



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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): 3
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, Ecophysiology, 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: 23.09.2021

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: 3

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Aziz KARAKAYA

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Ebru ŞENEL ÖZKAN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü

Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU

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

Prof. Dr. Hüseyin BOZKURT

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Kemal DOĞAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,

Prof. Dr. Rukiye TIPIRDAMAZ

Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Sevgi PAYDAŞ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Doç. Dr. Ahmet KINAY

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Arzu ÇELİK

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Fatih Mehmet YILMAZ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Fırat Ege KARAAT

Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Gökhan BORAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Keziban YAZICI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Muzaffer İPEK

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Ramazan İLGÜN

Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü

Doç. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ali CİNGÖZ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ayla Arslaner

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi FİRuze ERGİN

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Yasin Emre KİTİŞ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

<p>Investigation of vegetative growth, yield and fruit quality characteristics of 'Hafif Çukurgöbek' loquat cultivar grafted on different quince rootstocks</p> <p><i>Farklı ayva anaçları üzerine aşılı 'Hafif Çukurgöbek' yenidoğya çeşidinin vejetatif büyüme, verim ve meyve kalite özelliklerinin incelenmesi</i></p> <p>Sibel AKKUŞ, A. Aytekin POLAT</p>	<p>279-286</p>
<p>Determination of xylem water flow velocity of some Prunus shoots by dye infusion technique</p> <p><i>Boya infüzyon tekniği ile bazı Prunus sürgünlerinin ksilem su akış hızının belirlenmesi</i></p> <p>Servet ARAS</p>	<p>287-292</p>
<p>Investigation of the effect of non-uniform heat distribution of microwave on the mortality rate of some plants</p> <p><i>Mikrodalganın düzgün olmayan ısı dağılımının bazı bitkilerin ölüm oranlarına etkisinin araştırılması</i></p> <p>Hasan SAHİN</p>	<p>293-303</p>
<p>Adıyaman ilinde Septoria Leke Hastalığının [<i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm. Quaedvlieg & Crous)] çıkış zamanı üzerinde iklim faktörlerinin etkisinin belirlenmesi</p> <p><i>Determination of the effects of climate factors on the emergence time of Septoria Spot Disease [<i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm. Quaedvlieg & Crous)] in Adıyaman province of Turkey</i></p> <p>Nevzat KILINÇ, Murat DİKİLİTAŞ, Ela TOHUMCU</p>	<p>304-314</p>
<p>Determination of morphogenetic variability in essential oil ratio and components of <i>Origanum syriacum</i> L. var. <i>bevanii</i> (Holmes) ietswaart</p> <p><i>Origanum syriacum</i> L. var. <i>bevanii</i> (Holmes) ietswaart. uçucu yağ oranı ve bileşenlerinde morfojenetik değişkenliğin belirlenmesi</p> <p>Abdulhabip ÖZEL, Fethullah TEKİN</p>	<p>315-325</p>
<p>Determination of the physiological and biochemical effects of humic acid application in strawberry plant grown under salt stress</p> <p><i>Tuz stresinde yetiştirilen çilek bitkisinde hümik asit uygulamasının fizyolojik ve biyokimyasal etkisinin belirlenmesi</i></p> <p>Sema KARAKAS, Murat DİKİLİTAS</p>	<p>326-335</p>

Tuz stresi ve bor toksisitesi koşulları altında yetişen soya bitkisine yapılan bakteri ve melatonin uygulamasının toprak mikrobiyal aktivitesine etkisi <i>Effect of bacteria and melatonin application on soil microbial activity on soybean plants grown under salt stress and boron toxicity conditions</i> Ali SARIOĞLU, Cengiz KAYA	336-348
Beç tavuğu etinin kimyasal ve yağ asidi kompozisyonu üzerine yetiştirme sistemi ve kesim yaşının etkisi <i>Effect of production system (intensive and free-range), and slaughter age on chemical and fatty acid composition of meat in guinea fowl</i> Mehmet Akif BOZ, Fatih ÖZ, Musa SARICA, Umut Sami YAMAK	349-361
Trabzon yöresinde yetişen Sibirya kivisi (<i>Actinidia arguta</i>) meyvesinin fenolik bileşiklerinin karakterizasyonu ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi <i>Determination of the phenolic compound profile, antioxidant capacity and antimicrobial activity of Siberian kiwifruit (<i>Actinidia arguta</i>) grown in Trabzon Region</i> Mustafa Remzi OTAĞ, Selin KALKAN, Mehmet Soner ENGİN	362-376
Keçiboynuzu unu (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) kullanımının eriştelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkisi <i>Effects of carob flour (<i>Ceratonia siliqua</i> L.) on physical, chemical and sensory properties of noodles</i> İlkay YILMAZ, Burçin Başarık ŞEN	377-389
Tavuk eti marinasyonunda ardıç (<i>Juniperus communis</i> L.) ekstraktı kullanımının etkilerinin araştırılması <i>Investigation of the effects of using juniper extract (<i>Juniperus communis</i> L.) in marination of chicken meat</i> Hülya Serpil KAVUŞAN, Burcu ÖZTÜRK KERİMOĞLU, Elnaz SHAREFİABADİ Meltem SERDAROĞLU	390-405
Şanlıurfa ilinde üretilen geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ve mevzuat açısından değerlendirilmesi <i>The microbiota of traditional yogurts produced in Şanlıurfa and evaluation of the yogurt in terms of legislation</i> Esra ÇETİN, Şerafettin ÇELİK	406-417

Investigation of vegetative growth, yield and fruit quality characteristics of 'Hafif Çukurgöbek' loquat cultivar grafted on different quince rootstocks

Farklı ayva anaçları üzerine aşılı 'Hafif Çukurgöbek' yenidoğruya çeşidinin vejetatif büyüme, verim ve meyve kalite özelliklerinin incelenmesi

Sibel AKKUŞ¹ , A. Aytekin POLAT^{2*} 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Antakya, 31034 Hatay, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-4783-6940>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5701-4767>

To cite this article:

Akkuş, S. & Polat, A.A. (2021). Investigation of vegetative growth, yield and fruit quality characteristics of 'Hafif Çukurgöbek' loquat cultivar grafted on different quince rootstocks. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 279-286.

DOI: 10.29050/harranziraat.910900

*Address for Correspondence:

A. Aytekin POLAT

e-mail:

aapolat@mku.edu.tr

Received Date:

06.04.2021

Accepted Date:

14.07.2021

© 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

'Hafif Çukurgöbek' loquat budded on three quince rootstock (BA-29, A, and C) were evaluated in 2018 and 2019 in Hatay, Turkey. Fruit ripening was the earliest in BA-29 rootstock in both years. The highest fruit weight was obtained from Quince-C rootstock and followed by BA-29 rootstock, and Quince-A rootstock. Quince-C rootstock yielded significantly higher values in terms of seed number, seed weight, and flesh/seed ratio. BA-29 and Quince-A rootstocks had similar values in terms of total soluble solids, while Quince-C rootstock had the lowest value. Differences between the rootstocks in terms of titratable total acidity and pH were not found to be statistically significant. Quince-C rootstock gave higher values in terms of annual shoot length, scion and rootstock diameter compared to Quince-A and BA-29 rootstocks. The differences between the rootstocks in terms of vegetative parameters were found to be statistically significant at 1% level. Our preliminary data indicate that dwarfing quince rootstocks can be used in intensive plantings of loquat. In this study, BA-29 and Quince C rootstock performed better than Quince-A. Considering yield and fruit quality based on total soluble solid, BA-29 rootstock seems the best choice.

Key Words: Loquat, Quince rootstocks, Fruit quality, Vegetative growth, Yield

ÖZ

Üç ayva anacına (BA-29, A ve C) aşılanmış Hafif Çukurgöbek yenidoğruya çeşidi, Hatay'da(Türkiye) 2018 ve 2019 yıllarında değerlendirilmiştir. Meyve olgunlaşması, her iki yılda da BA-29 anacında en erken olmuştur. En yüksek meyve ağırlığı Quince-C anacından elde edilmiş ve bunu BA-29 anacı ve Quince-A anaçları takip etmiştir. Tohum sayısı, tohum ağırlığı ve et / tohum oranı bakımından Quince-C anacı önemli ölçüde daha yüksek değerler vermiştir. Suda çözünebilir kuru madde bakımından BA-29 ve Quince-A anaçları benzer değerlere sahipken, Quince-C anacı en düşük değere sahip olmuştur. Titre edilebilir toplam asitlik ve pH açısından anaçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Quince-C anacı, Quince-A ve BA-29 anaçlarına göre yıllık sürgün uzunluğu, anaç ve kalem çapı açısından daha yüksek değerler vermiştir. Vejetatif parametreler açısından anaçlar arasındaki farklılıklar, istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ön verilerimiz, bodur ayva anaçlarının sık dikim yenidoğruya yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, BA-29 ve Quince C anaçları, Quince-A'dan daha iyi performans göstermiştir. Toplam çözünür kuru maddeye göre meyve kalitesi ve verim göz önüne alındığında, BA-29 anacı en iyi seçenek gibi görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenidoğruya, Ayva anaçları, Meyve kalitesi, Vejetatif büyüme, Verim

Introduction

World production of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) is about 565 thousand t. China is in first place with a production of 453.6 thousand t from 118,270 ha, followed by Spain, 41.4 thousand t from 3,230 ha, while Turkey ranks fourth with of 16 thousand t from 986 ha (Polat, 2018). Since loquat ripens before most fruit species demand and prices are high (Polat and Kaşka, 1991; Özçagıran et al., 2011).

Loquat trees are 5-10 m tall and form a large crown with high cultivation and harvesting costs. The most effective method of controlling plant height is the use of dwarfing rootstocks.

Dwarfed trees reduce costs of pruning, spraying, thinning and harvest and with high populations have high yields with excellent fruit quality (Polat et al., 2003, 2004). Quince, pyracantha and loquat seedling have been used as rootstocks (Ochse et al., 1961; Hızal et al., 1982). Quince rootstocks slow scion growth reducing tree size by 20 to 25% as compared to loquat seedlings, increase earliness, and increase fruit quality and size (Demir, 1987; Polat and Kaşka, 1992a, b; Polat, 1995). Although quince rootstocks have dwarfing effect on loquat, the effects of quince rootstocks on the fruit yield and quality have not been evaluated on Turkish cultivars. The present study evaluated yield and quality of 'Hafif Çukurgöbek' loquat budded on Quince-A, Quince-C and BA 29 rootstocks. Here, the first results were presented.

Material and Methods

Material

This study was carried out in Hatay (36°12'E, 36°52'N, 80 m.a.s.l.), Turkey during 2018 and 2019. The experiment area has a typical Mediterranean climate; the yearly average temperature is 18.3°C, with 1168 mm precipitation which primarily falls during winter and spring. The soil is alkaline (pH:7.76), with very little lime (% 2.4), moderate salt (EC microsiemens: 446) and sandy-loam (%57.37 sand, %25.32 loam and %12 clay).

One-year old 'Hafif Çukurgöbek loquat trees budded on BA-29, Quince-A and Quince-C quince rootstocks were planted (Figure 1) at spacings of 1.0 x 0.5 m (2000 trees/da) in January 2017, drip irrigated, with standard cultural practices. Trees were trained according to open-centre system.

Rootstocks and varieties

The BA-29, Quince-C and Quince-A rootstocks used in the experiment are rootstocks were selected at the East Malling Research station, UK.

'Hafif Çukurgöbek' is an early cultivar with medium-sized, orange-colored fruit, very tasty and sweet was selected in Turkey (Demir, 1987). It is self-fertile and resistant to scab incited by *Spilocaea eriobotryae*.

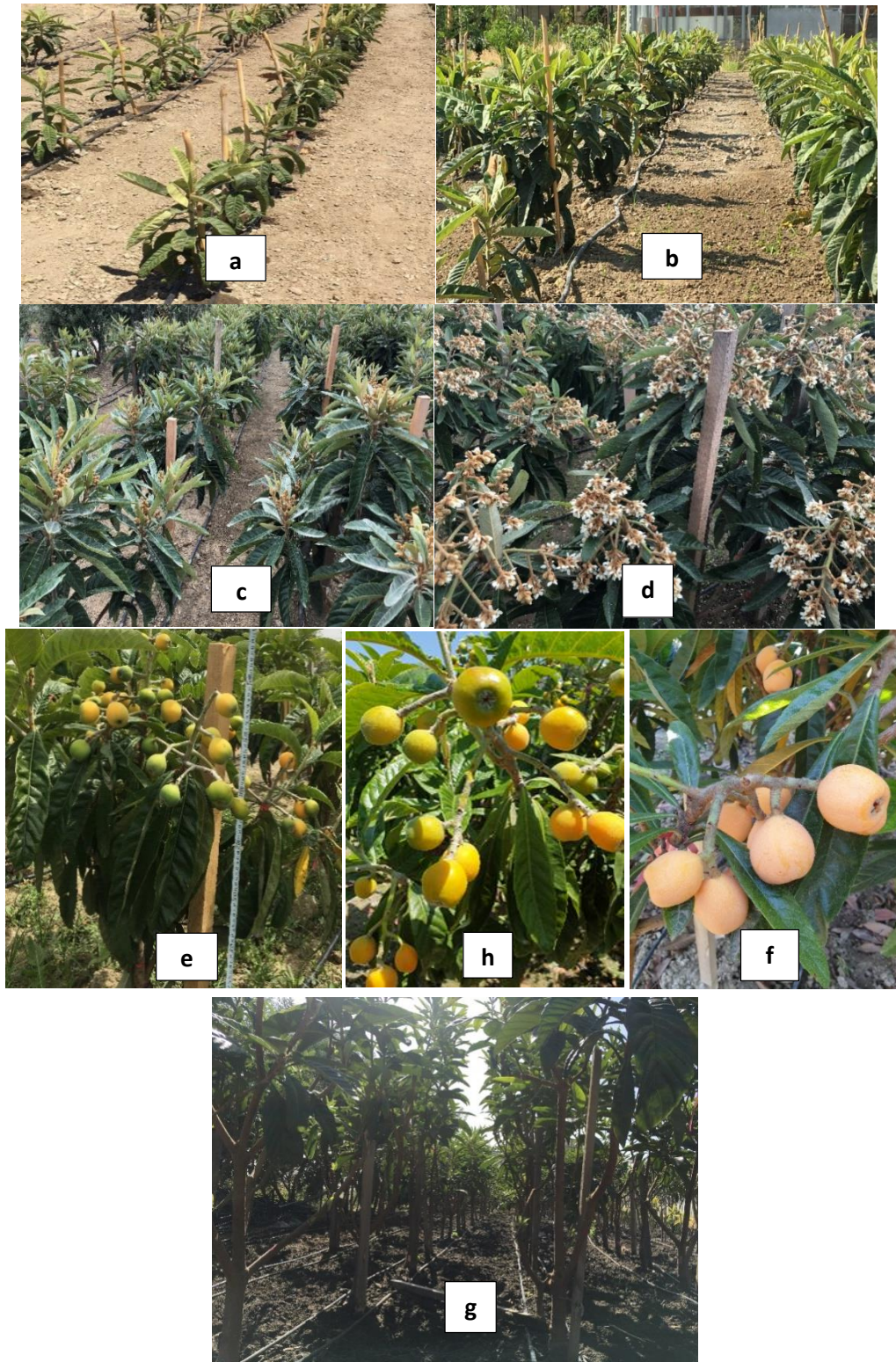


Figure 1. Successive steps of high density orchard of 'Hafif Cukugöbek' loquat. (a) Planting; (b) Irrigation and tillage; (c) Branches of flower cluster begin to elongate; (d) Full bloom; (e,f,g) Fruit maturity stages; (h) Current condition.

Method

The experiment was arranged according to a completely randomized designed with 5 replications and 6 plants were used in each replicate.

Pomological characteristics

To determine fruit quality, 50 fruits (10 fruits from each replicate) were randomly sampled from

each cultivar/rootstock combination and physical and chemical measurements and analyzes were carried out including fruit weight (g), fruit dimensions (mm), seed weight (g), number of seeds (pieces), flesh seed⁻¹ ratio (%), total soluble solids (TSS) (%), titratable total acidity (TA) (%), pH.

Vegetative growth

Vegetative growth of trial plants was measured

at three month intervals starting from February 2018.

Annual shoot length (cm)

Four shoots from each plant were measured from 4 sides of the plants.

Trunk diameter (mm)

Scion and rootstock trunk diameters (5 cm below and above of bud union) were measured in all plants with a digital caliper sensitive to 0.01 mm.

Bud union-first branching (cm)

The distance between the bud union and the first branching on the scion trunk was measured.

First branching - longest shoot (cm)

The distance between the first branching and the top of the longest shoot on the scion trunk was measured.

Bud union-longest shoot (cm)

The distance between the bud union and the top of the longest shoot on the scion trunk was measured.

Yield

Yield per tree (kg plant⁻¹)

Fruit weight of each plant was determined.

Yield per trunk unit cross-sectional area (g mm⁻²)

Stem cross section was measured 5 cm above the budding point in May of each year.

Yield per area (ton/da)

Considering the planting distances in the experiment, the yield for area-basis was calculated by multiplying yield per tree with the number of plants.

Data analysis and statistics

Analysis of variance (Anova) was used based on a completely randomised design, and the means were separated by Tukey's HSD multiple comparison test at 0.01(Steel and Torrie, 1980).

The percentage values were transformed to increase normality by the angle transformation before submitting the data to the analysis of variance.

Results and Discussion

Fruit quality

The results of the statistical analysis made according to the two-year averages are given in Table 1.

According to the two-year averages, the highest values in terms of fruit weight and fruit size were obtained from plants with rootstock Quince-C, followed by BA-29. The lowest values were obtained from was Quince-A. This difference between the rootstocks was found to be statistically significant at 5% level (Table 1). Quince-C rootstock also gave higher values in terms of seed number and seed weight ratio than the other two rootstocks. Differences between the rootstocks were be statistically significant. The highest value in terms of flesh seed⁻¹ ratio was determined in Quince-A rootstock but the difference between the rootstocks was not significant. In terms of total acidity and pH, close values were obtained from all three rootstocks.

In loquat cultivation, many factors such as cultivar, soil structure, climate conditions and picking time affect the physical and chemical properties of the fruit (Toker et al., 2010). In the previous studies, the fruit weight of 'Hafif Çukurgöbek' on loquat seedling was between 20.45 g and 39.70 g (Paydaş et al., 1992; Polat et al., 2004, 2005 and 2010; Polat and Caliskan, 2011). Durgac et al. (2006) found the fruit weight in 4 loquat cultivars to be between 22.55 g and 25.68 g. Fruit weights determined in our study are lower than the values found in previous studies except for that of Durgac et al. (2006). This difference may have resulted from the fact that the plants in this experiment were younger than the plants in other studies. Fruit size is an important criterion that can vary depending on tree age and fruit set (Durgaç et al., 2006).

In previous studies, researchers measured fruit

width as between 36.79 mm and 40.10 mm; determined the fruit length as between 37.3 mm and 42.40 mm (Polat et al., 2005 and 2010; Polat and Caliskan, 2011). Durgac et al (2006) determined the fruit width to be between 32.83 mm and 36.51 mm, and the fruit length to be between 33.84 and 44.35 mm. The fruit widths determined in our study, while being similar to that of Durgac et al (2006), are different from the findings of other studies. In terms of fruit length, it was partially similar. Our seed weight values are between 4.50-5.71 g. In the previous studies, seed weight was found to be between 4.0 and 7.73 g (Polat et al., 2004, 2005; Durgac et al., 2006; Polat et al., 2010; Polat and Caliskan, 2011). Our seed weight values were found to be lower than those of researchers except for Durgac et al (2006) and Polat and Çalışkan (2011). The number of seeds was determined to be between 3.34-3.82. In previous studies, the number of seeds was between 2.4 and 4.16 (Polat et al., 2004, 2005 and 2010; Durgac et al., 2006; Polat and Çalışkan, 2011). The data of the combinations examined show similarities with the data determined in other studies. The amount of flesh of the fruit is

considered as one of the important criteria in fruit quality, and in determining this, the flesh/seed ratio is accepted as a criterion. While this rate was determined to be between 3.21-2.89 in the study, this value was measured as between 3.43 and 5.42 in previous studies (Paydaş et al., 1992; Polat et al., 2004, 2005 and 2010; Durgac et al., 2006). The values obtained in our study are partially similar to those in previous studies. In our study, BA-29 rootstock gave higher values in terms of total soluble solids than the other two rootstocks. In previous studies, researchers measured TTS as between 8.05-12.80%. The values determined in our study are generally similar to those of previous studies. In this study, titratable acid was determined to be between 0.75-0.81 and pH as 3.42-3.79, while in previous studies, acidity was 0.63-9.92 and pH was measured to be between 3.29 and 4.5 (Polat et al., 2004, 2005; Durgac et al., 2006; Polat et al., 2010; Polat and Caliskan, 2011). Our findings are lower than the values of Polat et al (2010) and higher than the values of Polat et al (2005). TTS, acidity and pH are affected by such factors as time of picking, climatic conditions, cultivars, etc.

