyun ve inek)



Şekil 1. Sadeyag Üretim Akış Şeması
Figure 1. Production flow chart of sadeyag

Kimyasal analizler

Koyun ve inek sütlerine ait kurumadde, yağ ve protein miktarları süt analiz cihazı (Milkana Superior) kullanılarak belirlenmiştir. Çiğ sütlerin kül değerleri gravimetrik yöntemle (Yıldız Akgül ve ark., 2018) tespit edilmiştir. Süt, yoğurt ve kremaya ait asitlik tayini % laktik asit cinsinden titrasyon yöntemiyle, pH değerleri pH metreyle (OHAUS Starter 3100, USA) (Şanlıdere Aloglu, 2018), yoğurt ve kremaya ait kurumadde değerleri gravimetrik yöntemle (Yıldız Akgül ve ark., 2018), yağ tayini gerber metoduyla belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analizler

Süt, yoğurt ve krema örneklerinin mikrobiyolojik analizleri kültürel sayım yöntemleri kullanılarak yapılmıştır (Halkman, 2005). Koliform grubu mikroorganizmalar Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyerine ekim yapılmış ve 37 °C'de 24 saat inkübasyon sonucu oluşan kırmızı renkli koloniler sayılmıştır. *E.coli* için ise Chromocult TBX agar besiyerine ekim yapılmış ve 44 °C'de 24 saat inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyon sonunda mavi-yeşil renkli koloniler sayılmıştır.

İstatistiksel analizler

İstatistiksel analizler SPSS (Version 16.0, Chicago, IL, U.S.A.) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde DUNCAN çoklu karşılaştırma testi tek yönlü Anova uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Koyun ve inek sütlerine ait bileşimler Tablo 1’de gösterilmiştir. Koyun sütü toplam kuru madde, yağ, protein, kül, titrasyon asitliği değerleri inek sütünden yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Laktoz ve pH değerlerinin ise aynı olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$). Sütün bileşimi hayvanın cinsine, ırka, mevsime, besleme ve yönetim koşullarına, çevresel koşullara, bölgeye ve laktasyon dönemine göre değişiklik gösterebilmektedir (Haenlein, 2001; Pulina et al., 2006). Koyun ve inek sütlerinin *E.coli*

sayısının sırasıyla 4.67 log kob/g ve 5.22 log kob/g, Koliform bakteri sayısının ise 5.99 log kob/g ve 6.05 log kob/g arasında olduğu saptanmıştır. İnek sütüne ait *E.coli* sayısının koyun sütünden yüksek ($P<0.05$), Koliform bakteri sayılarının ise istatistiksel olarak aynı olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Tebliği’ne (2019/12) göre koyun ve inek sütlerinin protein, yağsız kuru madde, süt yağı, asitlik değeri sırasıyla en az %3.1, %2.8; %10.0, %8.5; %6.0, %3.4; %0.16-%0.35; %0.135-%0.20 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2019b). Bu çalışmada kullanılan koyun ve inek sütüne ait fizikokimyasal özelliklerin önceki çalışmalar ve kodekse uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çiğ sütün sınıflandırılmasına ait tebliğde (2019/64), çiğ inek sütünün bileşimindeki yağ ve protein oranının A sınıfı kategorisi için sırasıyla en az %3.10 ve %3.50 olması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmada kullanılan çiğ inek sütü A sınıf kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir (Anonim, 2019a).

Çizelge 1. Koyun ve inek sütü bileşimleri

Table 1. Sheep and cow milk compositions

Analizler Analyzes	Koyun Sheep	İnek Cow
Kurumadde (g 100g ⁻¹) Dry matter (g 100g ⁻¹)	17.69±0.19 ^a	12.27±0.06 ^b
Yağ oranı (g 100g ⁻¹) Fat content (g 100g ⁻¹)	6.95±0.05 ^a	3.65±0.03 ^b
Protein (g 100g ⁻¹) Protein (g 100g ⁻¹)	5.24±0.01 ^a	3.30±0.02 ^b
Laktoz (g 100g ⁻¹)* Lactose (g 100g ⁻¹)*	4.62±0.21 ^a	4.61±0.01 ^a
Kül (g 100g ⁻¹) Ash (g 100g ⁻¹)	0.88±0.02 ^a	0.72±0.02 ^b
pH pH	6.72±0.02 ^a	6.62±0.04 ^a
Titrasyon asitliği (% laktik asit) Titratable acidity (lactic acid %)	0.21±0.00 ^a	0.17±0.00 ^b
<i>Escherichia coli</i> (log kob g ⁻¹) <i>Escherichia coli</i> (log cfu ⁻¹)	4.67±0.02 ^b	5.22±0.01 ^a
Koliform bakteri (log kob g ⁻¹) <i>Coliform bacteria</i> (log cfu g ⁻¹)	5.99±0.10 ^a	6.05±0.02 ^a

^{a-b}Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

*Farka göre bulunmuştur.

Koyun ve inek türlerine ait bir çalışmada sütlerin sırasıyla yağ oranı %5.95, %3.45, toplam kuru madde %17.06, %12.61, laktoz %4.71, %4.79, kül %0.84, %0.65 olduğu tespit edilmiştir (Atasoy, 2008). Diyarbakır’da satışa sunulan çiğ koyun sütleri üzerine yapılan çalışmada minimum maksimum yağ oranları %4.42-%15,93, yağsız kurumadde %9.49-%16.29, protein %3.66-%7.11,

laktoz %3.47-%8.92, pH 6.30-6.90 arasında belirlenmiştir (Çelik, 2008). Yoğurt üretiminde çiğ inek sütü kullanılarak yapılan çalışmada kurumadde %10.40, yağ %4.63, protein %4.25 ve laktoz %5.40 olarak belirlenmiştir (Karakuş ve ark., 2019). Koyun ve inek sütü kullanılarak kefir üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada koyun ve inek çiğ sütlerinin sırasıyla kurumadde %17.63,