Table 1. The effects of quince rootstocks on fruit quality parameters of the Hafif Çukurgöbek loquat cultivar (2018-2019 average)

Rootstock	Fruit weight (g)	Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	Seed weight (g)	Seed number per fruit	Flesh/seed ratio	Soluble solids (%)	Acidity (%)	pH
Quince-A	18.80 b ^(x)	24.39 b	27.16 b	4.50 b	3.34 b	3.21	12.04 ab	0.81	3.79
Quince-C	23.33 a	34.21 a	37.23 a	5.71 a	3.82 a	3.09	10.32 b	0.74	3.53
BA-29	20.22 ab	32.71 a	35.96 a	5.27 ab	3.58 ab	2.89	12.36 a	0.75	3.42
HSD	*	*	**	**	**	NS ^(y)	*	NS.	NS.

^(x): Mean separation by Tukey's HSD at $p < 0.05$ (*) and at $p < 0.01$ (**) level.

^(y)NS: Not significant

Vegetative growth

In terms of annual shoot length, scion and rootstock trunk diameters, Quince-C rootstock showed stronger growth and gave higher values than Quince-A and BA-29 rootstocks (Figure 2 and 3).

The Quince-A rootstock had lower values than

the other two rootstocks except for the distance between the budding point and the first branching of the stem. In terms of the distance between the budding point and the first branching of the trunk, Quince-A gave the highest value, followed by BA-29, and Quince-C gave the lowest value (Figure 4).

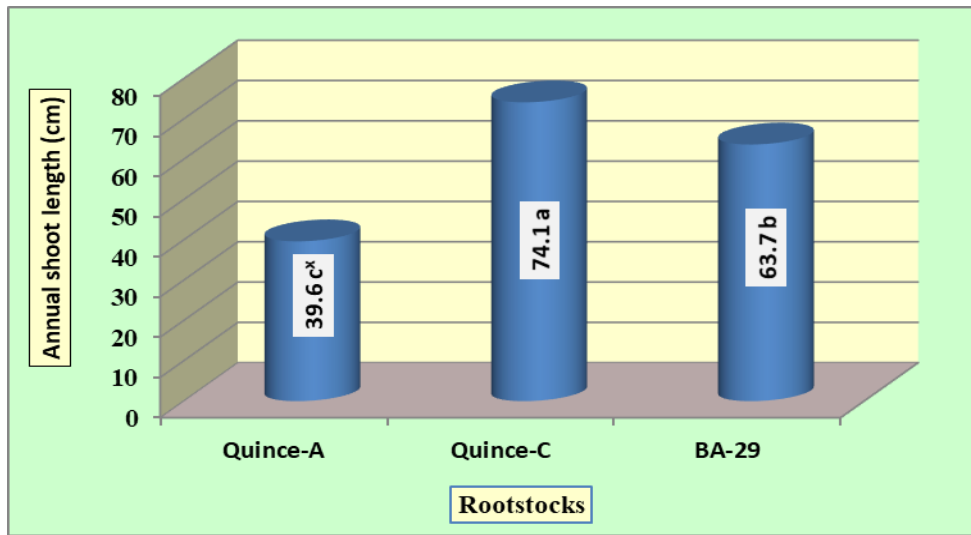


Figure 2. Average annual shoot length of ‘Hafif Çukurgöbek’ loquat budded on quince rootstocks in 2018-2019.

(x): Means followed by different lowercase letters indicate significant difference by Tukey’s test at $p < 0.01$ level.

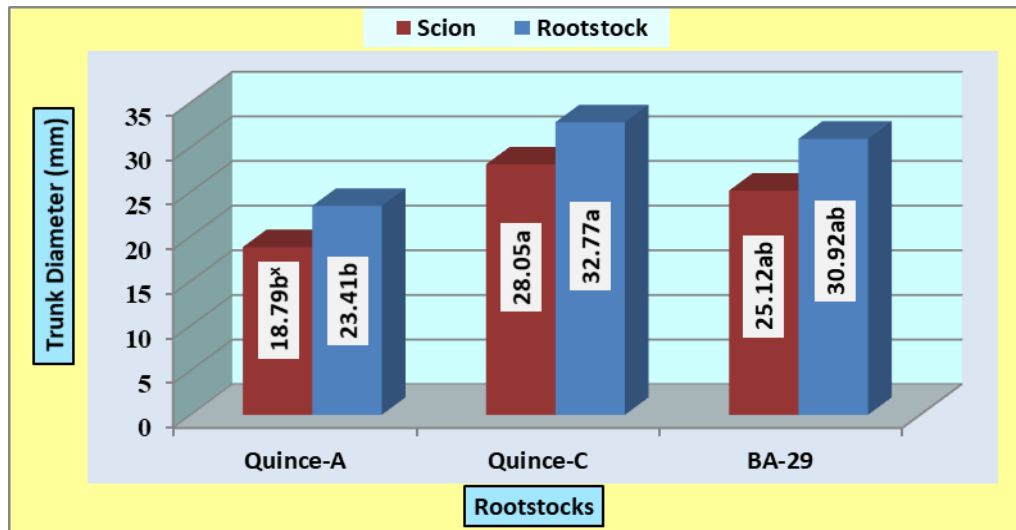


Figure 3. Average scion and rootstock trunk diameter of ‘Hafif Çukurgöbek’ loquat budded on quince rootstocks in 2018-2019.

(x): Means followed by different lowercase letters within same parameter are indicate significant difference by Tukey’s test at $p < 0.01$ level.

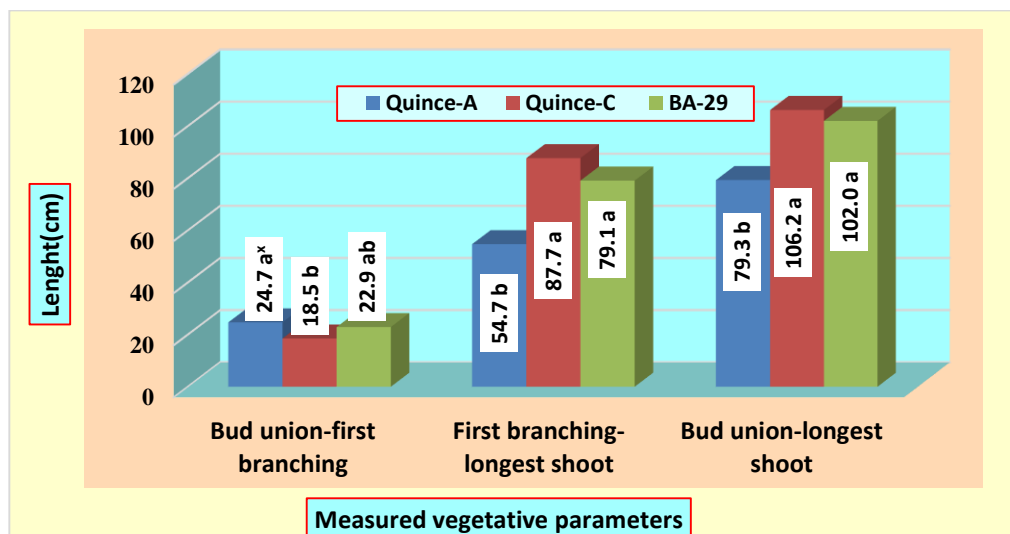


Figure 4. Some vegetative growth parameters of ‘Hafif Çukurgöbek’ loquat budded on quince rootstocks (2018-2019 average).

(x): Means followed by different lowercase letters within same parameter are indicate significant difference by Tukey’s test at $p < 0.01$ level.

The differences of rootstocks in terms of vegetative parameters were found to be statistically significant at 1% level.

In the study, it was determined that the first branching in the plants budded on the Quince-C rootstock was lower than the other rootstocks, while it also formed larger plants compared to the plants budded on other rootstocks. Quince-A rootstock, which has the lowest values, has been found to form smaller plants than other rootstocks.

In previous studies, Polat and Kaşka (1992a) reported the shoot growth as an average of 23.4 cm in buddings on the Quince-A rootstock. Polat (1995), in the measurements made between 1993 and 1995, measured the scion diameter in the loquat (cvs. Akko-XIII and Armut Şekilli) saplings whose rootstocks were Quince – A as 18.24 mm, 30.15 mm and 36.39 mm and the sapling height as 74.3 cm, 120.2 cm and 124.4 cm, respectively. The values obtained from our study were lower than the values measured by Polat and Kaşka (1992a) and Polat (1995). It is thought that this is due to the effect of the difference in the cultivar and rootstocks of the trial material plants as well as the age difference.

Yield

The yields of Hafif Çukurgöbek loquat on different quince rootstocks are given in Table 2.

Table 2. The effects of quince rootstocks on fruit yield of Hafif Çukurgöbek loquat (average of 2018-2019)

Rootstock	Yield (g plant ⁻¹)	Yield per unit trunk cross-sectional area (g mm ⁻²)	Yield (ton da ⁻¹)
Quince-A	279.35 b ^(x)	0.690 b	0.558 b
Quince-C	632.50 a	0.895 a	1.265 a
BA-29	640.00 a	0.921 a	1.330 a
HSD	**	**	**

(x): Means followed by different lowercase letters within a column are indicate significant difference by Tukey's test at $p < 0.01$ (**) level.

According to the two-year averages, the highest yield values (640 g plant⁻¹ and 0.921 g mm⁻², 1.33 ton da⁻¹, respectively) in terms of all three yield per plant, yield per unit trunk cross-sectional area and yield per decare were obtained from the BA-29

rootstock. This was followed by Quince-C rootstock with values of 632 g plant⁻¹, 0.895 g mm⁻² and 1.26 ton da⁻¹. Quince-A rootstock gave the lowest values in terms of all three yield elements. This difference between the rootstocks was found to be statistically significant at 1% level (Table 2).

Only four references of high density loquat orchards have been found in the literature. Insero et al. (2004) compared ten cultivars grafted on BA-29 quince and spaced 4 × 2 m. Average cumulative yield from 4th to 8th season was about 45 t/ha. With similar tree density but spacing loquats at 3 × 3 m, Polat et al. (2004) have compared 'HÇG', 'Sayda' and 'Golden Nugget' budded on loquat seedlings. They obtained a mean productivity of 7165 kg/ha during the first three harvests. After two additional seasons, Polat et al. (2005) have published that orchard productivity had raised to 9311 kg/ha/year. In the study by Hueso et al. (2007), to check suitability of loquat to extreme intensification it was designed an orchard of 'Magdal' budded on quince C at a distance of 2.5 × 1.7 m (2353 trees per ha). First yield was reached an average of 2.8 kg/tree on season 2003/2004. Second yield in April 2005 was reached a worthy level of 10.8 kg/tree (25 t/ha). Third yield was limited to 13.0 kg/tree (30 t/ha).

Conclusion

The tall and wide crown structure of loquat suggests that high populations of dwarfed trees achieved with dwarfing rootstocks would increase yields per unit area and facilitate cultural practices including harvest. However, studies of dwarfed loquat produced with quince rootstocks are rare in Turkey. In this study, the effects of three quince rootstocks (Quince A, Quince B, and BA-29) on vegetative growth, fruit yield and quality of 'Hafif Çukurgöbek' loquat spaced 0.5 x 1.0 m and planted in January 2017 were compared in 2018 and 2019.

Yield per plant were highest with Quince-C, followed closely by B-29 but yields with Quince-A rootstock were much lower. However, fruit soluble solid was highest with B-29 closely followed by Quince A and lowest with Quince C. Yield per unit

trunk cross-sectional highest with Quince C and B-29 followed by Quince A. Fruit weight and fruit size were significantly highest with Quince-C rootstock, followed by BA-29 and Quince-A. Shoot length, scion and rootstock diameter were greatest with Quince-C.

Our preliminary data indicate that dwarfing quince rootstocks can be used in intensive plantings of loquat. In this study, BA-29 and Quince C rootstock performed better than Quince-A. Considering yield and fruit quality based on total soluble solid, BA-29 rootstock seems the best choice.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge the Research Grant (18-YL-027) of Coordinatorship of Scientific Research Projects, Hatay Mustafa Kemal University. We also thank Professor Jules Janick, Purdue university, USA, for reviewing an earlier version of the manuscript.

Conflict of Interest: Authors have declared no conflict of interest.

Author Contributions: AAP have designed the study and SA have collected the data. SA executed the experiment with the help of by AAP. AAP wrote the article. All authors have read, revised, and approved the manuscript.

References

Demir, S. (1987). *Yenidünya Yetiştiriciliği*. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Antalya Narenciye Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın, 12, 31s

Durgaç, C. Polat, A.A. & Kamiloğlu, O. (2006). Determining Performances of Some Loquat (*Eriobotrya japonica*) Cultivars Under Mediterranean Coastal Conditions in Hatay, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34: 225-230

Hızal, A.Y.Ö., Paköz, M., & Demir, Ş. (1982). Akdeniz Bölgemiz için Bazı Subtropik Meyvelerde Yetiştirme Sorunları. *Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Sorunlar, Çözüm Yolları ve Yapılması Gereken Araştırmalar Simpozyumu*, 9-13 Nisan,1979, İncekum, Alanya, s: 376-403

Hueso, J.J., Cañete, M.L., & Cuevas, J. (2007). High density loquat orchards: Plant selection 64 and management. *Acta Horticulturae*, 750: 349-353.

Insero, O., Rega, P., & De Luca, A. (2004). Comparison among ten loquat cultivars in Campania area. *Options Méditerranéennes Série A* 58:67-70.

Ochse, J.J., Soule, JrM.J., Diskman, M.J., & Wehlburg, C. (1961). *Tropical and Subtropical Agriculture*, Volume I. The Macmillan Company. New York. p. 721-723

Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyaroğlu, M. (2011). *İlman İklim Meyve Türleri: Yumuşak Çekirdekli Meyveler Cilt-II*. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 556, İzmir

Paydaş, S., Kaşka, N., Polat, A.A., & Gübbük, H. (1992). Adaptation of some local and foreign loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars under Adana ecological conditions. *1st Turkish National Horticultural Congress* Volume 1: 509-513. İzmir, Turkey

Polat, A.A., & Kaska, N. (1991). Investigation on the determination of most suitable buddings time and method for the loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) under Adana ecological conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 15, 975-986

Polat, A.A., & Kaska, N. (1992a). An investigation on the usage of Quince-A as a rootstock for loquat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 16, 745-755

Polat, A.A., & Kaska, N. (1992b). Determination of budding success in loquats budded on Quince- C rootstock. *Bahçe* 21, 9-11

Polat, A.A. (1995). The effects of Quince-A rootstock on vegetative growth of loquat plants. *Derim* 12, 84-88

Polat, A.A., Durgaç, C., Kamiloğlu, Ö., & Çalışkan, O. (2003). Sık Dikim ve Örtüaltı Yetiştirme Tekniklerinin Yenidünyalarda Erkencilik Verim ve Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Tarım, Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu, ARP – 2336. s:68

Polat, A.A., Durgaç, C., & Çalışkan, O. (2004). Effects of Different Planting Space on The Vegetative Growth, Yield and Fruit Quality of Loquat. *Acta Horticulturae*, 632:189-195

Polat, A.A., Durgac, C., & Caliskan, O. (2005). Effect of protected cultivation on the precocity, yield and fruit quality in loquat. *Scientia Horticulturae*, 104:189-198

Polat, A.A., Caliskan, O., Serçe, S., Saraçoğlu, O., Kaya, C., & Özgen, M. (2010). Determining Total Phenolic Content and Total Antioxidant Capacity of Loquat Cultivars Grown in Hatay. *Pharmacognosy Mag.*, 6(21): 5-8

Polat, A.A., & Caliskan, O. (2011). Effects of Planting Densities on Fruit Quality and Productivity of Loquat. *Acta Horticulturae*, 87:133-138

Polat, A.A. (2018). *Loquat Production in Turkey: Present State and Future*. LAP Lambert Academic Publishing, 69 p

Steel, R., & Torrie, J.H. (1980). *Principles and procedures of statistics*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill.

Toker, R., Gölükcü, M., Tokgöz, H., & Tepe, S. (2010). Ülkemizde Yetiştiriciliği Yapılan Yenidünya (*Eriobotrya japonica*) Çeşitlerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 35 (4): 275-282.



Determination of xylem water flow velocity of some Prunus shoots by dye infusion technique

Boya infüzyon tekniği ile bazı Prunus sürgünlerinin ksilem su akış hızının belirlenmesi

Servet ARAS^{1*}

¹Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Yozgat, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-0347-6552>

To cite this article:

Aras, S. (2021). Determination of xylem water flow velocity of some Prunus shoots by dye infusion technique. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 287-292.
DOI: 10.29050/harranziraat.918418

***Address for Correspondence:**
Servet ARAS
e-mail:
servet.aras@yobu.edu.tr

Received Date:
16.04.2021

Accepted Date:
12.07.2021

© 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

Water movement in xylem vessel presents hydraulic system. The hydraulic system may encounter embolism (cavitation) caused by environmental stresses. Tracer dyes are distributed within the xylem and can be monitored by sectioning the tissue called dye infusion technique. The current experiment determined the optimal conditions for acid fuchsin dye infusion technique to monitor the water-conducting pathways in shoots of sweet cherry and peach trees. Shoots from 18-year-old sweet cherry cultivar 0900 Ziraat grafted onto Gisela 5 and 2-year-old peach cultivar Rich May grafted onto Garnem and GF 677 were used in the experiment. Xylem functionality and xylem water flow velocity (V_{xw}) were evaluated by dye infusion technique. The intensity of acid fuchsin staining in the shoots increased with dye concentration. In sweet cherry trees, V_{xw} decreased with the time course and 120 mn had the lowest V_{xw} value. In peach, V_{xw} of GF 677 was found further compared to Garnem. The experiment showed that the dye infusion technique is reliable for the visualization of water-conduction pathways and xylem functionality. Furthermore, the technique can be used in the studies of bud dormancy break of trees and stresses.

Key Words: Acid fuchsin, Peach, Sweet cherry, Xylem, Water flow

ÖZ

Ksilem demetindeki su hareketi hidrolik sistemi temsil etmektedir. Hidrolik sistem, çevresel streslerin neden olduğu emboli (kavitasyon) ile karşılaşabilmektedir. İzleyici boyalar ksilem içinde dağılabilmekte ve boya infüzyon adı verilen teknik ile dokuyu bölümlere ayırarak izlenebilmektedir. Mevcut çalışma, kiraz ve şeftali ağaçlarının sürgünlerinde su iletim yollarını izlemek için asit fuksin boya infüzyon tekniği için en uygun koşulları belirlemiştir. Gisela 5 üzerine aşılı 18 yaşındaki 0900 Ziraat kiraz çeşidi ve Garnem ve GF 677 üzerine aşılı 2 yaşındaki Rich May şeftali çeşidinin sürgünleri çalışmada kullanılmıştır. Ksilem işlevi ve ksilem su akış hızı (V_{xw}) boya infüzyon tekniği ile değerlendirilmiştir. Sürgünlerde asit fuksin boyamasının yoğunluğu, boya konsantrasyonu ile artmıştır. Kiraz ağaçlarında, V_{xw} zamanla azalmış ve 120 dakika en düşük V_{xw} değere olmuştur. Şeftalide, GF 677'nin V_{xw} 'si Garnem'e kıyasla daha fazla bulunmuştur. Çalışma, boya infüzyon tekniğinin su iletim yollarının ve ksilem işlevinin görselleştirilmesi için güvenilir olduğunu göstermiştir. Ayrıca bu teknik, ağaçların tomurcuk dormansilerinin kırılmalarında ve stres çalışmalarında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Asit fuksin, Şeftali, Kiraz, Ksilem, Su akışı

Introduction

Water is necessary for the life of plants taking many pivotal roles in photosynthesis, plant

metabolisms, cell enlargement, etc. (Boyer 1988; Tezara et al., 1999; Çıkman et al., 2011). Water is mainly transported through xylem vessel in whole plant. Xylem vessels consist of dead cells that

transport water and inorganic solutes. Water flowing through xylem conduits presents hydraulic system (Liu et al., 2015). The hydraulic system may encounter limitation to the functionality of water transport in xylem called embolism (cavitation) caused by environmental stresses including drought (Hargrave et al., 1994) and salinity (Rajput et al., 2015). Reduction in xylem functionality also leads decrease in water uptake. Decline in xylem functionality during fruit development have been found in many fruits such as apple (Miqueloto et al., 2014), sweet cherry (Grimm et al., 2017). Loss in xylem functionality causes calcium (Ca) deficiency, because Ca is translocated through the xylem (Martinez et al., 2020; Aras et al., 2021).