%11.55; yağ %6.65, %2.67; protein %5.49, %2.93; titrasyon asitliği (%L.A.) %0.22, %0.15 olduğu tespit edilmiştir (Arda, 2020). Bu çalışmada kullanılan çiğ süt bileşimlerinin yapılan diğer çalışmalarla paralel olduğu saptanmıştır (Atasoy, 2008; Çelik, 2008; Arda, 2020; Karakuş ve ark., 2019). Çiğ koyun sütü üzerine yapılan çalışmada Koliform bakteri sayısı 1.78 log kob/g, 6.72 log kob/g, *E.coli* sayısı 1.00 log kob/g, 6.91 log kob/g olarak belirlenmiştir (Çelik, 2008). Çalışmada kullanılan çiğ sütlere ait mikrobiyolojik kriterlerin yapılan diğer çalışmalarla paralel olduğu gözlemlenmiştir (Çelik, 2008). Koyun ve inek sütlerinden üretilen yoğurtların özellikleri Tablo 2.'de sunulmuştur. İnek yoğurtlarının toplam kuru madde, yağ ve titrasyon

asitliği değerlerinin koyun yoğurdundan düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). pH değerinin ise istatistiksel olarak aynı olduğu saptanmıştır ($P>0.05$). Ayrıca çalışmada kullanılan yoğurtlarda *E.coli* ve Koliform bakteri grubuna rastlanmamıştır. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre süt proteini en az %3 ve titrasyon asitliği en az 0.6 en fazla 0.15 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2009). Türk Gıda Kodeksi yoğurt mikrobiyolojik kriterleri için limit *E.coli* <3 kob g-ml⁻¹, Koliform bakteri 9 kob g-ml⁻¹ olması gerekmektedir (Anonim, 2011). Çalışmada kullanılan koyun ve inek sütlerine ait fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerin tebliğe uygun olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Koyun ve inek sütlerinden üretilen yoğurtların özellikleri

Table 2. Properties of yoghurts produced from sheep's and cow's milk

Analizler Analyzes	Koyun Sheep	İnek Cow
Kurumadde (g 100g ⁻¹) Dry matter (g 100g ⁻¹)	18.00±0.26 ^a	12.65±0.08 ^b
Yağ (g 100g ⁻¹) Fat (g 100g ⁻¹)	6.96±0.15 ^a	3.64±0.10 ^b
pH pH	4.03±0.02 ^a	4.00±0.03 ^a
Titrasyon asitliği (% laktik asit) Titratable acidity (lactic acid %)	2.33±0.05 ^a	1.33±0.00 ^b
Escherichia coli (log kob g ⁻¹) Escherichia coli (log cfu g ⁻¹)	<1	<1
Koliform bakteri (log kob g ⁻¹) Coliform bacteria (log cfu g ⁻¹)	<1	<1

^{a-b}Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Koyun ve inek sütünden yapılan yoğurtların sırasıyla toplam kurumadde %18.66, %12.25, yağ %5.78, %3.50, pH 4.67, 4.56 ve titrasyon asitliği %0.94, %0.70 olarak bulunmuştur (Vianne et al., 2017). Başka bir çalışmada koyun ve inek yoğurtlarının kurumadde, yağ, pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla %18.59, %12.12; %6.66, %3.91; 4.16, 4.05 ve %1.52, %1.01 olarak belirlenmiştir (Erkaya ve Şengül, 2012). Araştırmada elde edilen yoğurt değerleri daha önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Vianne et al., 2017; Erkaya ve Şengül, 2012).

Koyun ve inek sütlerinden elde edilen çiğ krema, olgunlaştırılmış ve pastörize edilmiş kremaya ait

kurumadde, yağ, pH, titrasyon asitliği, *E.coli* ve Koliform bakteri değerleri Şekil 4.'te gösterilmiştir. En yüksek kurumadde ve yağ değerleri koyun pastörize kremasında, en düşük kurumadde ve yağ değeri ise inek olgunlaştırılmış kremada saptanmıştır. pH en yüksek çiğ koyun kremasında, en düşük olgunlaştırılmış inek kremasında belirlenmiştir. Titrasyon asitliği değerleri incelendiğinde ise en düşük değer koyun çiğ kremasında, en yüksek değer ise koyun olgunlaştırılmış kremada tespit edilmiştir. Süt türünün kuru madde ve yağ, krema faktörünün ise pH, titrasyon asitliği üzerine etkili olduğu saptanmıştır ($P<0.001$).

Çizelge 3. Koyun ve inek sütünden üretilen kremlerin fizikokimyasal özellikleri

Table 3. Physicochemical properties of creams produced from sheep's and cow's milk

Analizler Analyzes	Çiğ Krema Raw cream		Olgunlaştırılmış Krema Ripening cream		Pastörize Krema Pasteurized cream		ST M T	KF CF
	Koyun Sheep	İnek Cow	Koyun Sheep	İnek Cow	Koyun Sheep	İnek Cow		
Kurumadde (g 100 g ⁻¹) Dry matter (g 100 g ⁻¹)	48.53±0.05 ^b	43.27±0.18 ^d	48.29±0.2 1 ^b	42.65±0.20 ^e	52.20±0.14 ^a	44.22±0.10 ^c	***	ns
Yağ oranı (g 100 g ⁻¹) Fat content (g 100 g ⁻¹)	37.35±0.25 ^a	36.40±0.20 ^b	37.35±0.2 5 ^a	36.40±0.20 ^b	37.60±0.20 ^a	36.55±0.10 ^b	***	ns
pH pH	6.63±0.07 ^a	6.58±0.05 ^a	5.33±0.03 ^b	5.30±0.02 ^b	5.32±0.04 ^b	5.31±0.01 ^b	ns	***
Titrasyon asitliği (% laktik asit) Titratable acidity (lactic acid %)	0.15±0.01 ^e	0.25±0.00 ^d	0.57±0.01 ^a	0.50±0.00 ^b	0.47±0.00 ^c	0.45±0.01 ^c	ns	***
<i>E.coli</i> (log kob g ⁻¹) <i>E.coli</i> (log cfu g ⁻¹)	4.24±0.16 ^b	5.64±0.23 ^a	4.73±0.13 ^b	6.05±0.18 ^a	<1 ^c	<1 ^c	ns	***
Koliform bakteri (log kob g ⁻¹) Coliform bacteria (log cfu g ⁻¹)	5.21±0.21 ^{bc}	5.56±0.21 ^c	6.07±0.19 ^a b	6.32±0.06 ^a	<1 ^d	<1 ^d	ns	***

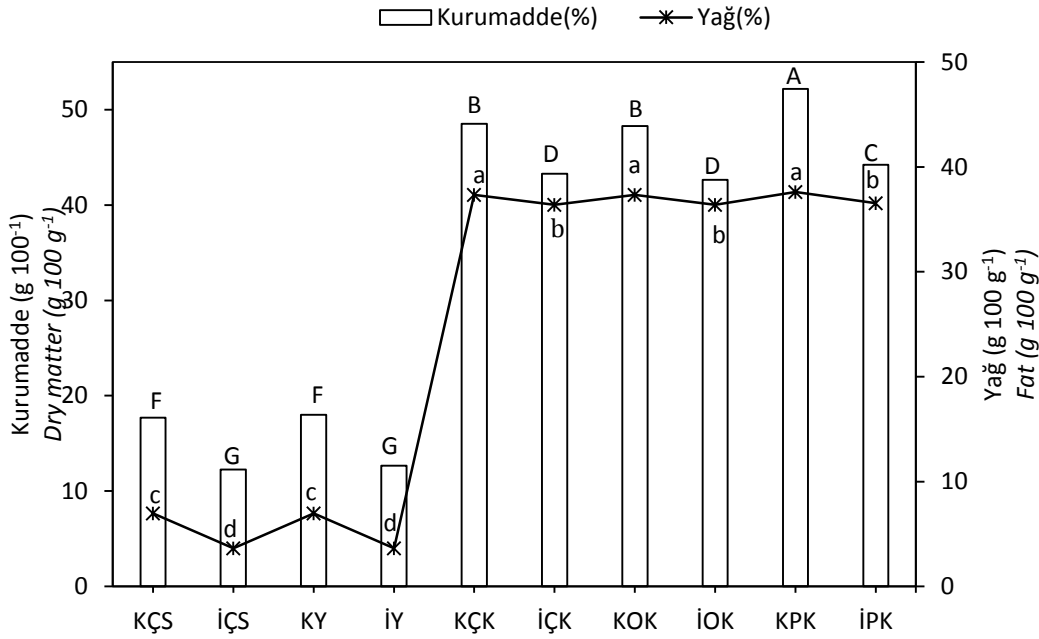
^{a-b}Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05); *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001 düzeyinde önem; ST: Süt türü (Koyun ve inek); KF: Krema Faktörü (çiğ, olgunlaştırılmış ve pastörize krema); MT: milk type; CF: cream factor; ns: önemsiz.

Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği'ne göre kremler süt yağı oranına göre üç gruba ayrılmıştır. 'Az yağlı krema' süt yağı oranı en az %10, 'Krema' süt yağı oranı en az %18, 'Tam yağlı krema' ise süt yağı oranı en az %45 olan krema olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2003). Tebliğe göre bu çalışmada kullanılan krema içerdiği süt yağı oranına göre 'krema' kategorisinde yer almaktadır. Ayrıca tebliğde titrasyon asitliği değerinin laktik asit cinsinden %0.225'ten fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2003). Koyun çiğ kremasının titrasyon asitliği değerinin tebliğe uyduğu, inek çiğ kremasının ise tebliğde belirtilen değerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

E.coli ve Koliform bakteri sayıları incelendiğinde en düşük *E.coli* ve Koliform bakteri sayıları pastörize kremlerde (<1), en yüksek inek olgunlaştırılmış kremada olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). *E.coli* ve Koliform bakteri sayıları üzerine süt türü etkisiz (P>0.05), krema faktörü etkili

olmuştur (P<0.001). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde pastörize krema için belirlenen *E.coli* limit değeri <3 kob g·ml⁻¹ olarak belirlenmiştir (Anonim, 2011). Pastörize kremlerin mikrobiyolojik kriterlerinin tebliğe uygun olduğu görülmüştür.

Süt, yoğurt ve kremlara ait kuru madde ve yağ değerleri Şekil 2. 'de gösterilmiştir. Buna göre en yüksek kuru madde ve yağ değerleri koyun sütü pastörize kremada (KPK), en düşük değer ise inek çiğ sütünde (İÇS) tespit edilmiştir (P<0.05). Kremlerin kuru madde ve yağ değerlerinin süt ve yoğurtlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun; kremlerin yağ oranının %37±2 olarak standardize edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Süt ve yoğurdun kuru madde ve yağ değerlerinin aynı olduğu saptanmıştır (P>0.05). Bunun nedeninin sütün yoğurda işlenmesinde bileşim açısından değişim olmamasından ileri geldiği tahmin edilmektedir.



Şekil 2. Örneklere ait kurumadde ve yağ değerleri

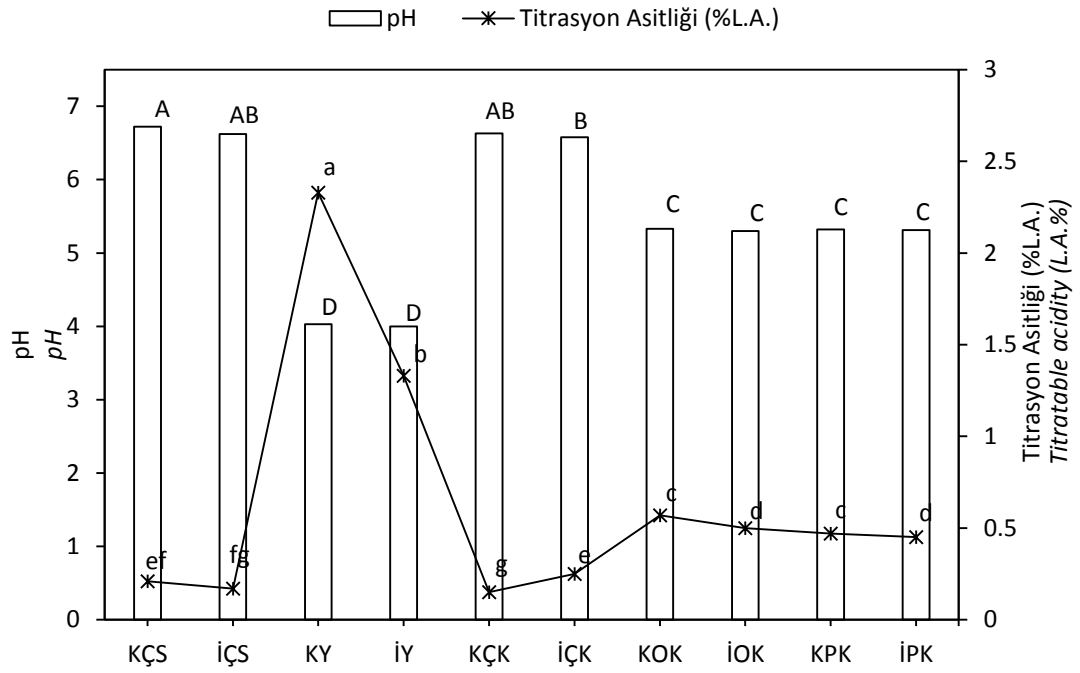
Figure 2. Dry matter and oil values of the samples

Grafikte gösterilen büyük harfler kurumadde değerleri, küçük harfler ise yağ değerleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P < 0.05$). KÇS: Koyun çiğ süt; İÇS: İnek çiğ süt; KY: Koyun yoğurt; İY: İnek yoğurt; KÇK: Koyun çiğ krema; İÇK: İnek çiğ krema; KOK: Koyun olgunlaştırılmış krema; İOK: İnek olgunlaştırılmış krema; KPK: Koyun pastörize krema; İPK: İnek pastörize krema.