Different methods have been used to study xylem functionality. Magnetic resonance imaging (MRI) (Grimm et al., 2017) and centrifuge technique (Cochard et al., 2005) are utilized to visualize xylem functionality and embolism. Furthermore, tracer dyes are distributed within the xylem and can be monitored by sectioning the tissue called dye infusion technique. Such methodology could provide for a less expensive approach. Acid fuchsin, xylem-mobile dye, is utilized in the dye infusion technique to observe water movement in the xylem (Dražeta et al., 2004; Chatelet et al., 2008). Miqueloto et al. (2014) used acid fuchsin to monitor xylem functionality and they reported that earlier loss of xylem functionality of apple fruits caused bitter pit due to the lack of Ca translocation. Acid fuchsin infusion technique was also used in shoots of *Pieris japonica* D. Don trees to visualize water-conducting pathways (Umebayashi et al., 2007).

Xylem functionality has been studied by several methods (Cochard et al., 2005, 2010), but the methods need high cost appliances. The current experiment represents low cost method and determined the optimal conditions for acid fuchsin dye infusion technique to monitor the water-conducting pathways in shoots of sweet cherry and peach trees. The concentration of the dye required to visualize water-conducting pathways and the duration of dye exposure time were determined in sweet cherry and peach trees. Moreover, the study characterized water movement velocity as xylem water flow velocity and compared between two common peach rootstocks, Garnem and GF 677.

Material and Methods

Shoots from 18-year-old sweet cherry cultivar 0900 Ziraat (*Prunus avium* L.) grafted onto Gisela 5 (*Prunus cerasus* × *Prunus canescens*) and 2-year-old peach cultivar Rich May (*Prunus persica* Batsch) grafted onto Garnem (*Prunus dulcis* × *P. persica*) and GF 677 (*Prunus dulcis* × *P. persica*) were used in the experiment. Twelve trees and 2 shoots per tree were used. Xylem functionality and xylem water flow velocity were evaluated by dye infusion technique. The study included two experiments.

Experiment I was conducted on the shoots of the sweet cherry trees grown in orchard. The study site is located in the central region of Yozgat Province in Turkey, which has a mean annual precipitation of 570 mm and a mean temperature of 9.2 °C. Experiment II was performed in shoots of peach trees grown in pots in a greenhouse. The peach saplings were planted in 10 L pots filled with peat and perlite (4:1) in the previous year.

Xylem functionality and xylem water flow velocity

Xylem functionality and xylem water flow velocity were determined by dye infusion technique. The shoots were harvested by 20 cm length in beginning of April. Collected shoots were 1 year old and represented shoots and xylem that had formed during the past year's growing season. To prevent embolism, shoots were immediately placed in aqueous acid fuchsin at 25° C. In Experiment I, sweet cherry shoots were incubated in 0.1 or 0.5% (w/v) aqueous acid fuchsin during different periods (30, 60, 90 and 120 minutes). In Experiment II, peach shoots were incubated in 0.5 and 1.0% (w/v) aqueous acid fuchsin during different periods (30 and 60 minutes). 0.1% aqueous acid fuchsin and 90 and 120 minutes periods were not chosen in the Experiment II, because 0.1% aqueous acid fuchsin was not enough to observe dye movement and 30 and 60 minutes were found better to monitor the dye moves according to Experiment I. The doses of 0.1, 0.5 and 1% (w/v) aqueous acid fuchsin were used in many experiments to study xylem functionality (Umebayashi et al., 2007; Inch and Ploetz, 2012). The shoot tips were not cut due to preventing water loss through evaporation. End of the each incubation period, each shoot was cut starting with shoot tip until observing staining intensity. The length of the stained part of the shoots along the path of dye movement was

measured by a digital compass.

Xylem water flow velocity (V_{xw}) represented xylem functionality and was calculated using the equation given below and expressed as $mm\ h^{-1}$:

$V_{xw} = \text{length of the stained part of the shoot (mm)} / \text{dye infusion period (h)}$.

Colorimeter (Minolta model CR 400) was used to determine shoot cortex coloration (the staining intensity of the xylem). Lightness (L) and hue angle (h°) of the shoots transverse section were measured and high values of $L \times h^\circ$ indicate higher lightness (stronger white staining and lighter red staining), which demonstrates lower functionality of the xylem (Miqueloto et al., 2014).

The statistical analyses were performed with the statistical software package SPSS, version 20.0. Data were subjected to two-way ANOVA

and separated by the Duncan's test at a significance level of $P < 0.05$.

Results and Discussion

In Experiment I, the intensity of acid fuchsin staining increased with dye concentration. When the shoots were incubated in 0.1% acid fuchsin, it was difficult to distinguish the dye color from the background xylem color. Thus, the related parameters were measured using 0.5% acid fuchsin. The dye distributed in the inner part of the shoots (Figure 1). Figure 1 shows a shoot ring at the maximum height that the xylem was stained with acid fuchsin. The bark tissue was also stained with the dye shown in Figure 2.

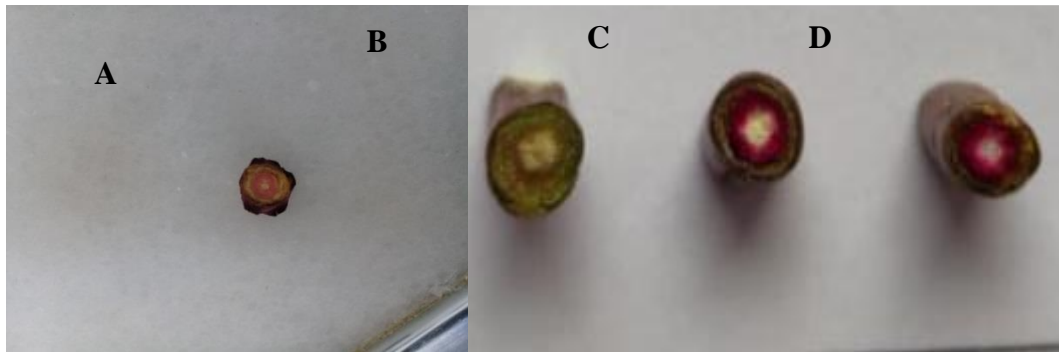


Figure 1. The maximum height that the xylem was stained with acid fuchsin, A- sweet cherry+0.5% acid fuchsin, B- control of peach (0% acid fuchsin), C- peach+0.5% acid fuchsin, D- peach+1.0% acid fuchsin

Şekil1. Asit fuksin ile boyanan ksilemin en üst kısmı, A- kiraz+0.5% asit fuksin, B- şeftalinin kontrolü (0% asit fuksin), C- şeftali+0.5% asit fuksin, D- şeftali+1.0% asit fuksin



Figure 2. Staining of the bark of sweet cherry shoot

Şekil 2. Kiraz sürgününün kabuğunun boyanması

Water is transported in the xylem and function of xylem is of importance to plants due to affecting hydraulic conductivity (Meinzer et al., 2001). Xylem functionality can be impaired by embolism resulting in an embolized xylem conduit that is unable to transport water (Améglio et al., 2002). Xylem functionality and xylem have been examined by several methods including magnetic resonance imaging (MRI), centrifuge technique and Cavitron spinning technique (Cochard et al., 2005, 2010; Grimm et al., 2017). In the current experiment, feeding acid fuchsin to the shoots of the sweet cherry and peach trees resulted in the uptake into xylem. Acid fuchsin distribution was monitored by sectioning of shoots followed by measuring shoot cortex coloration. The concentration of acid fuchsin did not decrease gradually in the shoots because acid fuchsin is negatively charged dye rarely adheres to cell wall components (Sano et al., 2005).

V_{xw} decreased with the time course and 120 mn had the lowest V_{xw} value in sweet cherry shoots (Table 1). An increase in the shoot cortex coloration ($L \times h^\circ$ value) demonstrated a loss of xylem function. The lowest $L \times h^\circ$ value was found in shoots exposed to dye infusion for 90 mn.

Table 1. Xylem water flow velocity (V_{xw}) and shootcortex coloration ($L \times h^\circ$ value) in sweet cherry shoot

Çizelge 1. Kiraz sürgünlerinde ksilem su akış hızı (V_{xw}) ve sürgün korteks renklenmesi ($L \times h^\circ$ değeri)

Concentration of acid fuchsin	Duration (mn)	V_{xw} (mm h ⁻¹)	$L \times h^\circ$ value
0.5%	30 mn	69.0 a	1304 a
	60 mn	54.3 ab	855 ab
	90 mn	42.2 b	277 b
	120 mn	41.0 b	651 ab

Means separation within column by Duncan's multiple range test. $P < 0.05$

In Experiment II, 0.1% acid fuchsin was not chosen and 0.5 and 1.0% acid fuchsin were used in peach shoots. The dye ascended shoots more rapidly compared to shoots of the sweet cherry. Thus, xylem functionality was observed in 30 and 60 mn. In Experiment II, two peach rootstocks were compared. V_{xw} of GF 677 was found further compared to Garnem (Table 2). Moreover, V_{xw} of both rootstocks was higher in 30 mn. The lowest $L \times h^\circ$ value was found in shoots of both rootstocks exposed to 1.0% dye infusion for 30 mn.

Table 2. Xylem water flow velocity (V_{xw}) and shoot cortex coloration ($L \times h^\circ$ value) in peach shoot

Çizelge 2. Şeftali sürgünlerinde ksilem su akış hızı (V_{xw}) ve sürgün korteks renklenmesi ($L \times h^\circ$ değeri)

Variety/Rootstock	Concentration of acid fuchsin	Duration (mn)	V_{xw} (mm h ⁻¹)	$L \times h^\circ$ value
Rich May/Garnem	0.5%	30 mn	154.0 a	2611.9 b
		60 mn	138.6 b	2690.9 a
	1.0%	30 mn	190.0 a	2102.8 b
		60 mn	156.0 b	2932.1 a
Rich May/GF 677	0.5%	30 mn	240.7 a	2200.8 b
		60 mn	169.0 b	2313.8 a
	1.0%	30 mn	302.7 a	2056.4 b
		60 mn	170.7b	2286.2 a

Means separation within column by Duncan's multiple range test. $P < 0.05$

The xylem functionality was studied by dye infusion technique in many fruits. Grimm et al. (2017) studied acid fuchsin feeding to the pedicel of detached sweet cherry fruits resulted in distribution of the dye via xylem. Miqueloto et al. (2014) found that xylem functionality decreased by apple fruit development. Furthermore, they

stated that increment in $L \times h^\circ$ value was observed throughout fruit development that shows decrease in cortex coloration. In the present study, the lowest shoot cortex coloration was observed shoots of the sweet cherry exposed to dye infusion for 90 mn. In addition to shoot cortex coloration, we evaluated V_{xw} in the shoots. V_{xw}

decreased with the time course and there was no statistical difference between 90 and 120 mn. In shoots of peach trees, the higher V_{xw} and the lowest $L \times h^\circ$ value were found in shoots of both rootstocks exposed to 1.0% dye infusion for 30 mn. In a previous experiment, Umebayashi et al. (2007) reported that acid fuchsin is relatively fast and most xylem cells are stained within 2 h, thus dye injection period should be less than 2 h. The results of the current experiment are convenient with the study.

Water movement and the distribution via xylem possess importance, because the value of V_{xw} may show the strength of a shoot xylem against environmental challenges. Drought and salinity stress caused xylem vulnerability to cavitation (Cochard et al., 2008; Stiller, 2009). V_{xw} determined by dye infusion technique represents xylem functionality of shoots to cavitation and challenges. Xylem inflow delivers essential minerals such as calcium to the fruit, leaf and other tissues (Aras et al., 2021; Li et al., 2021) and the dye infusion technique may be used to determine early diagnosis of calcium deficiency. Furthermore, this technique could be used to determine bud dormancy release studies. Xylem functionality decreases during bud dormancy and this method may be an indicator of bud dormancy release period. In the present study, V_{xw} value changed depending on the tree age and rootstocks. Water movement in xylem was found lower in old sweet cherry trees compared to young peach trees. Furthermore, the differences between Garnem and GF 677 were observed. Rootstock influences the scion and increases the plant tolerance against environmental stresses (Bolat et al., 2016; Aras and Eşitken, 2019; Aras et al., 2019; Polat, 2021). In the present study, two peach rootstocks were compared and V_{xw} of GF 677 was found further compared to Garnem. GF 677 is more dwarfing rootstock than Garnem (Aras and Keles, 2021). V_{xw} may be related to the anatomy of plants. In a previous experiment, xylem size and number were found further in GF 677 compared to Garnem (Aras et al., 2021).

Conclusion

The experiment showed that the dye infusion technique represents a low cost method for the visualization of water-conduction pathways and xylem functionality. Furthermore, the technique can be used to determine bud break of trees and

stress studies. V_{xw} should be a good parameter for comparison of plants under stress conditions. The study offers that 0.5% acid fuchsin dye infusion for 90 mn is appropriate for old trees and 1.0% acid fuchsin dye infusion for 30 mn is appropriate for young trees in *Prunus* to visualize xylem functionality. The study concludes that dye infusion technique should be optimized for the species and tissues.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

Author Contribution: SA conducted and analyzed the study and wrote the manuscript.

References

- Améglio, T., Bodet, C., Lacoite, A., & Cochard, H. (2002). Winter embolism, mechanisms of xylem hydraulic conductivity recovery and springtime growth patterns in walnut and peach trees. *Tree Physiology*, 22(17), 1211-1220.
- Aras, S., & Eşitken, A. (2019). Responses of Cherry Plant Grafted onto CAB-6P, MaxMa 14 and Mazzard Rootstocks to Short Term Salinity. *Journal of Agricultural Studies*, 7(3), 29-37.
- Aras, S., & Keles, H. (2021) Comparison of relative growth rates of peach plants grafted onto Garnem and GF677. III. Uluslararası New York Kültürel Etkileşim ve Akademik Çalışmalar Kongresi, 29-30 Mayıs, New York.
- Aras, S., Eşitken, A., & Karakurt, Y. (2019). Morphological and physiological responses and some wrky genes expression in cherry rootstocks under salt stress. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17 (4), e0806.
- Aras, S., Keles, H., & Bozkurt, E. (2021). Physiological and histological responses of peach plants grafted onto different rootstocks under calcium deficiency conditions. *Scientia Horticulturae*, 281, 109967.
- Bolat, I., Dikilitas, M., İkinci, A., Ercisli, S., & Tonkaz, T. (2016). Morphological, physiological, biochemical characteristics and bud success responses of myrobalan 29 c plum rootstock subjected to water stress. *Canadian Journal of Plant Science*, 96(3), 485-493.
- Boyer, J. S. (1988). Cell enlargement and growth-induced water potentials. *Physiologia Plantarum*, 73(2), 311-316.
- Chatelet, D. S., Rost, T. L., Shackel, K. A., & Matthews, M. A. (2008). The peripheral xylem of grapevine (*Vitis vinifera*). 1. Structural integrity in post-veraison berries. *Journal of Experimental Botany*, 59(8), 1987-1996.
- Cochard, H., Barigah, S. T., Kleinhentz, M., & Eshel, A. (2008). Is xylem cavitation resistance a relevant criterion for screening drought resistance among *Prunus* species?. *Journal of Plant Physiology*, 165(9), 976-982.

- Cochard, H., Damour, G., Bodet, C., Tharwat, I., Poirier, M., & Améglio, T. (2005). Evaluation of a new centrifuge technique for rapid generation of xylem vulnerability curves. *Physiologia Plantarum*, 124(4), 410-418.
- Dražeta, L., Lang, A., Hall, A. J., Volz, R. K., & Jameson, P. E. (2004). Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. *Annals of Botany*, 93(3), 275-282.
- Çıkman, E., Çömlekçioğlu, N., & Şimşek, M. (2011). Effects of different irrigation levels on population densities of liriomyza trifolii (burgess, 1880) on two vegetable soybean (*Glycine max* [L.] merr.) cultivars. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(3), 29-35.
- Grimm, E., Pflugfelder, D., van Dusschoten, D., Winkler, A., & Knoche, M. (2017). Physical rupture of the xylem in developing sweet cherry fruit causes progressive decline in xylem sap inflow rate. *Planta*, 246(4), 659-672.
- Hargrave, K. R., Kolb, K. J., Ewers, F. W., & Davis, S. D. (1994). Conduit diameter and drought-induced embolism in *Salvia mellifera* Greene (Labiatae). *New Phytologist*, 126(4), 695-705.
- Inch, S. A., & Ploetz, R. C. (2012). Impact of laurel wilt, caused by *Raffaelea lauricola*, on xylem function in avocado, *Persea americana*. *Forest Pathology*, 42(3), 239-245.
- Li, H., Zhang, X., Hou, X., & Du, T. (2021). Developmental and water deficit-induced changes in hydraulic properties and xylem anatomy of tomato fruit and pedicel. *Journal of Experimental Botany*, 72(7), 2741-2756.
- Liu, Y. Y., Song, J., Wang, M., Li, N., Niu, C. Y., & Hao, G. Y. (2015). Coordination of xylem hydraulics and stomatal regulation in keeping the integrity of xylem water transport in shoots of two compound-leaved tree species. *Tree Physiology*, 35(12), 1333-1342.
- Martinez, H. E. P., Maia, J. T. L. S., Ventrela, M. C., Milagres, C. D. C., Cecon, P. R., Clemente, J. M., & Garbin, C. Z. (2020). Leaf and stem anatomy of cherry tomato under calcium and magnesium deficiencies. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63, e20180670.
- Meinzer, F. C., Clearwater, M. J., & Goldstein, G. (2001). Water transport in trees: current perspectives, new insights and some controversies. *Environmental and Experimental Botany*, 45(3), 239-262.
- Miqueloto, A., do Amarante, C. V. T., Steffens, C. A., dos Santos, A., & Mitcham, E. (2014). Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 165, 319-323.
- Polat, A. A. (2021). Investigation on the usage of hawthorn (*Crataegus* spp) as rootstock for loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 86-91.
- Rajput, V. D., Chen, Y., & Ayup, M. (2015). Effects of high salinity on physiological and anatomical indices in the early stages of *Populus euphratica* growth. *Russian Journal of Plant Physiology*, 62(2), 229-236.
- Sano, Y., Okamura, Y., & Utsumi, Y. (2005). Visualizing water-conduction pathways of living trees: selection of dyes and tissue preparation methods. *Tree Physiology*, 25(3), 269-275.
- Stiller, V. (2009). Soil salinity and drought alter wood density and vulnerability to xylem cavitation of baldcypress (*Taxodium distichum* (L.) Rich.) seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), 164-171.
- Tezara, W. M. V. J., Mitchell, V. J., Driscoll, S. D., & Lawlor, D. W. (1999). Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. *Nature*, 401(6756), 914-917.
- Umebayashi, T., Utsumi, Y., Koga, S., Inoue, S., Shiiba, Y., Arakawa, K., Matsumura, J., & Oda, K. (2007). Optimal conditions for visualizing water-conducting pathways in a living tree by the dye injection method. *Tree Physiology*, 27(7), 993-999.



Investigation of the effect of non-uniform heat distribution of microwave on the mortality rates of some plants

Mikrodalganın düzgün olmayan ısı dağılımının bazı bitkilerin ölüm oranlarına etkisinin araştırılması

Hasan SAHİN^{1*} 

¹Department of Mechatronics, Harran University, Sanliurfa, 63200, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-3977-4252>

To cite this article:

Sahin, H. (2021). Investigation of the effect of non-uniform heat distribution of microwave on the mortality rate of some plants. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 293-303.

DOI: 10.29050/harranziraat.885282

*Address for Correspondence:

Hasan SAHİN

e-mail:

hsahin@harran.edu.tr

Received Date:

23.02.2021

Accepted Date:

02.07.2021

© 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

Weeds, cause significant losses in agricultural production and are mostly controlled by herbicides, which are harmful to the environment. An alternative method that can be applied instead of these chemicals that pollute the soil and water is the microwave weed control method. But, one of the main problems with the microwave weed control method is the non-uniform heat distribution. This study aims to investigate the effect of non-uniform heat distribution on the mortality rate in the microwave weed control method by the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) technique. The NDVI technique has been used for the first time in this study to determine the mortality rate in microwave weed control. Mortality rates in one-week germinated *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses that were exposed to microwave energy for 10, 20, and 30 seconds were measured. It was determined that a higher rate of mortality occurred in the uniform heat distribution condition, compared to the non-uniform heat distribution ($p < 0.05$). Mortality rates in both *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses increased as the microwave application time increased. The highest mortality rate occurred in *Lepidium sativum* (cress) grass (69.81%) and *Hordeum vulgare* (barley) grass (61.01%) with uniform heat distribution for 30 seconds. In the non-uniform heat distribution for 10 seconds, an increase was observed in *Hordeum vulgare* (barley) grass compared to the control group (7.01%). As a result, it can be said that weed control with microwave energy has the potential to be a good “environmentally friendly alternative method” to chemical weed control methods.

Key Words: Non-chemical, Environmentally friendly, Alternative weed control, NDVI.

ÖZ

Tarımsal üretimde önemli kayıplara neden olan yabancı otlar, çoğunlukla herbisit adı verilen çevreye zararlı olduğu bilinen kimyasallarla kontrol edilir. Toprağı ve suyu kirleten bu kimyasalların yerine uygulanabilecek alternatif yöntemlerden birisi de mikrodalga ile yabancı ot kontrolü yöntemidir. Ancak, mikrodalga ile yabancı ot kontrolü yöntemiyle ilgili temel sorunlardan birisi, düzgün olmayan ısı dağılımıdır. Bu çalışmada, mikrodalga ile yabancı ot kontrolünde, düzgün olmayan ısı dağılımının mortalite oranına etkisini NDVI tekniği ile araştırmak amaçlanmıştır. NDVI tekniği, mikrodalga ile yabancı ot kontrolünde mortalite oranı tespiti amacıyla ilk defa bu çalışmada kullanılmıştır. Mikrodalga enerjisi, 10, 20 ve 30 saniye süreyle maruz bırakılan bir haftalık çimlendirilmiş *Lepidium sativum* (tere) ve *Hordeum vulgare* (arpa) bitkilerinin mortalite oranları ölçülmüştür. Düzgün ısı dağılımı koşulunda, düzgün olmayan ısı dağılımına göre daha yüksek oranda mortalitenin meydana geldiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Mikrodalga uygulama süresi arttıkça hem *Hordeum vulgare* (arpa), hem de *Lepidium sativum* (tere) bitkisinde mortalite oranları da artmıştır. En yüksek mortalite, 30 saniye boyunca düzgün ısı dağılımı uygulamasında, % 69.81 ile *Lepidium sativum* (tere) ve % 61.01 ile *Hordeum vulgare* (arpa) meydana gelmiştir. 10 saniye süreli düzgün olmayan ısı dağılımı

uygulamasında, *Hordeum vulgare* (arpa) bitkisi çimlenme oranı kontrol grubuna göre % 7.01 artış gözlenmiştir. Sonuç olarak, mikrodalga enerji ile yabancı ot kontrolünün, kimyasal yabancı ot kontrol yöntemlerine iyi bir “çevre dostu alternatif yöntem” olma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal olmayan, Çevre dostu, Alternative yabancı ot kontrolü, NDVI.

Introduction

The most common weed control method is the use of chemicals (herbicides) (Shaner,2014), (Rüegg,2007), (Qasem,2011). However, the possibility of these chemicals getting into drinking water over time, the damage they cause to the soil and the environment has highlighted non-chemical methods of struggle today. The chemicals (herbicides) used in weed control affect the physiological development of weeds and aim to minimize or completely remove economic loss. Necessary researches should be carried out on the elimination of the damage caused by weeds, their prevalence, and intensity, and the determination of important species and the most appropriate methods of struggle (Aslan, 2018), (Koutica, 2010). The yield loss caused by weeds only in wheat plants is around 20-40% (Erdal, 2020), (Zimdahl, 2018). The methods of control using herbicides are widely used in the control of weeds, as well as in non-agricultural areas. However, in scientific studies (Cengiz et al., 2017) it has been determined that the herbicides detected in drinking water can be separated by the ozone purification method, the norflurazon and oxadiazon leave residues in plants and soil even after one month, and this poses a danger in consumption (Janaki, 2015).

The effects of herbicides on human health as well as on animals such as bees, birds, and fish, microorganisms, and invertebrates are very serious. It also causes cancer in people who are exposed to phenoxy group herbicides, which are widely used around the world. Additionally, it has been stated that triazines are associated with breast cancer, while terbuthylazine causes lung cancer (Mladinic et al., 2012). The known side effects of herbicides include deaths in non-target organisms and long-term effects such as changes in the structure of the ecosystem and the number of species (Solomon et al., 2013).

As the harms of these agricultural chemicals emerge and environmental sensitivity increases,

interest in non-chemical alternative control methods (such as microwave and electric current) has increased (Sahin, 2012).

Herbicides such as atrazine and simazine are widely used in agricultural production areas, railway networks, airports, road and sidewalk edges. Besides, restrictions have been imposed on the use of triazines outside of agricultural areas in some countries. It is highly desired by society to give up natural plant production by giving up chemical control methods. However, many farmers prefer the use of herbicides due to their ease of application (Ngowi, 2007).

In studies conducted with microwave energy, it has also been found that it can kill plant roots and seeds buried a few centimeters deep into the soil (Sahin, 2014). Most of the studies conducted under experimental conditions (De Wilde, 2017), aimed to determine the best microwave process based on power, time, and soil moisture to prevent invasive species from germinating and seed embedding depth was taken as 2, 12 cm. It was exposed to microwaves by germinating ryegrass and rapeseed to determine the amount of energy required for the destruction of weeds (Valezquez, 2008). As a result, it has been found that it is technically possible to eliminate the herbaceous species already germinated in the field. According to the results obtained, there was a 100% restriction on the germination of seeds exposed to the microwave for 126 seconds (Sahin, 2014). Microwaves based on high energy can kill weeds very efficiently (Bajwa, 2015). Using microwave radiation as a weed control method seems to be a good alternative because it does not produce chemical residues in the environment (Rana, 2018).

In the soil exposed to microwave energy, it has been determined in the studies (Khan, 2016) that the agricultural product yield increases. In the study on RF (Radio Frequency) exposures for

germination increase and alfalfa seed improvement, frequency, electric field intensity, seed moisture content, seed temperature, variant change, and practical application possibilities in the seed industry were discussed (Nelson, 2018).

Khalafalah, (2009), study on *Hordeum vulgare* (barley) seeds, it was stated that high germination rates were obtained after the *Hordeum vulgare* (barley) seeds were treated with a microwave output power of 400 W. Also, it has been stated that microwave radiation should be tried on different plants to fully understand the effects of cell organelles, enzyme activity, genetic changes, and yield infrastructures (Cretescu, 2013). Miler, (2018), stated that the effect of microwaves on the DNA of plant cells is still uncertain, but it can be very advantageous to use this electromagnetic radiation as a source of change in mutation breeding. In the study performed by applying 2.45 GHz microwave and 4 different power levels, mortality rates ranging from 4% to 90% were obtained in wild mustard and wild oat and *Lepidium sativum* (cress) plants (Sahin, 2015). But, the thermal leaks that occur during microwave applications also cause a significant energy loss (Sahin, 2019). Taheri, (2018), emphasized the necessity of knowing the dielectric properties of agricultural products in thermal processes that use the microwave and radiofrequency. Any misinterpretation negatively affects the perceived value of the microwave

weed control technology and predicts the required energy load more than it is (Rana, 2017).

As the world population increases, agricultural cultivation areas decrease, on the contrary. This situation creates an agricultural sustainability problem. Besides, the negative effects of agricultural chemicals on ecology and life are increasing. Instead of herbicides with such obvious negative effects, the development of more environmentally friendly alternative methods should be encouraged. One of the non-chemical weed control methods is the microwave weed control method. This method is new and environmentally friendly, but it is still in the research and trial phase.

Materials and Methods

In the study, a speed-controlled microwave tunnel with 4 pcs of 1 kW magnetrons was used as a microwave tunnel (Figure 1). The microwave output power of each magnetron is 850 watts. To obtain uniform heat distribution during microwave application, the test platform was rotated with a 3 watts 6 rpm synchronous motor. The non-uniform heat distribution conditions have been achieved by deactivating the rotary motor. The movement of the tractor in the field conditions was tried to be simulated by using the conveyor belt.

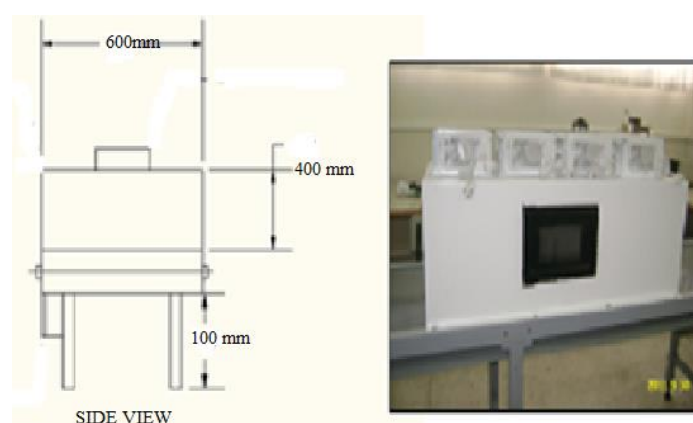


Figure 1. Microwave speed control tunnel with 4 pcs of 1 kW magnetron (Source: Author,2021)

Hordeum vulgare (barley) and *Lepidium sativum* (cress) seeds that are easily germinated and easily available were preferred. For each recurrence, *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) seeds were planted in 4 pots, one for the control group and the other for

three samples. All pots were kept in an air conditioning cabinet at 20-22°C temperature, average 1000-1200 lux light, and 60-70% humidity during germination and post-experiment observation. 1 week of germinated *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress)

seeds was exposed to a microwave frequency of 2.45 GHz with the help of a magnetron with an output power of 850 kW for 10, 20, and 30 seconds.

To solve the problem of non-uniform heat distribution in microwave heating, the target material is placed on a circular moving plate. Infield conditions, this problem will be solved by using circular motion microwave guides. For that reason, the samples were exposed to the microwave with the help of a circular motion of a 6 rpm table motor to obtain a uniform heat distribution condition. Non-uniform heat distribution conditions were obtained by exposing the samples to microwave energy while the rotating motor was off. Soil and humidity values of the soil were measured before and after the microwave application.

NDVI (normalized difference vegetation index) Meter: NVDI values before the exposure of plants to microwave and 1 week after application were measured with the Trimble Green Seeker handheld device shown in Figure 2. The emission wavelengths of the device are red 660 nm, 25 nm FWHM, near-infrared 780 nm, and 25 nm FWHM, and the field of view of the device is 25 cm at 60 cm or 50 cm at 122 cm. The height range is from 60 to 120 cm. The normalized difference vegetation index (NDVI) provides information about vegetation viability by measuring the difference between near-infrared reflected from vegetation and the red light absorbed by vegetation. It is a technology for distinguishing bare soil from green plants or forests, detecting plants under stress, and determining the health level of plants.



Figure 2. NDVI meter device (Source: Trimble,2021)

NDVI₁ (Normalized Difference Vegetation Index) values of the plants were measured and recorded before application. Plants exposed to microwave energy were monitored for 1 week at the appropriate temperature and humid environment and NDVI₂ values of plants were measured 1 week after microwave application. Mortality (%) values occurring in plants were obtained with the help of Equation (1).

$$Mortality = \frac{NDVI_1 - NDVI_2}{NDVI_1} \quad (1)$$

Although the normalized difference vegetation index (NDVI) is a widely used method to monitor vegetation dynamics, NDVI values are also known to be deeply affected by various external factors (Arjasakusuma, 2018). When calculating NDVI, in the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) formula, NIR (near infra-red) near-infrared and red (red) channels use, Equation (2).

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red) \quad (2)$$

This method can help natural resource managers prioritize forest treatment and restoration activities by offering tree mortality rates (Spruce, 2019). Normalized difference vegetation index (NDVI) images derived from processed satellite data were also used in the analysis of the relationship between urban foliage rate and infant mortality in Philadelphia (Schinasi, 2019). A similar study was conducted in Canada using NDVI data (Crouse, 2017). With a machine learning method that distinguishes between crop and weed species based on spectral reflection differences (NDVI), studies on remote sensing-based solutions are also conducted to quickly estimate biodiversity spectral properties (Pantazi, 2016), (Khare, 2018), (Nagler, 2016). NDVI, which is based on the technique that plants reflect energy at the near-infrared wavelength and absorb energy at visible red wavelength, is widely used to monitor changes in climate and agricultural areas (Çelik, 2013).

Statistical analysis

To compare the mortality rates of *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grass exposed to microwave energy, each variable

was determined by taking the power of the test at least 80% and 1. type error 5%, in calculating the sample width. Descriptive statistics in our study are expressed as a percentage. Z-ratio test was used to compare mortality rates in *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grass, where microwave energy was applied for 10, 20, and 30 seconds in the uniform heat distribution conditions and non-uniform heat distribution conditions. The statistical significance level (α) was taken as 5% in calculations and Minitab (Statistical Software for Windows, Ver.17) statistical software was used for calculations.

Results and Discussion

The microwave application results of comparison of mortality rates in the UHD (Uniform Heat Distribution) conditions and Non-UHD (Non-Uniform Heat Distribution) conditions for 10, 20, and 30 seconds, in the *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) are given. During the same period, when the mortality rates in the UHD conditions and the Non-UHD conditions where the microwave energy is applied are examined; A statistical similarity was found between the mortality rates of *Lepidium sativum* (cress) grass applied microwave energy in UHD and Non-UHD conditions for 10 seconds ($p > 0.05$), (Table 1). In *Lepidium sativum* (cress) grasses, there was no significant difference between the mortality rates in the heat distributions.

Similarly; A statistical similarity was found between the mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) grass with microwave energy in UHD and Non-UHD conditions for 10 seconds ($p > 0.05$). In other words; In *Hordeum vulgare* (barley) lawns, there was no significant difference between the mortality rates in these heat distribution conditions.

A statistically significant difference was observed between the mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) grass where microwave energy was applied in UHD and Non-UHD conditions for 20 seconds ($p < 0.05$). In other words; In *Hordeum*

vulgare (barley) lawns, a significant difference was observed between the mortality rates in these heat distribution conditions.

Table 1. Comparison of mortality rates in microwave exposed *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses

	Time (s)	Mortality rates at UHD (%)	Mortality rates at Non-UHD (%)	*p.
<i>Lepidium sativum</i> (cress)	10	29.63	20.02	0.141
<i>Hordeum vulgare</i> (barley)	10	7.01	7.20	1.000
**p.		<0.001	0.006	
<i>Lepidium sativum</i> (cress)	20	57.70	36.40	0.003
<i>Hordeum vulgare</i> (barley)	20	40.10	38.09	0.772
**p.		0.010	0.770	
<i>Lepidium sativum</i> (cress)	30	69.81	54.90	0.027
<i>Hordeum vulgare</i> (barley)	30	61.01	45.45	0.022
**p.		0.179	0.155	

* Significance levels of mortality rates occurring in the grass where microwave applied under UHD and Non-UHD conditions according to the results of the Z-ratio test.

** Significance levels of mortality rates in *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grass within the same duration and the same heat distribution conditions according to the results of comparison with Z-ratio test.,

Here, mortality rates in uniform heat distribution are higher (57.7%). A statistical similarity was found between the mortality rates in microwave applied *Hordeum vulgare* (barley) grass in UHD and Non-UHD conditions for 20 seconds ($p > 0.05$). In *Hordeum vulgare* (barley) lawns, there was no significant difference between the mortality rates in these heat distribution conditions.

In the UHD and Non-UHD environments for 30 seconds, a statistically significant difference was observed between the mortality rates in microwave applied *Lepidium sativum* (cress) grasses ($p < 0.05$). In other words; In *Lepidium sativum* (cress) lawns, a significant difference was observed between the mortality rates in these

heat distribution conditions. Mortality rates in the UHD conditions occurred at a higher rate (69.8%). A statistically significant difference was observed between the mortality rates in microwave energy applied *Hordeum vulgare* (barley) grasses under UHD and Non-UHD conditions for 30 seconds ($p < 0.05$). In other words; In *Hordeum vulgare* (barley) lawns, a significant difference was observed between the Mortality Rates in these heat distribution conditions. Mortality rates in the UHD conditions occurred at a higher rate (61.0%). Comparison results of mortality rates in *Lepidium sativum*-*Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare*-*Hordeum vulgare* (barley) grass in the same periods and the same heat distribution conditions:

A statistically significant difference was observed between the mortality rates in the microwave energy applied *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses for 10 seconds, in the UHD conditions ($p < 0.05$). In the *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses, a significant difference was observed between the mortality rates in these heat distribution conditions. Here, the mortality rate in *Lepidium sativum* (cress) grasses is higher than that of *Hordeum vulgare* (barley) (29.63%), (Figure 3).

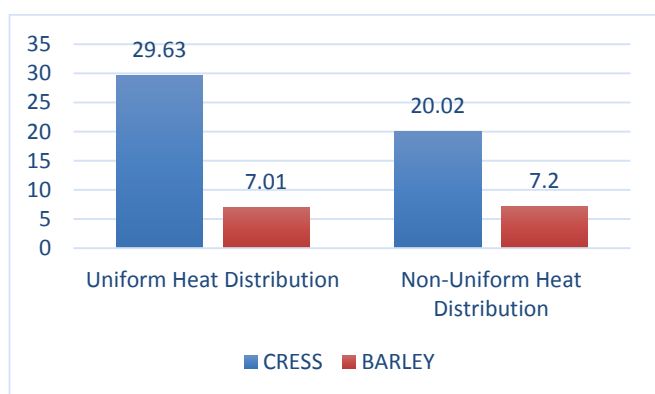


Figure 3. Mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses for 10s microwave exposed in UHD and Non-UHD conditions

A statistically significant difference was observed between the mortality rates in the *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) lawns applied in microwave energy for 20 seconds in the UHD conditions ($p < 0.05$). In the

Lepidium sativum (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grass, a significant difference was observed between the mortality rates in these heat distribution conditions. Here, the mortality rate in *Lepidium sativum* (cress) grass is higher than that of *Hordeum vulgare* (barley) (57.7%), (Figure 4).

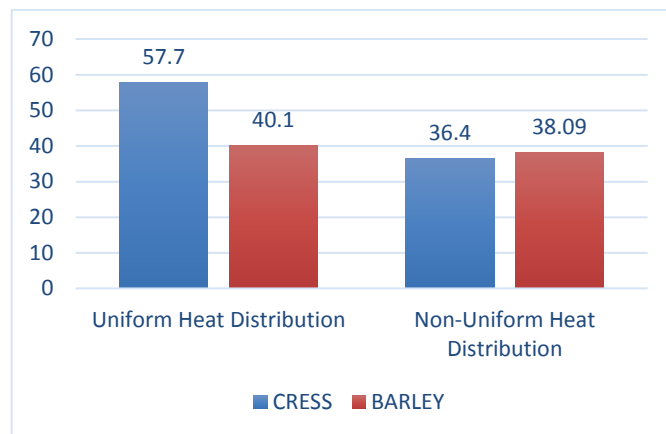


Figure 4. Mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grass for 20s microwave exposed in UHD and Non-UHD conditions

A statistical similarity was found between the mortality rates in *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses, in which microwave energy was applied in the Non-UHD environment for 30 seconds ($p > 0.05$). In the *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses, there was no significant difference between the mortality rates in these heat distribution conditions (Figure 5).

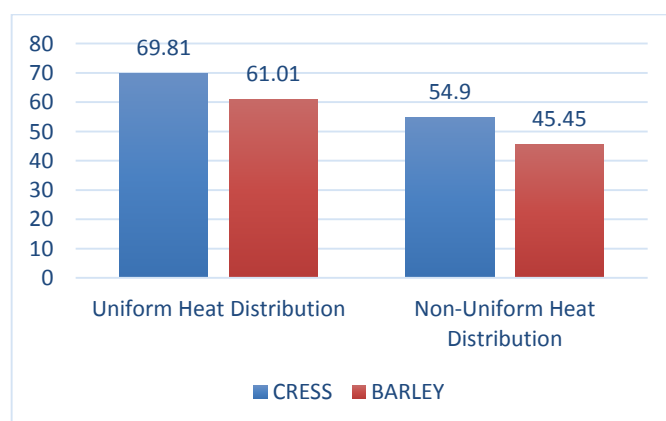


Figure 5. Mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses for 30s microwave exposed in UHD and Non-UHD conditions

Looking at the mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress)

grass for 10, 20, and 30s in the UHD conditions (Figure 6); It can be observed that, mortality rates

in *Lepidium sativum* (cress) grasses are higher in all 10s, 20s, and 30s applications.