Bu çalışmada analiz edilen örneklere ait pH ve titrasyon asitliği değerleri Şekil 3.'te gösterilmiştir. En yüksek pH değeri koyun çiğ sütünde (KÇS), en düşük pH değerleri ise koyun ve inek yoğurtlarında (KY ve İY) gözlemlenmiştir ($P < 0.05$). Sütlerden yoğurt üretimi aşamasında pH değerinde düşme, titrasyon asitliğinde artma görülmüştür. Bu durumun starter bakterilerin aktivitesine ve laktozun laktik asit bakterileri tarafından fermentasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir (Tamime and Robinson, 1999). Koyun sütü sahip olduğu yüksek protein, mineral madde ve yüksek tamponlama kapasitesi nedeniyle daha fazla asit üretebilme yeteneğine sahiptir. Bu durumun koyun yoğurdu asitliğinin yüksek olmasına neden olduğu düşünülmektedir (Atasoy, 2008; Urbach 1995).

İnek çiğ kremasının titrasyon asitliği değeri koyun kremasından daha yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). Bu durum koyun sütünün sahip olduğu

yüksek mineral ve protein içeriğine bağlı tamponlama özelliğinden ileri geldiği tahmin edilmektedir. Sağımdan sonra koyun sütü sahip olduğu yüksek tamponlama kapasitesi sayesinde asitlik gelişimine karşı daha dirençlidir (Luquet, 1985). Koyun sütünün doğal asitliği diğer türlere nazaran daha yüksek olup sonradan gelişen asitlik yavaş gelişmektedir (Metin, 2017). Kremanın olgunlaştırılması daha iyi yayıklanabilme, tereyağının raf ömrünün uzatılması ve istenen tat-aromaya sahip olmak için yapılmaktadır. Laktik asit bakterileri tarafından laktozun fermentasyonu ile olgunlaştırma gerçekleştirilmektedir (Oysun ve Gönç, 1993). Olgunlaştırılmış kremaların pH: 4.5-5.4 aralığında olduğu bildirilmiştir (Atamer, 2016). Çiğ kremaların doğal yollarla olgunlaştırılması aşamasında pH değerinde düşüş, titrasyon asitliği değerinde artış gözlemlenmiştir. Pastörizasyon aşamasından sonra pH ve titrasyon asitliği değerlerinin değişmediği tespit edilmiştir ($P > 0.05$).



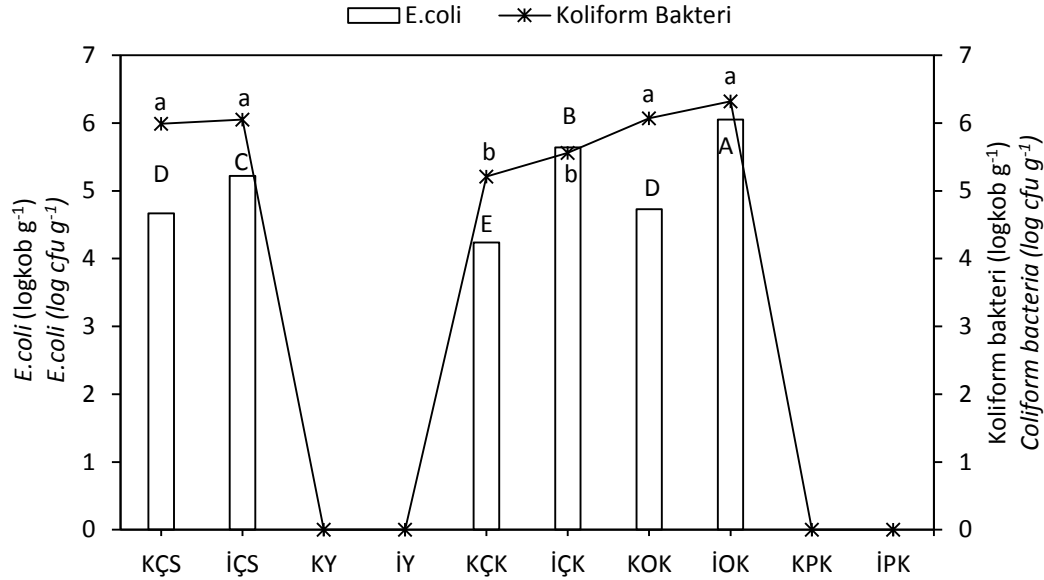
Şekil 3. Örneklerle ait pH ve titrasyon asitliği değerleri

Figure 3. pH and titratable acidity values of the samples

Grafikte gösterilen büyük harfler pH değerleri, küçük harfler ise titrasyon asitliği değerleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P < 0.05$). KÇS: Koyun çiğ süt; İÇS: İnek çiğ süt; KY: Koyun yoğurt; İY: İnek yoğurt; KÇK: Koyun çiğ krema; İÇK: İnek çiğ krema; KOK: Koyun olgunlaştırılmış krema; İOK: İnek olgunlaştırılmış krema; KPK: Koyun pastörize krema; İPK: İnek pastörize krem.

Üretimde kullanılan tüm örneklerle ait mikrobiyolojik ekim sonuçları Şekil 3.'te gösterilmiştir. En yüksek *E.coli* ve Koliform bakteri değerleri İOK'da tespit edilmiştir. KY, İY, KPK ve İPK'da *E.coli* ve Koliform bakteriye rastlanmamıştır ($P > 0.05$). Çiğ sütlerde *E.coli* ve Koliform grubu bakterilerin inek sütlerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çiğ kremaların olgunlaştırılması ile mikroorganizma aktiviteleri devam ettiği için *E.coli* ve Koliform bakteri sayılarında artış saptanmıştır. Çiğ sütlere ve olgunlaştırılmış kremalara ısı işlem uygulanarak elde edilen yoğurtlarda ve pastörize kremalarda *E.coli* ve Koliform bakteriler inaktif hale getirilmiştir. Çiğ süt patojen ve birçok zararlı mikroorganizma için besleyici bir ortama sahiptir. Bu yüzden birçok

bakteri gelişebilmekte ve çoğalabilmektedir. Çiğ sütte çok sayıda gram pozitif ve negatif bakteriler, patojenler, bozulma yapan bakteriler ve hayvan hastalığına neden olan mikroorganizmalar bulunmaktadır (Villamiel and de Jong, 2000). Sütte patojen ve Koliform bakterilerin tespiti hayvanın memesinden, beslenmeden, sağım kaplarından, hijyenik olmayan koşullardan kaynaklı kontaminasyonun bir göstergesidir (Altalhi and Hassan, 2009). Pastörize edilmemiş kremalarda *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Brucella abortus* canlılıklarını sürdürürler ve tereyağına nüfuz ederler. Bu yüzden kremaların pastörize edilerek bu mikroorganizmaların yok edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Budhkar et al., 2014).