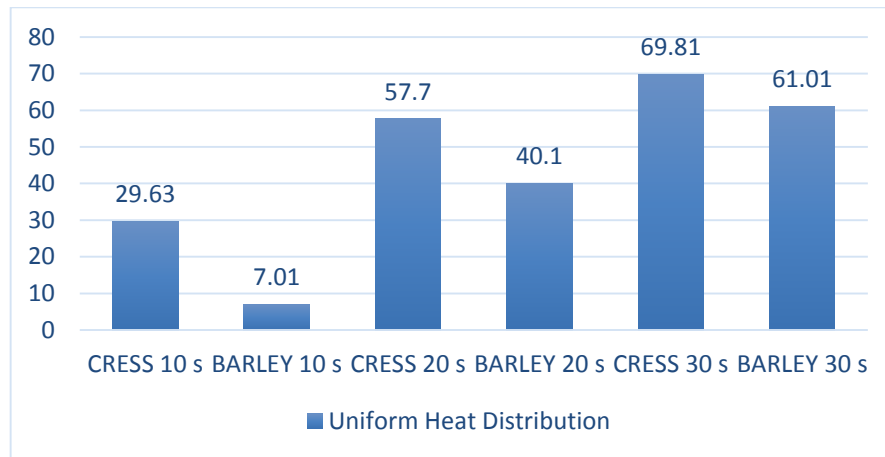


Figure 6. Mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses microwave energy exposed for 10, 20, and 30 seconds in UHD conditions

In non-UHD conditions, when the mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grass were examined for 10, 20, and 30s (Figure 7); Mortality rates in *Lepidium sativum* (cress) grass were higher in all 10s, 20s,

and 30s applications. As the microwave exposure time increases, mortality rates increase in both plant species. This result was observed in both UHD conditions and Non-UHD conditions.

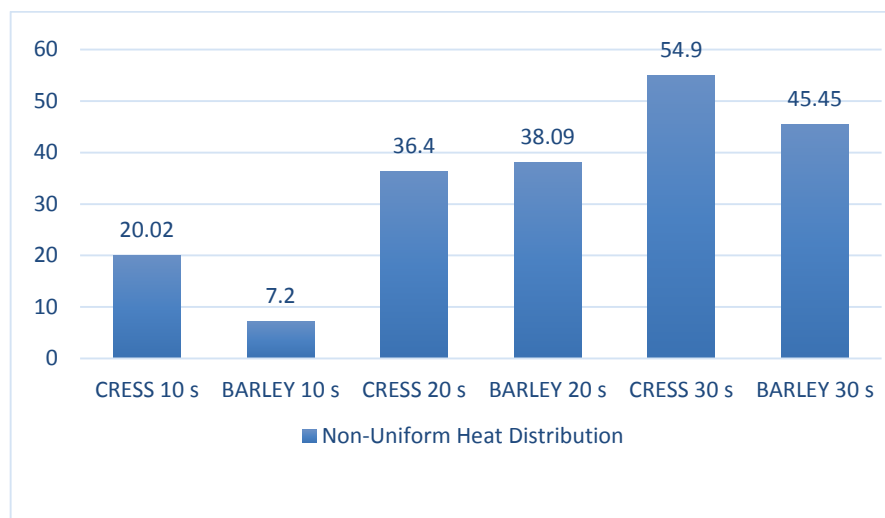


Figure 7. Mortality rates in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses microwave energy exposed for 10, 20, and 30 seconds in Non-UHD conditions

In non-UHD conditions, when the mortality rates occurring in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses for 20 and 30s are examined; It was observed that mortality

rates in *Lepidium sativum* (cress) grass are higher in all 10s, 20s, and 30s applications. As the microwave exposure time increases, mortality rates increase in both plant species (Figure 8).

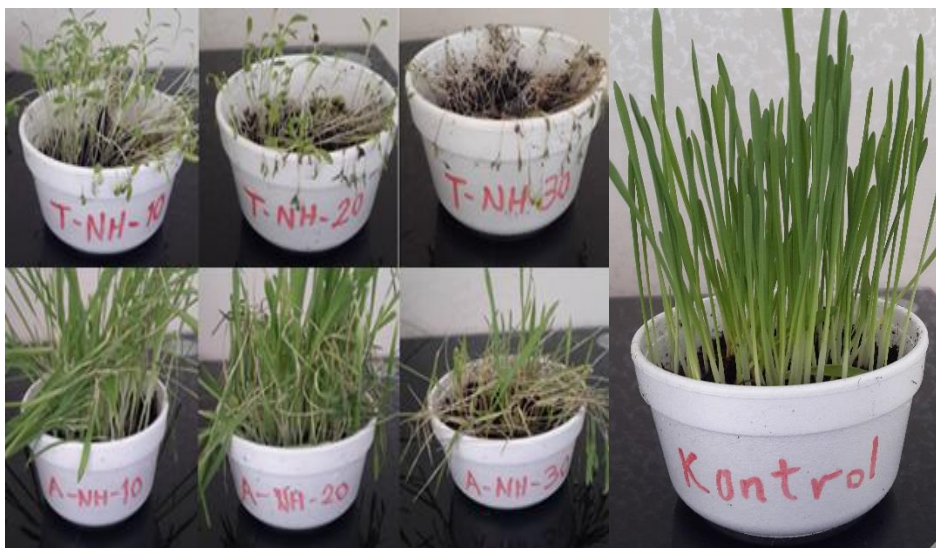


Figure 8. 10, 20, and 30 seconds microwave exposed *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses in Non-UHD conditions

When the mortality rates that occur in 10, 20, and 30s of *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grass under UHD conditions were examined; It was observed that the mortality rates occurring in *Lepidium sativum*

(cress) grass was higher in all 10s, 20s, and 30s applications compared to *Hordeum vulgare* (barley) grass. As the microwave exposure time increases, mortality rates increase in both plant species (Figure 9).

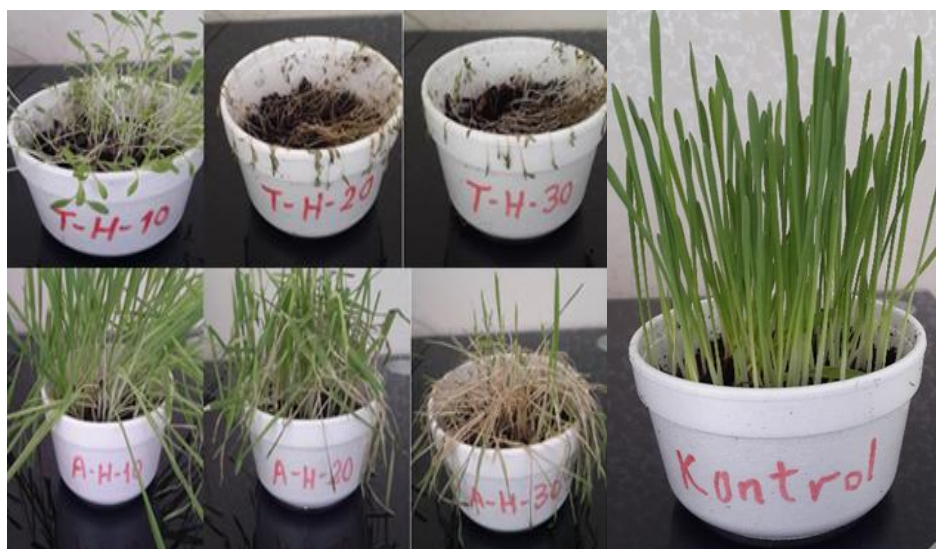


Figure 9. 10, 20, and 30 seconds microwave exposed *Lepidium sativum* (cress) and *Hordeum vulgare* (barley) grasses in UHD conditions

Mortality rates and soil temperature changes occurring in *Hordeum vulgare* (barley) and *Lepidium sativum* (cress) grasses for 10, 20, and 30s in UHD and Non-UHD conditions; It shows that as the microwave exposure time increases, the soil temperature increases, and accordingly, the mortality rates increases. As a result, there was an increase in soil temperatures both in the UHD and Non-UHD conditions along with the microwave application time (Table 2).

Table 2. Mortality rates and Δt change for 10 s, the 20s, 30s in uniform and non-uniform heat distribution

	Time (s)	UHD Mortality (%)	Δt (°C)	Non-UHD Mortality (%)	Δt (°C)
<i>Lepidium sativum</i> (cress)	10	29.63	9.20	20.02	7.50
	20	57.70	20.30	36.40	17.20
	30	69.81	23.00	54.90	20.40
	Control	-3.63			
<i>Hordeum vulgare</i> (barley)	10	-7.01	7	7.20	6.20
	20	40.10	16.20	38.09	12.9
	30	61.01	19.90	45.45	18.4
	Control	-5.17			

In weed control and other microwave thermal applications, one of its main problems is non-uniform heat distribution. This problem causes non-uniform heating and energy loss (Fakhouri, 1993), (Funawatashi, 2003), (Sahin, 2012), (Sahin, 2014), (Sahin, 2015).

A difference was observed between the mortality rates of plants microwave energy applied for 10, 20, and 30 s, under UHD and Non-UHD conditions.

Under UHD conditions, an increase of approximately 7% was observed in *Hordeum vulgare* (barley) grasses that were microwaved for 10 s (Table 2). Microwave and electric current applications at low power levels may cause an increase in germination rate in plants (Sahin, 2012), (Sahin, 2014), (Sahin, 2015), (Sahin 2017), (Sahin, 2020), (Bajwa, 2015).

As the microwave application time increases (10, 20, and 30 seconds) in UHD conditions, an increase in mortality rates observed in plants (except UHD, 10 s, *Hordeum vulgare* (barley)) was observed (Table 2), (UHD *Lepidium sativum* (cress); 29.63%, 57.70%, 69.81%, UHD *Hordeum vulgare* (barley); 40.10%, 61.01%, respectively), (Sahin, 2014), (Sahin, 2015), (Sahin 2017), (Cretescu, 2013), (De Wilde, 2017).

In UHD and Non-UHD conditions for 10, 20, and 30 s, mortality rates in *Lepidium sativum* (cress) grass was higher than *Hordeum vulgare* (barley) grass. This is thought to be due to physical property differences (stem thickness, leaf shape, total plant mass) between plant grass.

Besides, in electrical and microwave applications, the properties of weed species and soil such as electrical resistance (R), impedance (Z), dielectric constant (ϵ'), loss factor (ϵ'') and dissipation factor ($\tan \delta$) should be taken into account (Kafarski, et al., 2018), (Taheri et al., 2018). (Van, 2016), (Sahin, 2019).

Microwaves based on high energy can kill weeds very efficiently (Bajwa, 2015). Therefore, the use of microwave radiation as a weed control method seems to be a good alternative because it does not leave any chemical residue in the environment (Rana, 2018).

Rapid urbanization increased per capita water consumption and increased water pollution in parallel with industrial development (Muratoglu, 2020). Besides, the decrease in the capacity of the dam basins due to the accumulation of solids (Güvel,2020) indicates potable water problems that may arise in the future. Land-use changes made for economic development increase pressures especially on sensitive ecosystems (Kuru,2020). In this context, the proliferation of non-chemical weed control methods is important to reduce the use of agricultural chemicals that also cause drinking water pollution.

Conclusion

One of the main problems in microwave weed control management is the non-uniform heat distribution. This problem causes non-uniform heating, energy loss, and poor heating quality. In this study, it was found that, as the microwave application time increases in UHD conditions, an increase is observed in the mortality rates of plants. It has been observed that the efficiency of the method increases even more when provided in the uniform heat distribution mode. It is thought that as the technologies used in this method are developed, it will be accepted as a more efficient and economical method. To determine the applicability of weed control with microwave under field conditions, it will be tested with a microwave application device to be developed and the results obtained will be re-evaluated.

As a result, weed control with microwave energy has the potential to be a good “environmentally friendly alternative method” to chemical weed control methods.

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

Author’s Contribution: The experimental design, experiments and data analysis of this article, preparation according to the journal writing rules, and editing works were carried out by Hasan Şahin.

References

- Arjasakusuma, S., Yamaguchi, Y., Nakaji, T., Kosugi, Y., Shamsuddin, S. A., & Lion, M. (2018). Assessment of values and trends in coarse spatial resolution NDVI datasets in Southeast Asia landscapes. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 863-877.
- Arslan, Z. F. (2018). Şanlıurfa ili pamuk tarlalarında sulama sonrası yabancı otlar ile ilgili yaşanan değişimler, sorunlar ve çözüm önerileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 109-125.
- Bajwa, A. A., Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2015). Nonconventional Weed Management Strategies For Modern Agriculture. *Weed Science*, 63(4), 723-747.
- Brodie, G., Hamilton, S. and Woodworth, J. (2007). "An Assessment of Microwave Soil Pasteurization For Killing Seeds And Weeds," *Plant Protection Quarterly*, Vol. 22, No. 4, Pp. 143-149, 2007.
- Cengiz, M. F., Basancelebi, O., & Kitis, Y. E. (2017). Glyphosate residues in drinking waters and adverse health effects. *The Turkish Journal of Occupational/Environmental Medicine and Safety*, 2(1 (3)), 247-258.
- Çelik, M., & Sönmez, M. (2013a). Kızıltepe İlçesinin Tarımsal Yapısındaki Değişimlerin Modis NDVI Verileri Kullanılarak İzlenmesi ve İncelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 262-281.
- Cretescu, I., Căpriță, R., Velicevici, G., Ropciuc, S., & Buzamat, G. (2013). The response of *Hordeum vulgare* (barley) Seedlings to Microwaves at 2.45 GHz. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 46(1), 185-191.
- De Wilde, M., Buisson, E., Yavercovski, N., Willm, L., Bieder, L., & Mesléard, F. (2017). Using microwave soil heating to inhibit invasive species seed germination. *Invasive Plant Science and Management*, 10(3), 262-270.
- Erdal, A. Üremiş, İ. (2020). Şanlıurfa ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1), 33-43.
- Guvel, S. P., & Yurtal, R. (2020). Investigation of sedimentation effects on the Seyhan Dam reservoir. *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(2), 1015-1025.
- Janaki, P., Sharma, N., Chinnusamy, C., Sakthivel, N., & Nithya, C. (2015). Herbicide residues and their management strategies. *Indian Journal of Weed Science*, 47(3), 329-344.
- Kafarski, Marcin, et al. (2018). Evaluation of apple maturity with two types of dielectric probes. *Sensors*. 18.1: 121.
- Khalafallah, A. A., & Sallam, S. M. (2009). Response Of Maize Seedlings To Microwaves At 945 Mhz. *Romanian J. Biophys*, 19(1), 49-62.
- Khan, M. J., Brodie, G., & Gupta, D. (2016). Effect of Microwave (2.45 GHz) Treatment of Soil on Yield Components of Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 50(3), 191-200.
- Khare, S., Latifi, H., & Ghosh, S. K. (2018). A multi-scale assessment of invasive plant species diversity using Pleiades 1A, RapidEye and Landsat-8 data. *Geocarto International*, 33(7), 681-698.
- Koutika, L. S., & Rainey, H. J. (2010). *Chromolaena odorata* in different ecosystems: weed or fallow plant? *Applied Ecology and Environmental Research*, 8(2), 131-142.
- Kuru, A., & Tezer, A. (2020). İçme suyu havzası koruma sınırlarının belirlenmesine yeni yöntem önerisi: Kırklareli barajı içme suyu havzası örneği. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 35(1).
- Miller, N., & Kulus, D. (2018). Microwave Treatment Can Induce *Chrysanthemum* Phenotypic And Genetic Changes. *Scientia Horticulturae*, 227, 223-233.
- Mladinic M, Zeljezic D, Shaposhnikov SA, Collins AR. (2012). The use of FISH-comet to detect c-Myc and TP 53 damage in extended-term lymphocyte cultures treated with terbuthylazine and carbofuran. *Toxicology Letters*, v. 211, p. 62-69.
- Muratoglu, A. (2020). Assessment of the water footprint of production: A case study for Diyarbakir province. *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(2), 845-858.
- Nagler, P. L., Sridhar, B. M., Olsson, A. D., van Leeuwen, W. J., & Glenn, E. P. (2016). Hyperspectral Remote Sensing Tools for Quantifying Plant Litter and Invasive Species in Arid Ecosystems. In *Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation* (pp. 396-429). CRC Press.
- Nelson, S. O. (2018). Rf Electrical Seed Treatment To Improve Germination. In 2018 Asabe Annual International Meeting (P. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Ngowi, A. V. F., Mbise, T. J., Ijani, A. S. M., London, L., & Ajayi, O. C. (2007). Smallholder vegetable farmers in Northern Tanzania: Pesticides use practices, perceptions, cost and health effects. *Crop protection*, 26(11), 1617-1624.
- Pantazi, X. E., Moshou, D., & Bravo, C. (2016). Active learning system for weed species recognition based on hyperspectral sensing. *Biosystems Engineering*, 146, 193-202.
- Qasem, J. R. (2011). *Herbicides applications: problems and considerations*. INTECH Open Access Publisher.
- Rana, A., & Derr, J. F. (2017). Determining The Microwave Radiations Exposure Level Needed For Weed Control Using A Stationary and Running Belt Microwave Radiations Applicator System. *Journal of Environmental Horticulture*, 35(2), 58-65.
- Rana, A., & Derr, J. F. (2018). Responses of Ten Weed Species to Microwave Radiation Exposure as Affected by Plant Size. *Journal of Environmental Horticulture*, 36(1), 14-20.
- Rüegg, W. T., Quadranti, M., & Zoschke, A. (2007). Herbicide research and development: challenges and opportunities. *Weed Research*, 47(4), 271-275.
- Sahin, H. (2012). Tarımsal Üretimde Yabancı Ot Mücadelesinde Mikrodalga Yönteminin Uygulanabilirliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Sahin, H. (2019). 2.45 GHz mikrodalga frekansının yabancı ot mücadelesinde yöntemi olarak kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4 (3), 58-71.
- Sahin, H. (2020). Investigating the effect of single and multiple electrodes on mortality ratio in electric current weed control method with NDVI technique. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(4), 1973-1984.
- Sahin, H., & Yalınkılıç, M. (2017). Using Electric Current As A Weed Control Method. *European Journal Of Engineering Research And Science*, 2(6), 59-64.
- Sahin, H., (2014). Effects of Microwaves on Germination of Weed Seeds. *Journal of Biosystems Engineering*, 39(4), 304-309.
- Sahin, H., and Sağlam, R. (2015). Research about microwave effects on the weed plants. *J Agr Biol Sci*, 10, 79-84.
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology*, Wadsworth, Belmont, California, USA, 4th edition.
- Schinasi, L. H., Quick, H., Clougherty, J. E., & De Roos, A. J. (2019). Greenspace and Infant Mortality in Philadelphia, PA. *Journal of Urban Health*, 96(3), 497-506.
- Skiles, J. W. (2006). Plant Response To Microwaves At 2.45 GHz. *Acta Astronautica*, 58(5), 258-263.
- Shaner, D. L., & Beckie, H. J. (2014). The future for weed control and technology. *Pest management science*, 70(9), 1329-1339.
- Solomon, K. R., Dalhoff, K., Volz, D., & Van Der Kraak, G. (2013). Effects of herbicides on fish. In *Fish physiology* (Vol. 33, pp. 369-409). academic press.
- Spruce, J. P., Hicke, J. A., Hargrove, W. W., Grulke, N. E., & Meddens, A. J. (2019). Use of MODIS NDVI Products to Map Tree Mortality Levels in Forests Affected by Mountain Pine Beetle Outbreaks. *Forests*, 10(9), 811.
- Taheri, S., Brodie, G., Jacob, M. V., & Antunes, E. (2018). Dielectric Properties of Chickpea, Red and Green Lentil in The Microwave Frequency Range as a Function of Temperature and Moisture Content. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 1-17.
- Van Emmerik, Tim, et al. (2016). Dielectric response of corn leaves to water stress. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14.1: 8-12.
- Velazquez-Martí, B., Gracia-López, C., & De La Puerta, R. (2008). Work Conditions For Microwave Applicators Designed To Eliminate Undesired Vegetation In A Field. *Biosystems Engineering*, 100(1), 31-37.
- Villeneuve, P. J. (2017). Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study. *The Lancet Planetary Health*, 1(7), e289-e297.
- Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of weed science*. Academic press.

Adıyaman ilinde Septoria Leke Hastalığının [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] çıkış zamanı üzerinde iklim faktörlerinin etkisinin belirlenmesi

Determination of the effects of climate factors on the emergence time of Septoria Spot Disease [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] in Adıyaman province of Turkey

Nevzat KILINÇ^{1*}, Murat DİKİLİTAŞ², Ela TOHUMCU³

^{1,2}Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ş.Urfa Türkiye

³Sert Kabuklu Meyveler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adıyaman Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5747-5467>; ²<https://orcid.org/0000-0002-7399-4750>; ³<https://orcid.org/0000-0001-6104-0346>

To cite this article:

Kılınç, N., Dikilitaş, M. & Tohumcu, E. (2021). Adıyaman ilinde Septoria Leke Hastalığının [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] çıkış zamanı üzerinde iklim faktörlerinin etkisinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 304-314.

DOI: 10.29050/harranziraat.895013

*Address for Correspondence:

Nevzat KILINÇ

e-mail:

nvzt1298@gmail.com

Received Date:

11.03.2021

Accepted Date:

02.07.2021

© 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 çalışma, 2019-2020 yılları arasında Adıyaman İli Samsat ilçesinde yürütülmüştür. Çalışmada, Septoria yaprak leke hastalığının (SYL) [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] bölgede çıkış zamanı ve bu durum üzerine etkili olan iklim faktörleri incelenmiştir. İklim verilerini toplayabilmek amacıyla ilçede Taşkuyu Köyü, Göltarla Köyü, Ovacık Köyü ve Kuştepe Köyü'nde yer alan 4 adet tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonu kurularak elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Gözlemler için istasyonlara yakın (5-8km) Ceyhan-99 buğday çeşidi yetiştirilen 4 adet 100 dekarlık alan belirlenmiştir. Hastalıklı bitki örnekleri laboratuvarında patates dekstroz agar (PDA) ortamında kültüre alınarak patojenin gelişimi ve morfolojik yapısının Septoria yaprak leke hastalığı etmeni ile mikroskopik olarak uyumlu olduğu tanımlanmıştır. Tarımsal erken uyarı istasyonlarından alınan veriler ışığında patojen üzerinde sıcaklık, nem, yağış ve yaprak ıslaklık süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. İlk hafif enfeksiyonların ortaya çıkışında yüksek nem ($\geq 90\%$) ve 1 mm üzerindeki yağış miktarı etkili olmuş, yağışın durmasını takiben ($R=0$ mm) sıcaklık artışı ($\geq 8^\circ\text{C}$) ile hastalık devam etmiştir. Hastalık belirtilerinin ortaya çıkışı üzerinde iklim faktörlerinin yanı sıra buğday çeşidi, ekim normu, ekim zamanı, ekim yapılan alanın konumu gibi faktörlerde yörede çıkış zamanı üzerinde etkili bulunmuştur. Bu çalışma ile ilk hastalık belirtilerinin 2020 yılı için ocak ayının ilk haftasında ortaya çıktığı belirlenmiştir. Patojene karşı uygulanacak mücadele zamanının belirlenmesinde çıkış zamanı ve iklim faktörleri bu çalışma ile ortaya konmuştur. Patojenlerin gelişimini önemli derecede sınırlandıran sıcaklık faktörü, nem olması durumunda ortamda bulunan patojenler için gelişme ortamı yaratmakta hatta onların adaptasyon kabiliyetini arttırmaktadır. Bu veriler ışığında adaptasyon kabiliyeti yüksek patojenlerin de tespiti mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: *Zymoseptoria tritici*, iklim faktörleri, Buğday, Çıkış zamanı, Erken uyarı sistemi

ABSTRACT

This study was carried out between 2019-2020 in Samsat district of Adıyaman Province. In this study, the emergence time of Septoria leaf spot disease (SYL) [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] in the region and the climatic factors affecting this situation were examined. In order to collect climate data, 4 agricultural forecasting and early warning stations were established in Taşkuyu, Göltarla, Ovacık and Kuştepe villages in the district and the data obtained were evaluated. In this research, 4 units of 100 decare areas close to the stations (5-8 km) were determined for observations. Ceyhan-99 wheat cultivar was grown in these areas. Diseased plant samples were cultured in the laboratory and according to the

microscopic observations and morphological structures in the PDA medium, it was defined as Septoria leaf spot disease. In the light of the data obtained from the agricultural early warning stations, temperature, humidity, rain fall and leaf wetness periods were effective on the pathogen. High humidity (90%) and rain fall over 1 mm were effective in the emergence of the first mild infections. The disease continued with an increase in the temperature (≥ 8 °C) following the cessation of rain (R = 0 mm). In addition to climatic factors, factors such as wheat variety, sowing norm, sowing time, and the location of the sown area were found to be effective on the emergence time in the region. With this study, it was determined that the first symptoms of the disease appeared in the first week of January, 2020. The emergence time and effective climate factors, which are important data in determining the time of control methods, have been reported in this study.

Key Words: *Zymoseptoria tritici*, Climate factors, Wheat, Exit time, Early warning system

Giriş

Dünyada 124 ülkede toplam 238.560.684 ha alanda üretimi yapılan buğday insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (FAO, 2018). Buğday üretiminde abiotik ve biyotik sebeplerden dolayı birçok ürün kayıpları gözlenmektedir. Özellikle Septoria yaprak lekesi hastalığı (SYL), buğdayda verim oranını % 30- 50 oranında azaltmakta, bu nedenle, küresel gıda güvenliği için bir tehdit olarak görülmektedir (Sidhu ve ark., 2015). SYL'nin ülkemizde de oldukça yaygın olduğu ve bütün bölgelerde uygun iklim koşulları ve duyarlı çeşitler ile birleştiğinde önemli ürün kayıplarına sebep olabilecek potansiyele sahip olduğu bilinmektedir (İren, 1962; Bora ve Karaca, 1974; Akan ve ark., 2006; İlgen ve ark., 2017; Özdemir ve ark., 2017). Hastalık etmeni ile mücadelede birçok koruyucu fungusit önerilmesine karşın, ilaçlama dozu ve ilaçlama zamanlarının tam olarak üretici tarafından belirlenememesinden dolayı özellikle kışık buğday çeşitlerinde kimyasal mücadeleye rağmen %40'lara varan ürün kayıpları meydana gelmektedir. Dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi hastalık ile mücadelede önemli rol oynamaktadır (Torriani ve ark., 2009).

SYL hastalığı, ilk olarak bitkide yaprak üzerinde küçük, düzensiz, kırmızımtırak-kahverengi lekeler şeklinde görülür, ilerleyen dönemlerde bu lekeler genişleyerek yaprağın kurumasına neden olur. Hastalık etmenin gelişimi için optimum sıcaklık 20-25°C olmasına rağmen, etmen 5-35°C arasındaki sıcaklıklarda canlılık faaliyetlerini sürdürür. Bu nedenle buğday bitkisi kardeşlenme döneminden bayrak yaprak dönemine kadar olan dönemde hastalık etmeninin tehdidi altında kalmaktadır. Etmenin ana konukçusu buğday olmakla beraber

arpa ve çayır bitkilerinde de hastalık etmenine rastlanılmaktadır. Anız, kendigelen buğday ve buğdaygil tohumu ve yabancı otlar SYL'nin inokulum kaynaklarını oluşturmaktadır (Kurt, 2016).

Entegre mücadelede hastalık yönetimi ve hastalık tahmin modelleri, tarımda sürdürülebilir uygulamalara olan ihtiyaç nedeniyle giderek önem kazanmıştır (Langvad ve Noe, 2006). Fungisit kullanım zamanlarını optimize etmek ve tarımsal faaliyetlerde patojen-bitki hastalıkları hakkında güvenilir bilgi elde etmek için erken uyarı ve tahmin önemli bir yer tutmaya başlamıştır (Fones ve Gurr, 2015).

Uygun meteorolojik koşullar, bitkilerde fungal hastalıkların salgınlar oluşturmalarını ve patojen-konukçu etkileşimini belirleyen temel unsurlardandır. Meteorolojik koşullar arasında hava sıcaklığı (T), bağıl nem (RH), yağış (R) ve yaprak ıslaklık süresi (LWT), patojen-konukçu etkileşiminde önemli bir yere sahiptir. İklim faktörlerinden T, RH ve R'nin SYL'inin enfeksiyonu ve ilerlemesi üzerindeki etkileri birçok çalışmada vurgulanmıştır (Lovell ve ark., 2004). SYL'nin gelişimde T, fungus gelişimi ve spor dağılımı işlemlerinin meydana gelme oranını belirler (Gladders ve ark., 2001). Sıcaklık değeri -2°C 'nin altında geçen uzun bir T periyodu, fungus üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu durum patojen miktarının azalmasına neden olarak buğday bitkisini enfekte etmek için inokulumu azaltmaktadır (Shaw ve Royle, 1993).

Bu durum ileriki dönemlerde hava koşulları uygun olsa bile, baharda salgının geç veya çok yavaş gelişmesine yol açar (Parker ve ark., 2004). SYL sporları içine su alarak çimlenir ve enfeksiyon gerçekleşir, eğer ortamda yeterli RH yoksa salgın yavaşlar. Çünkü nem tek başına salgının gelişme

hızını etkileyebilir. Abiyotik stres koşullarında RH'ya uyum sağlayarak, adapte olan patojenlerin yüksek sıcaklıklarda adaptasyonu için RH oranı önemlidir. Özellikle %60 ve daha üzeri oranlardaki nem salgınının gelişme hızı üzerinde etkilidir (Thomas ve ark., 2018). Patojen üzerinde etkili olan bir diğer faktör ise yağıştır. Pknidyumların şişmesine neden olduğu ve sporların buğday bitkisinin üst yapraklarına sıçramasına yardımcı olduğu için SYL'nin gelişimi için önemli bir kriterdir (Gladders ve ark., 2001).

Bölgesel ölçekte hastalık riski tahmin değerlendirmeleri otomatik hava istasyonları (AWS) ve iMETOS IOT İstasyonundan sağlanan veri ağları esas alınarak yapılmaktadır (Te Beest ve ark., 2009).

Değişen iklim değerleri özellikle küresel ısınmanın giderek artması tarım ürünleri üzerinde önemli bir stres faktörü olmaya başlamıştır. Yeni koşullara karşı daha dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi kaçınılmaz olmakta, benzer şekilde bitki patojenleri de değişen iklim koşullarından etkilenmekte ve bir şekilde adaptasyon sağlayıp bitkileri hastalandırmaya devam etmektedirler. Değişen iklim değerleri patojenlerin hastalık yapma zamanlarını da etkilemektedir. Dünyada ve ülkemizde önemli bir besin kaynağı olan buğday bitkisinde hastalığa neden olan söz konusu patojenin hastalık yapma zamanı ve bunu etkileyen iklim faktörlerinin belirlenmesi, gelecekte bu hastalıkla mücadelede kullanılacak yöntemlerin belirlenmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır.

Abiyotik stres koşulları bitki üzerinde stres oluşturduğu gibi patojenlerde de stres oluşturmaktadır. Ortamda nem olması durumunda patojenlerin sıcaklığı tolere edebildiği görülmüş, bu durum sıcaklığa adaptasyonda önemli bir adım olarak görülmüştür (Dikilitaş ve ark., 2018).

Materyal ve Metot

Bu araştırma, 2019-2020 yılları arasında Adıyaman İli Samsat ilçesinde yürütülmüştür. Araştırmada, Ceyhan-99 buğday çeşidi, Septoria

yaprak leke hastalığı [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] patojeni, tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonları, çeşitli laboratuvar malzemeleri ve hazır kültür ortamları çalışmanın ana materyallerini oluşturmuştur.

Tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonlarının kurulumu

Meteorolojik verilerin elde edilmesi için bütün ilçede buğday üretim alanlarını kapsama alanı içine alacak şekilde 4 adet tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonu (Taşkuyu Köyü, Göltarla Köyü, Ovacık Köyü, Kuştepe Köyü) kurulmuştur. İstasyonların sahip olduğu özellikler, hesaplanan sensör değişkenleri iMETOS IMT300 sensör setine eşittir; bunlar rüzgar hızı, güneş radyasyonu, toprak sıcaklığı, hava sıcaklığı, yağış, bağıl nem ve yaprak ıslaklığı ile birlikte hesaplanan ETO, buhar basıncı açığı (VPD) ve Delta T değerleridir (Henze, M., 2008). Bütün verilere ve karar destek hizmetlerine telefon ve bilgisayarlara önceden kurulmuş olan FieldClimate platformu üzerinden çevrimiçi olarak erişim sağlanmıştır. Programa firma (METOS TR Bilişim Tarım Teknolojileri San. ve Tic. Ltd. Şti., Mersin) tarafından temin edilen, araştırmacıların denemeleri sonucu tanımlanmış olan SYL hastalığının ortaya çıktığı hava koşullarını içeren hastalık modelleme programı da eklenerek, tarla kontrolleri ile istasyon tahmin verileri arasındaki uyumluluk gözlemlenmiştir.

Buğday ekim alanlarının belirlenmesi

Ekim alanları belirlenirken daha önceki yıllarda SYL hastalığının yoğun olarak görüldüğü alanlara göre yer seçimi yapılmıştır. Buna göre 4 adet 100 dekarlık alan belirlenip buğday tohumu ekimleri tamamlanmıştır. Sonraki günlerde ekim tarihinden itibaren 10 günde bir tarla kontrolleri yapılarak elde edilen gözlemler kayıt altına alınmıştır. Belirlenen alanlara Çizelge 1'de görülen tarımsal mekanizasyon, gübreleme, yabancı ot ilaçlaması ve ekim normu gibi işlemler aynı tarihlerde yapılarak bu faktörlerin hastalık gelişimi üzerindeki etkileri en aza indirilmiştir. Denemelerde kullanılan Ceyhan-99, bölgede

yaygın olarak kullanılmakta olan bir çeşit olup, sarı pas ve SYL etmenine dayanıklı, kahverengi pasa

ise orta derecede dayanıklı olarak rapor edilmiştir (Çukurova Tarımsal Arş. Ens., 2019).

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü alanlarda yapılan uygulamalar
Table 1. Applications in the areas where the research was carried out

Yer Location (Adıyaman/Samsat)	GPRS Konum (xy) Location	Alan (dekar) Area (decares)	Çeşit Wheat cultivar	Ekim tarihi Planting date	Gübreleme Fertilization	Yabancı ot mücadelesi Weed control
Taşkuyu Köyü	37.6119- 38.4895	100	Ceyhan 99	26.11.2019	Ekim 6-8kg da ⁻¹ Fosfor,7-8 kg da ⁻¹ Azot, Kardeşlenme 7-8 kg da ⁻¹ Saf Azot	19.03.2020
Göltarla Köyü	37.6060- 38.4436	100	Ceyhan99	27.11.2019	Ekim 6-8kgda ⁻¹ Fosfor,7- 8 8kgda ⁻¹ Azot, Kardeşlenme 7-8 kgda ⁻¹ saf Azot	20.03.2020
Ovacık Köyü	37.5597- 38.4289	100	Ceyhan99	28.11.2019	Ekim 6-8kgda ⁻¹ Fosfor,7- 8 kgda ⁻¹ Azot, Kardeşlenme 7-8 kg da ⁻¹ saf Azot	21.03.2020
Kuştepe Köyü	37.5445- 38.3988	100	Ceyhan99	26.11.2019	Ekim 6-8kgda ⁻¹ Fosfor,7- 8 kgda ⁻¹ Azot, Kardeşlenme 7-8 kgda ⁻¹ saf Azot	21.03.2020

Septoria yaprak leke hastalığının örnekleme yöntemi

SYL etmenini elde etmek için ekimi yapılmış buğday tarlaları ile bu arazilerin etrafındaki yabancı otlardan hastalık örnekleri toplanmıştır. Enfekteli yaprak örneklerinden patojen izole edildikten sonra laboratuvar ortamında kültüre

alınmıştır. Hastalığın çıkış dönemlerini belirlemek için buğday bitkisinin çimlenme, kardeşlenme ve süt olum dönemlerinde gözlemler yapılmıştır. Hasatlığın neden olduğu belirtilerin değerlendirilmesinde, hastalık şiddeti ıskalası (Çizelge 2.) faydalanılmıştır (Aktaş, 2001).

Çizelge 2. Septoria leke hastalığının hastalık şiddeti değerlendirme ıskalası
Table3. Disease severity assessment scale for Septoria spot disease

İskala Değeri Scale Value	Hastalık Şiddeti Disease Severity	Enfeksiyon Tipi Infection Type
0	Hiç semptom yok (0)	Sağlam
1	Çapı 0.5 mm'den küçük sarı lekeler var(%10'dan az lekeli alan)	Çok dayanıklı
2	Genişliği 1mm ve boyu 0.5-1 cm'den küçük oval nekrotik lekeler, piknidya gelişmesi yok veya birkaç adet(%11-25 lekeli alan)	Dayanıklı
3	Genişliği 1-2mm uzunluğu 1-1.5 cm oval lekeler bazıları birleşik halde, hafif piknidya gelişmesi var(%26-45 lekeli alan)	Orta duyarlı
4	Lekelerin çoğu birleşmiş halde nekrotik leke yok, çok sayıda piknidya gelişmesi var(%46-75 lekeli alan)	Duyarlı
5	Lekeler tamamen birleşmiş, çok sayıda piknidya gelişmesi var(%76-100 lekeli alan)	Çok duyarlı

Patojenin izolasyonu ve kültüre alınması

Hastalıklı bitki örneklerinden elde edilen piknitli yaprak parçaları şeffaf bant yardımı ile lam üzerine tutturulmuştur. Hazırlanan örnekler steril su ile nemlendirilmiş kurutma kâğıdı içeren Petri kutularına yerleştirilmiştir. Piknidiospor çıkışının sağlanabilmesi için piknitli yapraklar nemli ortamda 18-20°C'de 15-20 saat bekletilmiştir.

Piknitler üzerinden akan sızıntı gözlemlenmiş ve bu sızıntılardan steril iğne yardımıyla alınan parçalar, Çizelge 3'de verilen antibiyotikli PDA ortamına aktarılmıştır. Örneklerin alındığı Petri kutuları 18-20°C'de 3 gün boyunca 12 saat aydınlık 12 saat karanlıkta inkübasyona tabi tutulmuştur (Eyalve ark., 1987). Gelişmeye bırakılan fungus kolonilerinden, 10mm çapında bir

fungus disk, ortamdan bir mantar delici yardımı ile kesilerek, yeni hazırlanan PDA ortamlarına aseptik koşullarda aktarılmıştır. Birkaç gün bulaşma olup olmadığı gözlemlendikten sonra inkubasyona bırakılmıştır. Bu şekilde deneme süresince kullanılan fungus kültürleri elde edilmiştir.

Çizelge 3. Denemede kullanılan antibiyotikli Patates Dekstroz Agar (PDA)

Table 3. Potato Dextrose Agar with antibiotics used in the experiment (PDA)

İçerik Content	Konsantrasyon (g L ⁻¹) Concentration
Kabuğu soyulmuş, doğranmış patates	200
Glukoz	15
Oxoid Agar No:3	25
Streptomycin	0.03

Buna göre 200 g soyulmuş patates küçük parçalara dilimlenmiş ve 1000 ml'lik saf su içinde 30 dakika kaynatılmıştır. Elde edilen püre, mira bezinden (Calbiochem) süzülükten sonra geriye kalan çözeltiliye 15 g glukoz eklenmiştir. Bu ortam 250 ml hacime 6.25 g agar içerecek şekilde (%2.5 wv⁻¹) 8 adet 500 ml'lik konikal flasklara aktarılmıştır. Ortam 121°C'de 20 dakika (2.68 kgcm² basınçta) otoklavlanmış ve Petri kutularına

aktarılmıştır (Dikilitaş ve ark., 2018). Otoklav işleminden sonra 50mM çapında filtreden geçirilen streptomycin (30mg L⁻¹) ortama ilave edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

SYL etmeninin izole edilmesi ve kültüre alınması

Hastalık etmenin gözlemlendiği alanlardan alınan örnekler laboratuvar koşullarında kültüre alındıktan 12 gün sonra fungus izolatlarında spor sayımı yapılmıştır. Bunun için, fungus kolonilerinden birer adet fungal disk (5 mm çapında) alınarak (3 tekkerür) 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 spor sayımı yapılmıştır (13.8x10⁶ spor ml⁻¹mm⁻²). Yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda etmenin SYL olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Hastalıklı bitki örnekleri ve PDA ortamında SYL etmeninin görünüşü

Figure 1. Diseased plant samples and macroscopic appearances of SYL agent in PDA.

Tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonlarının kurulumu

Çalışma kapsamında 2019 yılı eylül ayı içerisinde 4 adet tarımsal tahmin ve erken uyarı

istasyonu Adıyaman İli Samsat İlçesinin Göltarla, Kuştepe, Ovacık ve Taşkuyu köylerinde kurulmuştur (Şekil 2).