Şekil 4: Örneklerle ait mikrobiyolojik özellikler

Figure 4. Microbiological properties of the samples

Grafikte gösterilen büyük harfler *E.coli* değerleri, küçük harfler ise Koliform bakteri değerleri arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($P < 0.05$). KÇS: Koyun çiğ süt; İÇS: İnek çiğ süt; KY: Koyun yoğurt; İY: İnek yoğurt; KÇK: Koyun çiğ krema; İÇK: İnek çiğ krema; KOK: Koyun olgunlaştırılmış krema; İOK: İnek olgunlaştırılmış krema; KPK: Koyun pastörize krema; İPK: İnek pastörize krema.

Sonuçlar

Yapılan çalışmada kullanılan süt, yoğurt ve kremaların fiziksel ve mikrobiyolojik yönden incelemesi yapılmıştır. Araştırmada kullanılan çiğ koyun ve inek sütlerinin A sınıfı kategorisinde yer aldığı belirlenmiştir. Çiğ süt, yoğurt ve kremaların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik olarak Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda sadeyağ üretiminde kullanılan yoğurtların ve pastörize kremanın gıda güvenliği kriterlerini sağladığı tespit edilmiştir.

Ekler

Bu çalışma, Mehmet Şükrü KARAKUŞ'un Doktora Tezinin bir kısmından yararlanarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmayı 19247 nolu proje ile destekleyen Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar (HÜBAP) Birimi'ne teşekkür ederiz.

Bu çalışmayı 10001 nolu proje (GAP-URFA YAĞI) ile destekleyen Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

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

Yazar Katkısı: Ahmet Ferit Atasoy araştırmanın tasarlanmasında, Mehmet Şükrü Karakuş, Zahide Polat ve Sevda Kamacı üretimin gerçekleştirilmesi ve deneysel çalışmaların yürütülmesinde, Mehmet Şükrü Karakuş verilerin analiz edilmesinde ve makale yazımında katkıda bulunmuşlardır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

Kaynaklar

- Ali, A. A. & Fischer, R. M. (2005). Implementation of HACCP to bulk cream and butter production line. *Food Reviews International*, 21(2), 189-210. <https://doi.org/10.1080/FRI-200051878>.
- Altalhi, A. D., & Hassan, S. A. (2009). Bacterial quality of raw milk investigated by Escherichia coli and isolates analysis for specific virulence-gene markers. *Food Control*, 20(10), 913-917. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.01.05>.
- Anonim (2003). Türk Gıda Kodeksi Krema ve Kaymak Tebliği 2003/34. Retrieved from: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2003/09/20_030927.htm#7. Erişim tarihi:17.08.2021.
- Anonim (2005). Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği 2005/19. Retrieved from:

- <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/04/20050412-11.htm>. Erişim tarihi:17.08.2021.
- Anonim (2009). Fermente Süt Ürünleri Tebliği 2009/25. Retrieved from: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm>. Erişim tarihi: 17.08.2021.
- Anonim (2018). *Şanlıurfa Sadeyağı (Urfa Yağı)*. Retrieved from: <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/geographicalRegisteredList/>. Erişim tarihi: 17.08.2021.
- Anonim (2019a). Çiğ inek sütünün sınıflandırılmasına ilişkin tebliğ 2019/64. Retrieved from: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/01/20200125-41.htm>. Erişim tarihi: 17.08.2021.
- Anonim (2019b). İçme Sütleri Tebliği 2019/12. Retrieved from: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190227-5.htm>. Erişim tarihi: 17.08.2021.
- Arda, B. (2020). *İnek ve Koyun sütünden dane veya kültür kullanılarak üretilen kefirlerin yağ asidi profili*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi. İzmir, 83s.
- Atamer, M. (2016). *Tereyağı Teknolojisi*. Sidas Medya, İzmir.
- Atasoy, A. F. (2008). Evaluation of pH change kinetics during different stages of Kashar cheese production from bovine, ovine and caprine milk. *Journal of food processing preservation*, 32(3), 416-428. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00187.x>.
- Budhkar, Y., Bankar, S., & Singhal, R. (2014). Milk and milk products: microbiology of cream and butter. In *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (pp. 728-737). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00221-4>.
- Çelik, M. N. (2018). Diyarbakır Bölgesinde satışa sunulan çiğ koyun sütlerinin mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve organoleptik özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 48s.
- Erkaya, T., & Şengül, M. (2012). A Comparative Study on Some Quality Properties and Mineral Contents of Yoghurts Produced From Different Type of Milks. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(2). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5498>.
- Haenlein, G. (2001). Past, present, and future perspectives of small ruminant dairy research. *Journal of dairy science*, 84(9), 2097-2115. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74655-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74655-3).
- Halkman, A. K. (2005). *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. MERCK.
- Karakuş, M. Ş., Kırmacı, H. A., & Atasoy, A. F. (2019). Stevia Özü İlavesinin Çilek Aromalı *Acidophilus-Bifidus* Yoğurtların Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(2), 59-68.
- Metin, M. (2017). *Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Oysun, G., & Göncü, S. (1993). Tereyağına İşlenecek Kremaya Uygulanacak İşlemler. *Gıda*, 18(5), 333-338.
- Paçacı, G. (2019). *Dünya'da ve Türkiye'de iklim değişikliği kaynaklı Gıda Güvenliği sorunu*. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 137s.
- Pulina, G., Nudda, A., Battaccone, G., & Cannas, A. J. (2006). Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Science Technology*, 131(3-4), 255-291. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.05.023>
- Şanlıdere Aloğlu, H. (2018). *Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri*. Sidas Yayınları, İzmir.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt: science and technology*. Woodhead Publishing.
- Urbach, G. (1995). Contribution of lactic acid bacteria to flavour compound formation in dairy products. *International Dairy Journal*, 5(8), 877-903. [https://doi.org/10.1016/0958-6946\(95\)00037-2](https://doi.org/10.1016/0958-6946(95)00037-2)
- Van Schothorst, M., & Kleiss, T. (1994). HACCP in the dairy industry. *Food Control*, 5(3), 162-166. [https://doi.org/10.1016/0956-7135\(94\)90076-0](https://doi.org/10.1016/0956-7135(94)90076-0)
- Vianna, F. S., Canto, A. C., da Costa-Lima, B. R., Salim, A. P. A., Costa, M. P., Balthazar, C. F., Oliveira, B. R., Rachid, R. P., Franco, R. M., & Conte-Junior, C. A. (2017). Development of new probiotic yoghurt with a mixture of cow and sheep milk: effects on physicochemical, textural and sensory analysis. *Small Ruminant Research*, 149, 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.02.013>
- Villamiel, M., & de Jong, P. J. (2000). Inactivation of *Pseudomonas fluorescens* and *Streptococcus thermophilus* in Trypticase® Soy Broth and total bacteria in milk by continuous-flow ultrasonic treatment and conventional heating. *Journal of food engineering*, 45(3), 171-179. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00059-5)
- Yıldız Akgül, F., Atasoy, A. F., & Yetişemiyen, A. (2018). *Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri*. Sidas Yayınları, İzmir.
- Yokuş, D., Karakuş, M. Ş., & Atasoy, A. F. (2019). Koyun ve inek sütlerinden üretilen Şanlıurfa Sadeyağlarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(4), 463-476. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.538220>