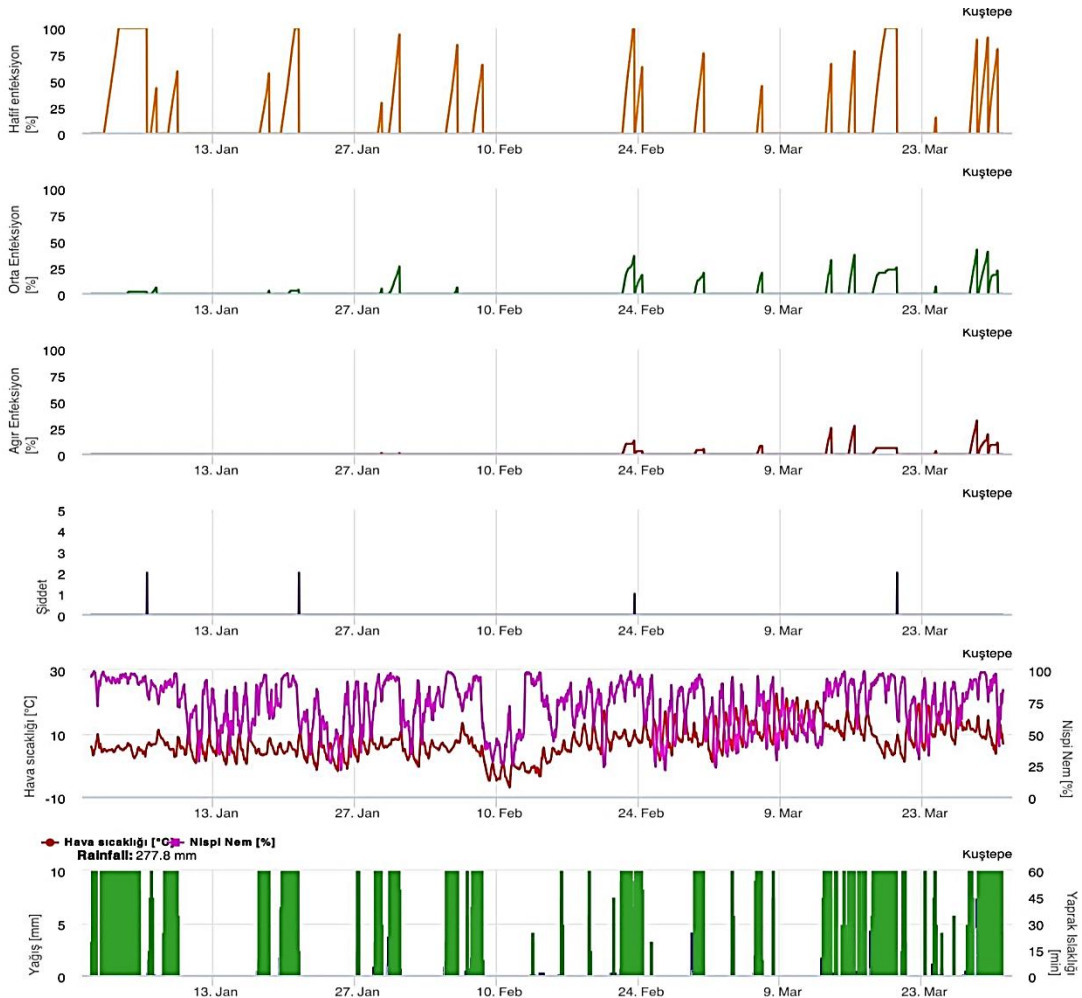


Şekil 2. Tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonlarından genel görünüm ve uydu konumları
Figure 2. Satellite locations of agricultural forecast and early warning stations

Kuştepe Köyü SYL hastalık çıkışı ve hastalık şiddetinin değerlendirilmesi

Yapılan tarla kontrolleri ve istasyonlardan alınan veriler sonucunda sıcaklık (T): 6.13°C, nisbi nem (RH): %91.95, yağış (R):1.6 mm ve yaprak ıslaklık süresinin (LWT) 60 dakika olduğu meteorolojik şartlarda hastalık etmeninin ilk

belirtilerinin ortaya çıktığı belirlenmiştir. SYL hastalık modelleme programında, istasyonlardan elde edilen iklim parametreleri, Hafif enfeksiyon, orta enfeksiyon ve ağır enfeksiyon riskleri şeklinde yüzdeler oran olarak gruplandırılan yazılım programı içermektedir.

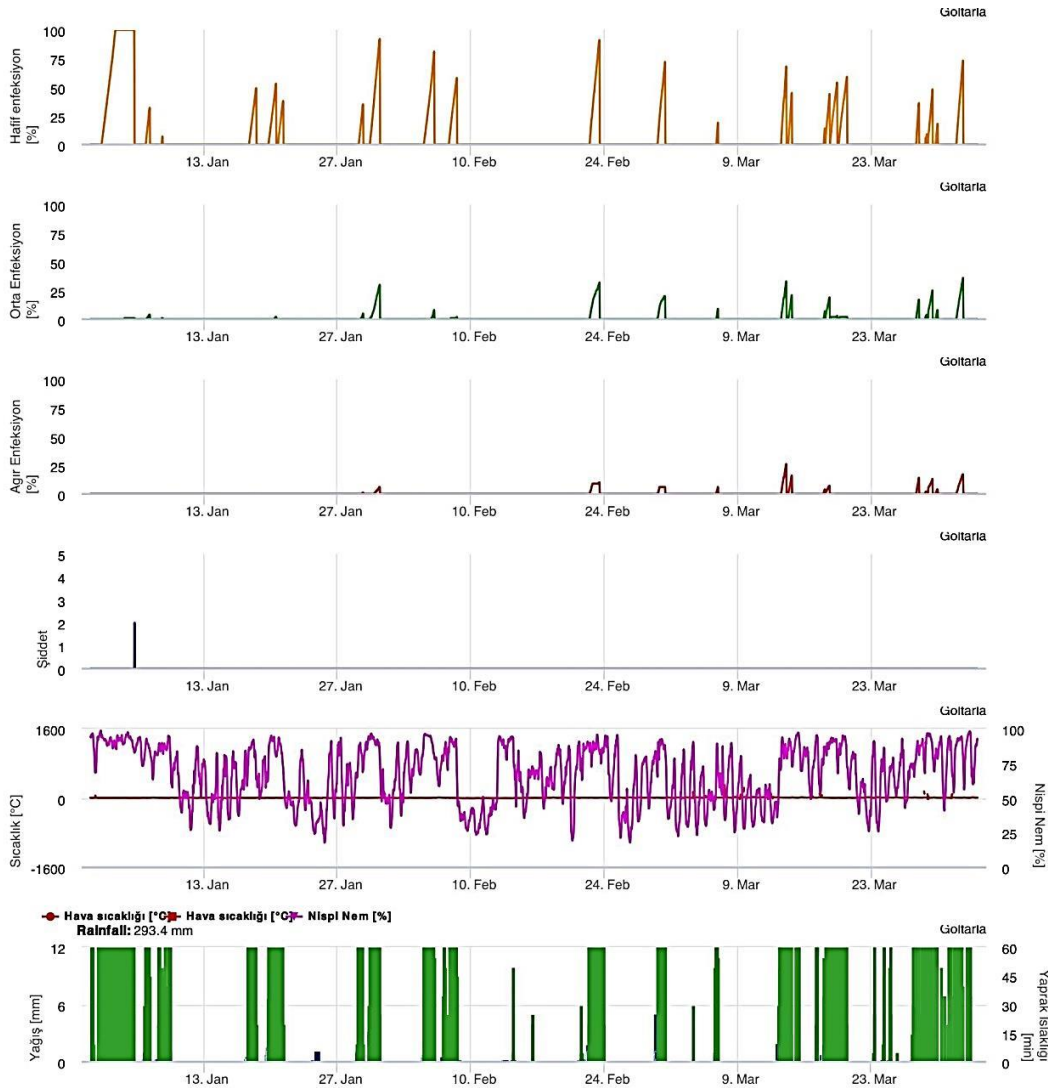


Şekil 3. Kuştepe Köyü tahmin ve erken uyarı istasyonu verileri
Figure 3. Kuştepe village station forecast and early warning data

Buna göre hafif enfeksiyon oranı %3, (FieldClimate platformu üzerinden hastalık modelleme programına göre) hastalık şiddetinin ise sıfır olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddetinin 2 olarak görüldüğü (SYL hastalık değerlendirme iskalası) hava koşulları ise T:6.3 °C, RH: %93.13 R:0 mm ve LWT: 60 dakika olarak belirlenmiştir. Hastalık şiddeti 2 olduğunda SYL modelleme programında hafif enfeksiyon oranı %100 belirlenmiştir (Şekil 3).

Göhtarla Köyü SYL hastalık çıkışı ve hastalık şiddetinin değerlendirilmesi

Göhtarla Köyü'nde bulunan tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonundan alınan veriler ve tarla kontrolleri sonucunda ilk hafif enfeksiyon oranı %6 değerini veren iklim parametreleri, T: 5.14°C; RH: %93.56; R:1.6 mm ve LWT: 60 dakika olarak ölçülmüştür. Hastalık şiddetinin 2 olarak değerlendirildiği hafif enfeksiyon oranının %100 olduğu hava koşulları ise T: 5.68°C; RH:%83.81; R: 0 mm ve LWT: 55 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 4).

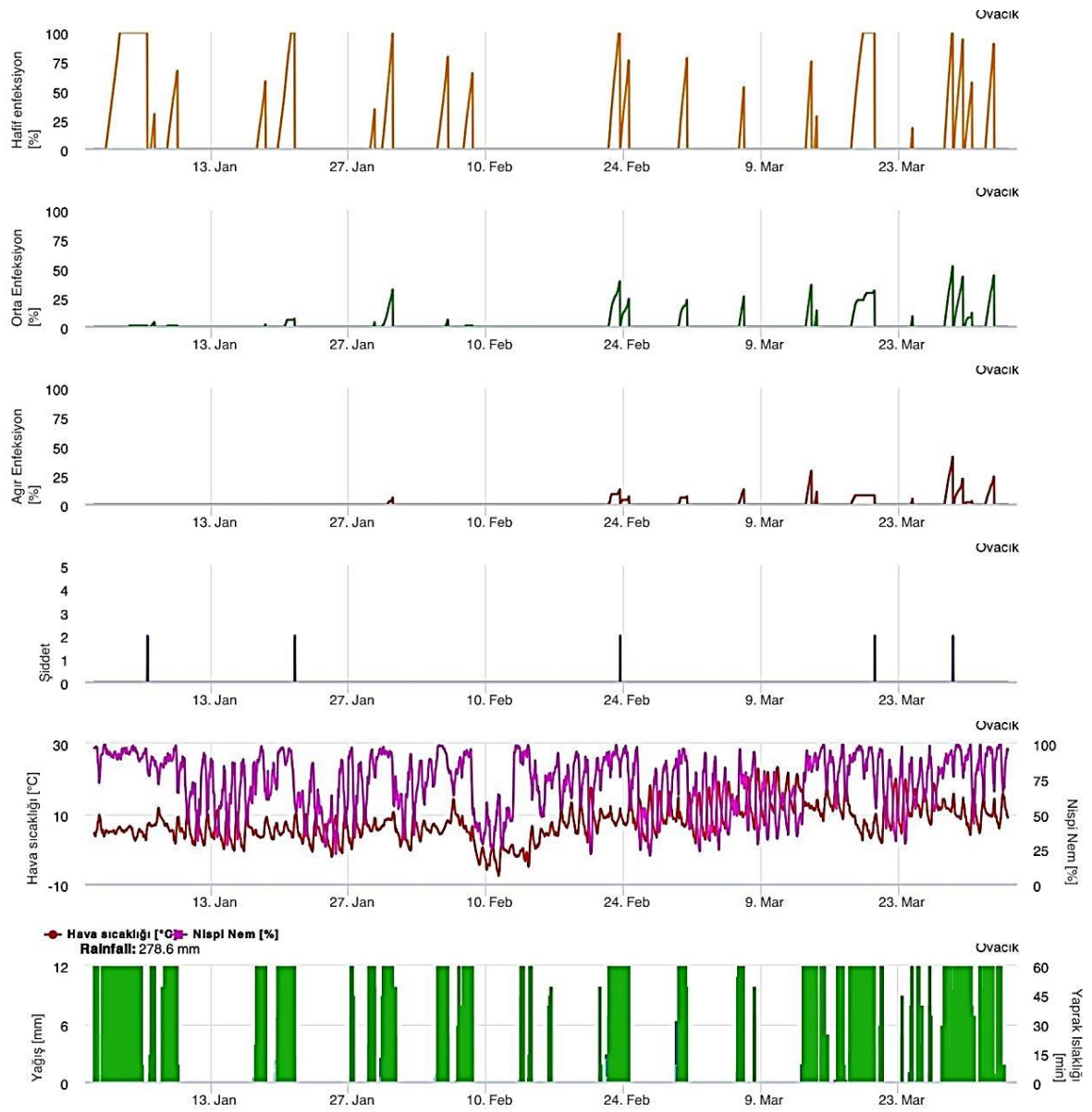


Şekil 4. Göhtarla Köyü tahmin ve erken uyarı istasyonu verileri
Figure 4. Göhtarla Village station forecast and early warning data

Ovacık Köyü SYL hastalık çıkışı ve hastalık şiddetinin değerlendirilmesi

Ovacık Köyü'nde bulunan tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonundan alınan veriler ve tarla kontrolleri sonucunda ilk hafif enfeksiyon oranı %8 değerini veren iklim parametreleri ise T:

5.05°C; RH: %93.79; R: 6.6 mm ve LWT: 60 dakika olarak ölçülmüştür. Hastalık şiddetinin 2 olarak değerlendirildiği hafif enfeksiyon oranının %100 olduğu hava koşulları ise T: 7.06°C; RH: %80.00; R: 0 mm ve LWT: 20 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 5).

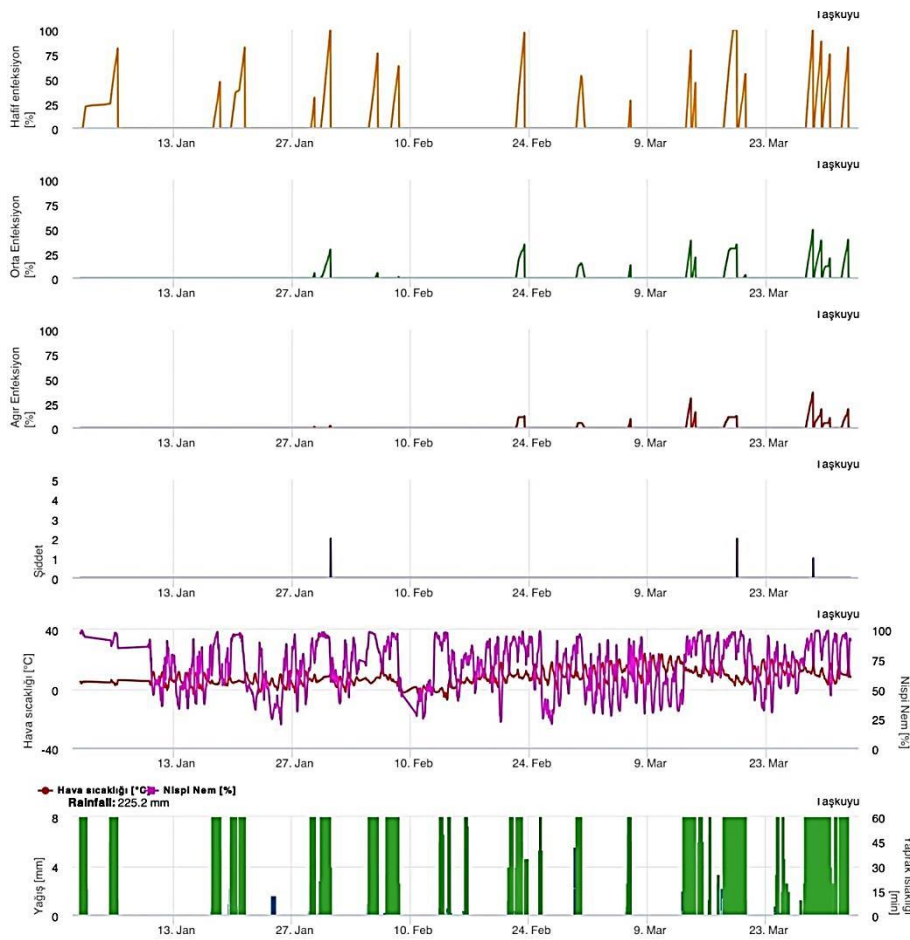


Şekil 5. Ovacık Köyü tahmin ve erken uyarı istasyonu verileri
Figure 5. Ovacık village station forecast and early warning data

Taşkuyu Köyü SYL hastalık çıkışı ve hastalık şiddetinin değerlendirilmesi

Tarımsal tahmin ve erken uyarı istasyonundan alınan veriler ve tarla kontrolleri sonucunda ilk hafif enfeksiyon oranı %22 değerini veren iklim parametreleri T: 4.92°C; RH: %93.78; R: 5.6 mm ve

LWT: 60 dakika olarak ölçülmüştür. Hastalık şiddetinin 2 olarak değerlendirildiği hafif enfeksiyon oranının %100 olduğu hava koşulları ise T: 11.76°C; RH: %64.33; R: 0 mm ve LWT: 20 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Taşkuşu Köyü tahmin ve erken uyarı istasyonu verileri
Figure 6. Taşkuşu village station forecast and early warning data

Guo ve ark. (2008) *Z.tritici* konidilerinin çimlenebilmesi için minimum 2-3°C, maksimum 33-37°C ve optimum sıcaklığın ise 20-25°C olması gerektiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca sıcaklığın 2°C altına düşmesi durumunda patojenin enfeksiyon kabiliyetini kaybedeceğini belirtmişlerdir. Düşük sıcaklık derecelerinin (4°C) spor çimlenmesi, miselyal gelişim ve piknit oluşumu için gereken süreyi uzatabileceğini rapor etmişlerdir. Coakley ve Shaner (1987) de sıcaklığın (11-, 18-, 25°C) artmasıyla birlikte yüksek nemli periyotların, penetrasyon ve miselyal gelişim için gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca hastalık belirtisinin ilk görüldüğü en düşük sıcaklık değerinin 5°C olduğu, 2-3°C deki sıcaklıklarda ise hastalık belirtilerine rastlanılmadığı tespit edilmiştir.

Buğday SYL hastalığına ait 4 izolat ve farklı sıcaklık değerleri (4-, 15-, 25-, 30-, 35°C) kullanılarak yapılan çalışmada, farklı sıcaklık değerlerine maruz bırakılan fungus izolatları sıcaklık değişimlerinden etkilenmiştir ($P \leq 0.05$). Sıcaklık optimum değerlerden uzaklaştıkça

patojenin birim alandaki spor yoğunluğu, ortalama büyüme çapı ve birim hacimdeki spor sayısında azalma olmuştur (Kılınç, 2018).

Djurleve ark. (1996) *Septoria nodorum*'un buğday yaprakları üzerindeki etkinliğinin yaprak ıslaklık süresine, yağış ve orantılı neme bağlı olduğunu ve buna rüzgar eklendiğinde yaprak ıslaklık süresinin artacağını, bununda enfeksiyonu neredeyse yarı yarıya arttırabileceğini rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada yaprak ıslaklık süresinin 60 dakika üzerinde olduğu orantılı nemin %90'ı geçtiği durumlarda hastalık şiddetinin arttığı gözlemlenmiştir.

Birçok ülkede denetimli kontrol için tahmin modelleri oluşturmak ve veri alışverişini dijital hale getirmek için çalışmalar yapılmaktadır. Çoğu model çok hızlı değişkenlik gösteren hastalıklar veya düzenli olarak kontrol edilmesi gereken hastalıklar için geliştirilmiştir. Oluşturulan tahmin modelleri ile hastalıklar ve zararlıların düşük maliyet ve minimum kimyasal uygulama ile kontrol edilmesi sağlanabilir. Nem, sıcaklık ve yaprak ıslaklık süresine göre ayarlanmış ilaçlama

periyodu ve süreleri, coğrafi bilgi sistemi ile koordine edilerek hassas tarım yönetimine katkı sağlayabilir (Bouma, 2007).Örneğin *Leptosphaeria nodorum* ve *Mycosphaerella graminicola*'nın enfeksiyon yapması günde 1 mm'den fazla yağış ve çeşitlerin duyarlılığına bağlıdır. Bu patojene karşı alınan kültürel önlemler ve kullanılan fungusitlerin etkinliği, buğday bitkisi çeşidi, SYL ırkı ve çevre faktörleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması ve buna göre kontrol mekanizmalarının oluşturulması büyük önem arz etmektedir (Hardwick ve ark., 2001). Lovell ve ark. (2004) SYL hastalığının buğday bitkisinde yayılmasının bitki üzerine sıçrayan yağışların yoğun olmasına bağlı olduğu bildirilmiş, yaprak ıslaklık süresinin enfeksiyon üzerinde belirleyici rol oynadığını ifade etmişlerdir.