A new source of omega-3 and gamma tocopherol: Fig (*Ficus carica* L.) seed oil

Yeni bir omega-3 ve gama tokoferol kaynağı: İncir (*Ficus carica* L.) çekirdeği yağı

Sultan TARLACI^{1*} 

^{1*}Üsküdar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, NP İstanbul Beyin hastanesi, İstanbul

¹<https://orcid.org/0000-0001-7634-1467>

To cite this article:

Tarlacı, S. (2021). A new source of omega-3 and gamma tocopherol: fig (*Ficus carica* L.) seed oil. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4):

*Address for Correspondence:
Sultan TARLACI
e-mail:
tarlacisultan@gmail.com

Received Date:
06.10.2020
Accepted Date:
25.11.2021

© 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

Essential fatty acids are oils which cannot be synthesized in the human body and which must be acquired from elsewhere. The omega-3 family is a wide group, the most important and commonest of which are alpha-linoleic acid, stearidonic acid, eicosatetraenoic acid, eicosapentaenoic acid, and docosahexaenoic acid. On the other side, vitamin E is one of the most important antioxidants in humans. Vitamin E forms two main families, alpha, beta, gamma and delta tocopherol, and tocotrienol. For this study, fig seeds separated and oils obtained by cold press from the seeds of *Ficus carica* has been analyzed. Obtained oil acid content was analyzed by the gas chromatography with flame-ionization detection method. The High-Performance Chromatography Fluorescence Detector (HPLC-FLD) method was used to measure levels of vitamin E tocopherol. According to the results of the analysis, *Ficus carica* seed oil was seen to be rich in linolenic acid (omega-3, 40,25%), linoleic acid (omega-6, 31,28%), and oleic acid (omega-9, 17,0%) and it contained smaller amounts of palmitic acid, and other oils in trace amounts. Aflatoxin was not detected in the obtained seed oil. *Ficus carica* seed oil was found to have a high content of gamma tocopherol proportion (4090,70 ± 383,30 mg/kg) is compared with that of other edible oil sources.

Key Words: Omega-3, Vitamin E, Essential fatty acids, Gamma tocopherol, Fig seeds oil, *Ficus carica*

ÖZ

Esansiyel yağ asitleri normalde insan bedeninde sentezlenemezler ve dışarıdan alınmaları zorunludur. Omega-3 ailesi geniş bir gruptur ve en önemli ve en yaygın olanları alfa linoleik asit, stearidonik asit, eikosatetraenoik asit, eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asittir. Vitamin E insanlarda en önemli antioksidandır ve yağların peroksidasyonu etki mekanizmasıdır. Vitamin E formları alfa, beta, gamma ve delta tokoferol ile tokotrienol olarak iki temel ailedir. Bu araştırma için, *Ficus carica*'nın çekirdeklerinden soğuk sıkım yolu ile yağ içeriği elde edildi. Elde edilen yağ içeriği alev-iyonizasyon metodu kullanılarak ile gaz kromatografisi ile analiz edildi ve aynı zamanda vitamin E oranları ölçüldü ve bunun için HPLC-FLC metodu kullanıldı. Analiz sonuçlarına göre, *Ficus carica* çekirdek yağı linolenik asit (omega-3, %40,2), linoleik asit (omega-6, %31,2) ve oleik asitten (omega-9, %17,0) zengindir ve az miktarda palmitik asit (%7,3), eser miktarda diğer yağları içermektedir. Aynı zamanda *Ficus carica* çekirdek yağında yüksek oranda, 100 g'da 391 mg gama tokoferol bulundu ve elde edilen ürünün aflatoksin içermediği tespit edildi. Analizde ortaya çıkan bu içerikler göz önüne alındığında, diğer yenilebilir yağlarla karşılaştırıldığında, *Ficus carica* çekirdek yağı yüksek oranda gama tokoferol ve omega-3 içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Omega-3, Vitamin E, Esansiyel yağ asitleri, Gama tokoferol, İncir çekirdeği yağı, *Ficus carica*

Introduction

Essential fatty acids are oils which cannot be synthesized in the body and which must be acquired from elsewhere. In humans, only two fatty acids are essential: alpha linolenic acid (ALA) and linoleic acid (LA) (Whitney and Rolfes, 2008). ALA is an omega-3 fatty acid and LA is an omega-6 fatty acid. Some other fatty acids are accepted as essential in conditions of development or illness, for example DHA (docosahexaenoic acid) and gamma-linolenic acid

The omega-3 family is a wide group, the most important and commonest of which are alpha-linolenic acid (18:3), stearidonic acid (18:4), eicosatetraenoic acid (20:4), eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5), and docosahexaenoic acid (DHA, 22:6). Omega-6 fats are hard and dense. According to some researchers, what is important is not how much omega-3 we eat, but how much we eat in comparison to our consumption of omega-6 (Simopoulos, 2002). Saturated omega-6 oils, unlike omega-3, are pro-inflammatory. Omega-6 oils lead the formation of prostaglandin, leukotriene and cytokines. These substances cause inflammation on the body or in the brain (Simopoulos, 2010).

Vitamin E is an important antioxidant which is soluble in oil and has important antioxidant functions in lipoproteins especially in cell membranes. Vitamin E is one of the most important antioxidants in humans, and its effect mechanism is lipid peroxidation. Lipid peroxidation is particularly widespread in cell and organelle membranes, in lipoproteins, in fatty tissue, in the brain and in other tissues where polyunsaturated fatty acids are plentiful (Sydenham et al., 2012). The vitamin E family consists of seven molecules which are different but related to each other. Vitamin E forms two main families, alpha, beta, gamma and delta tocopherol, and tocotrienol (Nada, 2011). The pharmacological, phytochemical and antioxidant properties of ficus carica, fig seed oil have been demonstrated by various studies in the world (Joseph, 2011; Mawa, 2013; Badgujar, 2014) and

in the Turkey (Güven, 2019). It has been found to be very rich in essential fatty acids and vitamin E. The aim of this study is to make an additional contribution to this literature from our country sample.

Materials and Methods

Because fig seeds are very small, it is not possible to benefit from their nutrient content by chewing or eating them. They generally pass through the body and are passed out without digestion. Seeds of the species *Ficus carica* (common fig), which is the species grown in the Aegean region, contain fruit or other material. As far as we know, the seeds of *Ficus carica* have not been isolated and the oil obtained from them has not previously been analyzed. In this study, fresh figs grown in three different locations (Aegean region, Incirliova, Kuyucak, Nazilli) were obtained. The method of obtaining fig seeds was the first to obtain oil from the seeds of *Ficus carica* in a pure form. First, dried figs are washed to remove dust and dirt. After removing moisture, the figs are reduced to pieces of less than 5 mm in size. The resulting material is left to soak. The seeds are then separated from the flesh by many washing, sedimentation and drying, and the separated seeds are allowed to dry naturally. The obtained fig seeds were stored at 4 °C until analysis. Oil from *Ficus carica* seeds was obtained by cold press method (KYP-10, Cold Pres) without heat process in environments not exceeding 30°C. During the research, approximately 24 kg of dried figs gives about 1 kg of seeds, and 1 kg of seeds provides 200 cc of seed oil.

The oil obtained by cold press from the seeds of *Ficus carica* has been analyzed at the Food Analysis Laboratories of the Drug Development and Pharmacokinetics Research and Application Center in Ege University. The High-Performance Chromatography Fluorescence Detector (HPLC-FLD) method was used to measure levels of vitamin E tocopherol. In this way, total vitamin E values and alpha, beta, gamma and delta tocopherol contents were measured by

fluorescent detector liquid chromatography. However, tocotriol levels were not measured in this study. Fatty acid content was analyzed by the Gas Chromatography with Flame-Ionization Detection (GC-FID) method. This is an important and well-established method of analyzing omega-3 and 6 fatty acids (Alinafiah, 2021). In addition, aflatoxin analysis was performed on the final product.

Results and Discussion

According to the results of the analysis, *Ficus carica* seed oil was seen to be rich in linolenic acid (C18:3), linoleic acid (C18:2), and oleic acid (C18:1). It contained smaller amounts of palmitic acid (C16:0), and other oils in trace amounts. These were caproic acid (C6:0), caprylic acid (C8:0), capric acid (C10:0), undecanoic acid (C11:0), lauric acid (C12:0), tridecanoic acid (C13:0), myristoleic acid (C14:1), cis-10-pentadecanoic acid (C15:1), cis-10-heptadecanoic acid (C17:1), arachidic acid (C20:0), heneicosanoic acid (C21:0), euric acid (C22:1n9), tricosanoic acid (C23:0), cis-13, 16, decosadienoic acid (C22:2), punicic acid, cis-5, 8, 11, 14, 17-eicosapentaenoic acid (EPA; C20:5n3), nervonic acid (C24:1), cis-4, 7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid (DHA; C22:6n3) and trans oleic acid.

With regard to vitamin E tocopherol content, *Ficus carica* seed oil was found to have a high content of gamma tocopherol at 391.89 ± 0.06 mg per 100 g. After gamma tocopherol, delta tocopherol (7.65 ± 0.02 mg/100 g) and alpha tocopherol (4.60 ± 0.01 mg/100 g) were found at the highest levels, but beta tocopherol was not found.

Seen from all these viewpoints, omega-3 sources are important. Mainly, oils obtained from various seeds may contain omega-3. Among these, omega-3 is found in small amounts in canola (rapeseed) oil (omega-6 / omega-3 in a proportion of 2.2), in soya oil (in a proportion of 7.5), and in trace amounts in corn and olive oils. Omega-3 is found in the highest proportions in linseed oil. Sesame, peanut, cottonseed,

sunflower and coconut oils do not contain omega-3 (Siger, 2008). According to the results, fig seed oil it is important to find new sources of omega-3.

Considering all these benefits, there is a need for new and accessible plant sources of omega-3 and its derivatives alongside that which is obtained from seafoods. In the analysis of *Ficus carica* seed oil, it is seen that in particular the fatty acids linolenic acid (omega-3, 40%), linoleic acid (omega-6, 31%), oleic acid (omega-9, 17%), and palmitic and stearic acids are dominant. The essential fatty acids linolenic and linoleic acid together constitute 70% of fig seed fatty acids.

Alpha linolenic acid (ALA) is an omega-3 fatty acid and one of the two essential fatty acids. It is said to be essential because it is necessary for health and it is not produced in the human body, and thus must be included in the diet. It is obtained from nuts and seeds such as walnut oil (10%), soya (8%), and linseed. Linoleic acid (LA) is a polyunsaturated omega-6 fatty acid. It is the other essential fatty acid, along with linolenic acid, and omega-3. It is used in the formation of arachidonic acid and some prostaglandins, leukotrienes (LTA, B, C), and thromboxane. It is found in the structure of cell membranes, and is obtained from many plant seeds such as linseed, sesame, sunflower, corn and soya oils.

Palmitic acid (PA) is the most widely found fatty acid in micro-organisms, plants, animals and humans. It is found in small amounts (7%) in fig seed oil. PA is also used in industry in soap and cosmetic products (WHO Technical Report Series, 2003). It has been added to some drugs to make them effective for longer (Hunter et al., 2009). Stearic acid (SA) is a saturated fatty acid. It is found in small amounts (3%) in fig seed oil. It is used in the manufacture of detergents, soaps, and cosmetic products such as shampoos and bath creams. Compared to other saturated fatty acids, SA lowers LDL cholesterol (Senyilmaz et al., 2015; Campbell, 2003).

High proportions of vitamin E and especially gamma tocopherol have been determined in the seed oil of *Ficus carica*. When this proportion is compared with that of other edible oil sources,

gamma tocopherol content at a clearly high proportion is seen (Table 1). However, a lot of research finding shown by both experimental and clinical research is that gamma tocopherol may be the most effective of the sub-types of vitamin E

(alpha, beta, and delta tocopherol) and also the increasing interest in gamma tocopherol (Hernandez et al., 2004; Campbell et al., 2003; Khanna et al., 2005).

Table 1. Tocopherol levels in various edible vegetable oils (Ong, 1993; Sheppard *et al.*, 1993) and our *Ficus carica L.* tocopherol results for comparison.

Oil type	Tocopherol, mg / 100 g				
	Alpha	Beta	Gamma	Delta	Total
<i>Ficus carica</i>	4.6	-	391.88	7.65	404.13
Canola	21.0	0.1	4.2	0.04	25.34
Castor oil	2.8	2.9	11.1	31.0	47.8
Coconut	0.5	-	-	0.6	1.1
Corn	11.2	5.0	60.2	1.8	78.2
Cottonseed	38.9	-	38.7	-	77.6
Olive	11.9	-	0.7	-	12.6
Palm	25.6	-	31.6	7.0	64.2
Peanut	13.0	21.4	2.1	-	36.5
Safflower	34.2	-	7.1	-	41.3
Sesame	13.6	-	29.0	-	42.6
Sunflower	48.7	-	5.1	0.8	54.6
Soya	7.5	1.5	79.7	26.6	115.3
Walnut	56.3	-	59.5	45.0	160.8

It has been determined in various experimental studies that gamma tocopherol has an anti-inflammatory effect by inhibiting cyclooxygenase-2 (COX-2), but that at the same dose alpha tocopherol has no effect (Ohrvall et al., 1996; Huang and Appel, 2003).

Conclusions

Fig seed oil (*Ficus carica*), contains both omega-3 and omega-6 unsaturated fatty acids in high proportions. At the same time, it has a high proportion of the gamma tocopherol form of vitamin E, the benefits of which have recently been understood, making it a very valuable and unequalled source. Analysis has shown it to contain a much higher proportion of gamma tocopherol than many other plant and seed sources.

Since the flesh of the figs is washed continuously and repeatedly with water and the seeds are obtained, possible aflatoxin accumulation is also washed. It can also be used to obtain oil in the kernels obtained from old figs that have waited and have increased possible aflatoxin. On the other hand, in the process of

obtaining the seeds, purification from fungi or toxins takes place due to continuous washing in water. Therefore, no aflatoxin was detected in the oil obtained. Figs that are economically outdated or contain high aflatoxin are generally destroyed. With this process, it will be possible to bring them into the economy as fig seed oil.

Obtaining omega-3 from a plant source, the oil of the seeds of figs rather than seafoods, brings with it some advantages in use. It is reliable from the point of view of the heavy metals that seafoods may contain. Rather than having a fishy smell, it smells more of cocoa, making it easier to use especially with children. This opens up a new use for figs which have spoiled or which have been discarded for culinary use but which do not contain aflatoxins.

The fact that fig seed oil is rich in omega-3 and gamma tocopherol will allow its use in cosmetic products and health industry. The fact that it is rich in gamma tocopherol and the positive effects of gamma tocopherol more than alpha on human health in recent years will open a new window of opportunity for Turkey, which has a weight in fig production.

Author Contributions: S.Tarlacı have designed the study, collected the data, executed the experiments and wrote the article.

Conflict of interests: The authors declare that for this article they have no actual, potential or perceived the conflict of interests.

References

- Alinafiah, S.A., Azlan, A., Ismail, A and Rashid, N.K. (2021). Method Development and Validation for Omega-3 Fatty Acids (DHA and EPA) in Fish Using Gas Chromatography with Flame Ionization Detection (GC-FID). *Molecules*, 26(21), 6592
- Badgular, S. B., Patel, V. V., and Bandivdekar, A. H. (2014). Traditional uses. Phytochemistry and Pharmacology of *Ficus carica*: A Review. *Pharmaceutical Biology*, 52 (11), 1487-503
- Campbell, S.E., Stone, W.L., Whaley, S.G., Qui, M., Krishnan, K. (2003). Gamma tocopherol upregulates peroxisome proliferator activated receptor (PPAR) gamma expression in SW 480 human colon cancer cell lines. *BMC Cancer*, 1, 3:25.
- Güven, N., Gökyer, A., Koç, A., Temiz, N.N. (2019). Physiochemical Composition of Fig Seed Oil from Turkey. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7, 541-545
- Hernandez, L.M., Wu, X., Lin, J., Radcliffe, J.D. (2004). Intake of vitamin E (2-R isomers of alpha-tocopherol) and gamma-tocopherol in a case-control study and bladder cancer risk. *Proc Amer Assoc Cancer Res*, 45,904.
- Huang, H.Y., Appel, L.J. (2003). Supplementation of diets with alpha-tocopherol reduces serum concentrations of gamma- and delta-tocopherol in humans. *J Nutr*, 133(10), 3137-40.
- Hunter, J.E., Zhang, J., Kris-Etherton, P.M. (2009). Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: A systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91 (1), 46–63.
- Joseph, B., and Raj, S. J. (2011). Pharmacognostic and Phytochemical Properties of *Ficus carica* Linn—An Overview. *International Journal of Pharm Tech Research*, 3, (1), 8-12.
- Khanna, S., Roy, S., Slivka, A., Craft, T.K., Chaki, S., Rink, C., Notestine, M.A., DeVries, A.C., Parinandi, N.L., Sen, C.K. (2005). Neuroprotective properties of the natural vitamin E α -tocotrienol. *Stroke*, 36, e144-e152.
- Kingsbury, K.J., Paul, S., Crossley, A., Morgan, D.M. (1961). The fatty acid composition of human depot fat. *Biochemical Journal*, 78, 541-550.
- Mawa, S., Husain, K., & Jantan, I. (2013). *Ficus carica* L.(Moraceae): phytochemistry, traditional uses and biological activities. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Article ID 974256
- Nada, A. (2011). In vitro and in vivo permeation of vitamin E and vitamin E acetate from cosmetic formulations. *Med Princ Pract*, 20, 509-13.
- NAL, The National Agricultural Library. ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2250 National Nutrient Database for Standard Reference. (accessed date: June 6, 2020)
- Ohrvall, M., Sundlöf, G., Vessby, B. (1996). Gamma, but not alpha, tocopherol levels in serum are reduced in coronary heart disease patients. *J Intern Med*, 239(2), 111-7.
- Qureshi, A.A., Bradlow, B.A., Brace, L., Manganello, J., Peterson, D.M., Pearce, B.C., Wright, J.J., Gapor, A., Elson, C.E. (1995). Response of hypercholesterolemic subjects to administration of tocotrienols. *Lipids*, 30(12), 1171-1177.
- Senyilmaz, D., Virtue, S., Xu, X., Tan, C.Y., Griffin, J.L., Miller, A.K., Vidal-Puig, A., Telemann, A.A. (2015). Regulation of mitochondrial morphology and function by stearylolation of TFR1. *Nature*, 525: 124-128.
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M., Lampart-Szczapa, E. (2008). The Content and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in Cold-Pressed Plant Oils. *Journal of Food Lipids*. 15 (2): 137–149.
- Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56(8), 365-79.
- Simopoulos, A.P. (2006). Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed Pharmacother*, 60(9), 502-7.
- Simopoulos, A.P. (2010). Genetic variants in the metabolism of omega-6 and omega-3 fatty acids: their role in the determination of nutritional requirements and chronic disease risk. *Exp Biol Med*, 235(7), 785-95.
- Singh, I., Carey, A.L., Watson, N., Febbraio, M.A., Hawley, J.A. (2008). Oxidative stress-induced insulin resistance in skeletal muscle cells is ameliorated by gamma-tocopherol treatment. *Eur J Nutr*, 47(7),387-92.
- Whitney, E., Rolfes, S.R. (2008). *Understanding Nutrition* (11th ed.). California: Thomson Wadsworth, p.154.
- WHO Technical Report Series, 916. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, World Health Organization, Geneva, 2003, p.88, Table 10.

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.

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>

ISSN: 2148-5003