Sonuçlar

Bu çalışmada tarımsal erken uyarı istasyonlarından alınan veriler ışığında patojenin enfeksiyon zamanı üzerinde sıcaklık, nem, yağış ve yaprak ıslaklık süresinin etkili olduğu gözlemlenmiştir. İlk hastalık belirtilerinin ortaya çıkışında yüksek nem ($\geq 90\%$) ve 1 mm üzerindeki yağış miktarının etkili olduğu görülmüş, bununla beraber yağışın durması ($R=0$ mm) ve sıcaklık artışının ($\geq 8^\circ\text{C}$) olduğu durumda hastalık şiddetinin 2 olarak değerlendirilmesine neden olmuştur. Kılınç, (2018) sıcaklık artışının etmen üzerindeki etkisi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, yüksek sıcaklıkta (30°C ve 35°C) patojene ait protein miktarı azalmış, prolin, proteaz, melanin ve malonadialdehit (MDA) değerlerinde ise artış olmuştur ($P \leq 0.05$). Buna bağlı olarak fungusun izolatları arasında gelişme farklılıkları olduğu saptanmıştır. Patojenin CU100StA4 nolu izolatının birim alandaki spor yoğunluğu, ortalama büyüme çapı, birim hacimdeki spor sayısı ve ürettiği proteaz miktarı diğer izolatlardan yüksek çıkmıştır. Patojenin CU107StH110 nolu izolatının prolin, melanin ve malonadialdehit değerleri, diğer izolatlardan daha yüksek çıkmıştır. Fungusun farklı sıcaklıklarda proteaz enzim üretimi ile misel uzunluğu, protein

ve prolin değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu şeklinde rapor etmiştir

Hastalık belirtilerinin ortaya çıkışı üzerinde iklim faktörlerinin yanı sıra buğday çeşidi, ekim normu, ekim zamanı, ekim yapılan alanın konumu gibi faktörlerinde bölgede çıkış zamanı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Adıyaman İli Samsat İlçesinde yapılan bu çalışma ile ilk hastalık belirtilerinin 2020 yılı için ocak ayının ilk haftasında ortaya çıktığı belirlenmiş, kurulan istasyonların 10 km çapında bir alandan bilgi aldığı ve istasyonun verilerinin ilçenin tamamını temsil ettiği görülmüştür. Samsat İlçesinin geçmiş yıllardaki meteorolojik verileri Adıyaman ili iklim verileri ile paralellik taşıdığından elde edilen bulgular il genelindeki buğday alanlarında hastalığa neden olan patojen için önemli bir veri kaynağı olmuştur. Dolayısı ile gelecek yıllardaki muhtemel hastalık çıkışı ve hastalığın potansiyel ilerlemesi hakkında tahmin verileri elde edilmiştir. Bu istasyonların ve verilerin diğer bölgesel hastalıklar için de geliştirilmesi küresel iklim değişikliğinin altında bulunan bölgeler için önemli bir veri kaynağı sağlayacaktır. Özellikle epidemi hatta pandemi yapma potansiyeline sahip hastalık etmenleri için uygun iklim koşullarının önceden belirlenmesinin ürün kayıplarını azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlayacağı öngörülmüştür.

Erken uyarı ve tahmin sisteminin, yapay zekâ desteği ile oluşturulan algoritma ile geliştirilmesi gelecekte büyük bir yer tutacak dijital bitki patolojisi çalışmalarına da büyük destek sağlayacak potansiyele sahiptir.

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

Yazar Katkısı: Nevzat KILINÇ, çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuştur, Nevzat KILINÇ ve Ela TOHUMCU çalışmayı yürütmüş, Murat DİKİLİTAŞ verileri analiz etmiştir.

Kaynaklar

Akan, K., Çetin, L., Albostan, S., Düşünceli, F. ve Mert, Z., (2006). İç Anadolu'da görülen önemli tahıl ve nohut

- hastalıkları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15 (1-2), 29-48.
- Aktaş, H., (2001). Önemli hububat hastalıkları ve survey yöntemleri. Tagem, Ankara, 80 s.
- Beest, D.E., Paveley, N.D., Shaw, M.W. ve Bosch, F., (2008). Disease weather relationships for powdery mildew and yellow rust on winter wheat. *Phytopathology*, 98, 609–617.
- Bremer, H., Ismen, H., Karel, G., Ozkan, H. ve Özkan, M., (1948). Contributions to the knowledge of the parasitic fungi of Turkey Part II. *Journal Article Rev. Fac. Sci. Univ.*, 13(1):1-53.
- Coakley, S.M., Mcdaniel, L.R. ve Shaner, G., (1985). Model for predicting severity of *septoria tritici* blotch on winter wheat. *Phytopathology*, 75: 1245–1251.
- Dikilitaş, M., Çelik Oğuz, A. ve Karakaya, A., (2018). Extracellular protease activity and glucose production in isolates of net blotch pathogens differing in virulence. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105(1): 89-94.
- Djurle, A., Ekbohm, B. ve Yuen, J.E., (1996). The relationship of leaf wetness duration and disease progress of glume blotch, caused by *stagonospora nodorum*, in winter wheat to standard weather data. *European Journal Of Plant Pathology*, 102, 9–20.
- Bouma, E., (2007). Computer aids for plant protection, historical perspective and future developments. *EPPO Bulletin*, 37, 2, (247-254).
- FAO, (2018). Food And Agriculture Organization Of The United Nations <http://Www.Fao.Org/Faostat/En/#Data/Qc>.
- Fones, H., Gurr, S., (2015). The impact of *septoria tritici* blotch disease on wheat: an eu perspective. *Fungal Genet. Biol.* 79:3-7.
- Gladders, P., Paveley, N.D., Barrie, I.A., Hardwick, N.V., Hims, M.J., Langton, S. ve Taylor, M.C., (2001). Agronomic and meteorological factors affecting the severity of leaf blotch caused by *mycosphaerella graminicola* in commercial wheat crops in England. *Annals Of Applied Biology*, 138, 301–311.
- Guo, J.R. ve Verreet, J.A., (2008). Formation and germination of *septoria tritici* secondary conidia as affected by environmental factors. *Journal Of Phyto pathology*, 156: 635-637.
- Henze, M., (2008). Developing a growing parameter -and weather-dependent infestation forecast of *Septoria tritici* Cuviller Verlag, Göttingen.
- İren, S., (1962). *Tarla bitkileri hastalıkları*. Ayyıldız Matbaası, Ankara, 3-94s.
- Ilgen, M. Z., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A. (2017). Leaf diseases occurring on barley and wheat fields in Çubuk district of Ankara, Turkey. *Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo*. Vol. XLII, 67/2: 210-215.
- Kılınç, N., (2018). Buğday leke hastalığı [*Zymoseptoria Tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] patojeninin farklı izolatlarının biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. <https://Tez.Yok.Gov.Tr/Ulusaltezmerkezi/Tez No : 528635>.
- Kurt, Ş., 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.
- Kurt, Ş. (2016). *Bitki fungal hastalıkları*. Akademisyen Kitap Evi, İstanbul, 214 s.
- Lovell, D.J., Hunter, T., Powers, S.J., Parker, S.R., ve Van Den Bosch, F., (2004a). Effect of temperature on latent period of septoria leaf blotch on winter wheat under outdoor conditions. *Plant Pathology*, 53, 170–181.
- Lovell, D.J., Parker, S.R., Hunter, T., Welham, S.J. ve NICHOLS, A.R., (2004b). Position of inoculum in the canopy affects the risk of *septoria tritici* blotch epidemics in winter wheat. *Plant Pathology*, 53, 11–21.
- Lovell, D. J., Parker, S. R., Paveley, N. D. ve Worland, A. J., (2002). Understanding field resistance mechanisms for improved control of *septoria tritici*. *Plant Protection Science*, 38, 165–169.
- Özdemir, H. Y., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A. (2017). Kırıkkale ilinde buğday ve arpa ekim alanlarında görülen fungal yaprak hastalıklarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni* 57 (2): 89-112.
- Parker, S. R., Welham, S., Paveley, N. D., Foulkes, J. ve SCOTT, R. K., (2004). Tolerance of septoria leaf blotch in winter wheat. *Plant Pathology*, 53, 1–10.
- Shaw, M. W., Bearchell, S. J., Fitt, B. D. L. ve Fraaije, B. A., (2008). Long-term relationships between enviromentand abundance in wheat of *phaeosphaeria nodorum* and *mycosphaerella graminicola*. *New Phytologist*, 177, 229–238.
- Sidhu, Y.S., Chaudhari, Y.K., Usher, J., Cairns, T.C., Csukai, M. ve Haynes, K., (2015). A suite of gateway compatible ternary expression vectors for functional analysis in *zymoseptoria tritici*. *Fungal Genet. Biol.*, 79:180-185.
- Thomas, M., Chaloner, H. N., Fones, V. V., Daniel, P., Beberand S. J. ve GURR, A., (2019). New mechanistic model of weather-dependent *septoria tritici* blotch disease risk. *Phil. Trans. R. Soc., B* 374 20180266.
- Torriani, S.F.F., Brunner, P.C., Mcdonald, B.A. ve Sierotzki, H., (2009). Qol resistance emerged in dependently at least 4 times in European populations of *mycosphaerella graminicola*. *Pest Manage. Sci.*, 65:155-162.



Determination of morphogenetic variability in essential oil ratio and components of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) letswaart

Origanum syriacum L. var. *bevanii* (Holmes) letswaart. uçucu yağ oranı ve bileşenlerinde morfojenetik değişkenliğin belirlenmesi

Abdulhabip ÖZEL^{1*} , Fethullah TEKİN² 

¹Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Şanlıurfa, Turkey.

²GAP International Agricultural Research and Training Center, Diyarbakır, Turkey.

¹<https://orcid.org/0000-0001-9224-1685>; ²<https://orcid.org/0000-0003-3710-1705>

To cite this article:

Özel, A. & Tekin, F. (2021). Determination of morphogenetic variability in essential oil ratio and components of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) letswaart. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 315-325
DOI: 10.29050/harranziraat.895711

*Address for Correspondence:

Abdulhabip ÖZEL

e-mail:

hozel@harran.edu.tr

Received Date:

15.03.2021

Accepted Date:

24.05.2021

© 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

The aim of this study was to determine changes in the essential oil ratio and the essential oil components of the position of leaves on the stem and the aerial parts (stem, leaf, and flower) at *O. syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) letswaart. which naturally grows in Anatolia. It was conducted in 2016 growing session, under the Diyarbakır conditions (South-eastern Anatolia, Turkey). Plants were harvested at the full flowering time and then the plant samples were separated into the leaves (according to node numbers on the stem (from top to base)), stems and flowers and dried under room conditions in the shade. The essential oils were isolated from the dry samples and were analyzed by means of GC-MS. The highest rate of essential oil was found in flowers (4.26%). The ratio of essential oil in leaves (2.76-3.10%) was determined to the higher in the upper leaves than in the middle and lower leaves. There was little change in leaf sizes on the 7th node and the next. The essential oil components varied according to the node numbers of the leaves. The highest ratio of carvacrol was determined in the stem (66.99%) and the carvacrol ratio of the leaves (58.39-64.53%) increased up to the 4th node leaves.

Key Words: Essential oil components, Stem, Leaf, Flower, Position of leaves

ÖZ

Bu çalışma, Anadolu'da doğal olarak yayılış gösteren, *O. syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) letswaart bitkisinin toprak üstü aksamlarına (gövde, yaprak ve çiçek) ve yapraklarının gövde üzerindeki konumuna göre uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenlerinin dağılımı belirlemek amacıyla, 2016 yılında, Diyarbakır koşullarında (Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye) yürütülmüştür. Çalışmada, bitkiler tam çiçeklenme zamanında hasat edilmiş ve daha sonra bitki örneklerinde, yapraklar (sap üzerindeki boğum sıralarına göre, yukarıdan aşağıya doğru) saplar ve çiçekler ayrılarak oda koşullarında, gölgede kurutulmuştur. Kuru örneklerden uçucu yağlar elde edilmiş ve GC-MS'de uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir. En yüksek uçucu yağ oranı çiçeklerde (% 4.26) saptanırken, yapraklarda uçucu yağ oranı (% 2.76-3.10) üst yapraklarda orta ve alt yapraklara göre daha yüksek bulunmuştur. Yaprak boyutları 7. boğumdan sonar değişmemiştir. Uçucu yağ bileşenleri yapraklarda boğum sıralarına göre değişiklik göstermiştir. En yüksek karvakrol oranı sapta (% 66.99) tespit edilmiş ve yaprakların karvakrol oranı (% 58.39-64.53) 4. boğum yapraklarına kadar artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uçucu yağ bileşenleri, Sap, Yaprak, Çiçek, Yaprakların konumu

Introduction

It is known that *Origanum* genus, which includes 43 species and 18 hybrids in the Labiatae family, have been used as thyme in Anatolia since the 7th century BC. It is reported that taxa of *Origanum*, of about 60 percent is in Turkey and this region is the gene center of the genus (Lukas, 2010; Tas, 2010). The *Origanum syriacum*, one of these species, is widely distributed in the Eastern Mediterranean. It is naturally found from the south of Turkey to the Sinai Peninsula (Lukas et al., 2009). The *O. syriacum* var. *bevanii* is a perennial plant that can grow up to 90 cm, densely hairy, bushy, with prominent streaked on the lower face of the leaf, up to 10 pairs leaves per stem, and can naturally grow between 200 and 2700 m altitude (Tas, 2010). The *O. syriacum* is most used as a spice and medicinal tea. Also, the essential oil is used in the cosmetics, liquor, soap and food industry (Al-Hijazeen, 2019). It is used in folk medicine in the treatment of many diseases, including gastrointestinal problems and the treatment of respiratory diseases (Baytop, 1984; Alma, et al. 2003; Berrehala et al., 2010; Chishti et al., 2013; Qneibi et al., 2019). Essential oil of *O. syriacum* has been reported to have been important effect as antifungal (Daouk et al. 1995; Duran and kaya, 2018), antibacterial (Shafaghat, 2011), insecticidal (Karpouhtsis et al., 1998; Tunc et al, 2000), antioxidant and antimicrobial (Alma, et al. 2003). This is due to the essential oils, rich in monoterpenes, primarily carvacrol and thymol (Lukas et al., 2009; Jaafar, et al., 2015).

In *Origanum* species, the essential oil is found in the glandular hairs on the outer surfaces of the plant and the leaf surfaces. The glandular hairs consist of a single protoderm cell, occur the head, stem and foot parts. It is known that essential oil formation is carried out by the cells that make up the head of the glandular hair, accumulates in the space between the cells in the head and the cuticle tissue. These structures play a role not only in the accumulation of essential oils but also in the biosynthesis of these substances (Oflaz, 2001; Tas, 2010). In addition, Werker et al. (1985)

reported that glandular hairs have a significant effect on the essential oil ratio and the distribution of essential oil components. For these reasons, it is known that the region where the plant is grown (Fleisher and Fleisher, 1991; Dudai et al., 1992; Lukas et al., 2009; Novak et al., 2010; Ali-Shtayeh et al., 2018; El-Alam et al., 2019), plant genotype (Putievsky et al., 1996; Chalchat and Pasquier, 1998; Lukas et al., 2009), harvest time (Soliman et al., 2007; Toncer et al., 2010; Sonmez, 2019) and drying conditions (Wakim et al., 2013) have an important effect on the essential oil ratio and the distribution of essential oil components. The essential oil composition of *O. syriacum* var. *bevanii* varies depending on the conditions mentioned above. According to the results of the research, three different opinions stand out about what the main ingredient of *O. syriacum* essential oil is? Some researchers (Werker et al., 1985; Berrehala et al., 2010; Toncer et al., 2010; Duran and Kaya, 2018; Qneibi et al., 2019) reported that the main ingredient in the essential oil is thymol, while the others (Baser et al., 1993; Tulmen and Baser, 1993; Baser et al., 2003; Novak, et al., 2010; Farhat et al., 2012; Wakim et al., 2013) is carvacrol as the main component, and those in the third group (Dudai et al., 1992; Putievsky et al., 1996; Chalchat and Pasquier, 1998; Soliman et al., 2007; Lukas et al., 2009; Ali-Shtayeh et al., 2018; El-Alam et al., 2019) is thymol or carvacrol as the main components depending on various factors. Among them, Soliman et al. (2007) stated that the essential oil components of *O. syriacum* changed depending on the seasons. The carvacrol was found the main component in the essential oil of spring-summer months (pre-flowering and flowering period), while the trans-sabinene hydrate was found the main component in the essential oil of autumn-winter months (seeded plant period). The carvacrol in the essential oil of autumn-winter months and thymol in the essential oil of spring-summer months was not found. On the other hand, Walker et al. (1985) reported that in *O. syriacum* the thymol ratio increased towards the bottom leaves, and the

thymol ratio varied between 45.0% and 76.2% according to the leaf position on the stem, and the highest thymol ratio was detected in leaves of the sixth node.

Based on the studies for *O. syriacum* can be said that the chemical composition distribution and the ratio of essential oils are affected by many factors. Studies mainly focused on genotype, environmental conditions and essential oil compositions of the plants collected from natural flora. It is seen that the information about the changes in essential oil ratio and essential oil composition according to the aerial parts of the plant (stem, leaf, flower) and the positions of the leaves in the stem is limited. Therefore, this study was aimed to determine the essential oil ratio and the essential oil components of *O. syriacum* var. *bevanii* using the part of above soil (stem, leaf and flower) and the position of leaves on the stem.

Material and Methods

Origanum syriacum var. *bevanii*, 3 years old plants, grown in Diyarbakır International Agricultural Research and Education Center in the 2016 season, were used as the material in the experiment. They were planted in three different plots, in November 2012, at 70x20 cm distances, with 5 rows per plot.

The study area is on the base area near the Tigris River and is around 609 meters above sea level and at 37°56'29.36"N (north latitude) and 40°15'16.07"E (east longitude). General characteristics of the regional climate, summers are hot and dry, winters are cold and rainy. The trial area soils are alluvial soils, transported by river water and stored. The soils of the trial area were determined to be salt-free (0.03%), basic character (pH = 8.12), clayey (54.10%) and weak in organic matter (0.93%).

During the growing period, the necessary maintenance operations (weed control, irrigation) were carried out in appropriate periods on *O. syriacum* var. *bevanii* plant. In October 60 kg ha⁻¹ of pure N₂ and P₂O₅ as the base fertilizers and in March and after the harvest 30 kg ha⁻¹ of pure N₂ as the top fertilizer were applied to the trial area (Toncer et al., 2010). Plants were harvested at the full flowering, in the first week of August (August 3, 2016), at a height of 5 cm from the ground by pruning shears. The samples were taken and

separated into leaves according to the nodal rows (from top to base) on the stem, stem and flower, and dried in the shade in room conditions.

The following observations were monitored the samples, harvested herb. Leaves were sorted from top to bottom (one to ten) according to the nodal numbers on the stem, and each leaf was grouped within itself. The length and width of 20 fresh leaves (mm), randomly taken from each group were measured and averaged. In each group 20 g of dried leaves, flowers and 50 g stems were ground, and the essential oil ratios (ml/g) in the samples were isolated by 3 hours of water-steam distillation. Stem, leaf and flower essential oil samples were made in 3 replications. The essential oils obtained from the samples mixed according to the node number and stored in the deep freezer until the component analysis.

Essential oil component analysis

The essential oils of *O. syriacum* var. *bevanii* were analyzed by means of GC-MS "Shimadzu Nexis GC-2030" brand Gas Chromatography, Mass Spectroscopy (MS) detector and "Teknokroma capillary column TR-CN100" (60m X 0.25mm X 0.20um), in the Harran University Science and Technology Application and Research Center (HUBTAM). It had 70 eV electron ionization energy, 35-450 amu scanning range, and 1 scan second⁻¹ scan rate. Helium was used as carrier gas at 1 ml min⁻¹ flow rate. The inlet temperature was set as 225°C. The temperature program of the GC oven was used as follows; initial temperature 60°C and hold for 1 min, at 4°C min⁻¹ raised to 140°C, at 3°C min⁻¹ raised to 235°C and finally held on 15 min at 235°C. The sample was diluted one percent (v/v) with n-Hexane and injected with 1 µl. The 40:1 split ratio was used (Satici and Ozel, 2021).

Identification of compounds was based on Kovats retention indexes. Identity of the compounds was made by comparison of the mass spectra with data from the US National Institute of Standards and Technology (NIST-11, USA), and the WILEY-9 mass spectrum library, Standard Reference Data Program (Anonymous, 2020).

Essential oil ratios were subjected to analysis of variance according to the Randomized Plot Trial Design. Statistically significant applications were grouped according to Lsd (5%).

Results and Discussion

In *O. syriacum* var. *bevanii*, the highest ratio of essential oil was found in flowers (4.26%). This was followed by leaves (2.91%), while the lowest value was observed in stems (0.26%) (Figure 1B, Table 1). It was determined that the essential oil ratios of leaf according to the node number of the stem varied between 2.76% and 3.10% and higher in the upper leaves than the middle and bottom leaves (Figure 1A, Table 3). This may be due to the smaller structure of the upper leaves (Figure 1A)

and thus per unit weight included more leaf and glandular hair. Similarly, Werker et al. (1985) were reported that glandular hairs are intense on the upper leaves. Leaf sizes were differed according to their position in the stem, and leaf length were changed between 4.9 mm and 37.8 mm and leaf width between 2.9 mm and 18.0 mm. The smallest leaf was determined at the uppermost node leaves, while the largest leaves were seen at the 9th node (Figure 1A). Generally, there was seen little change at the 7th node and subsequent node leaves.

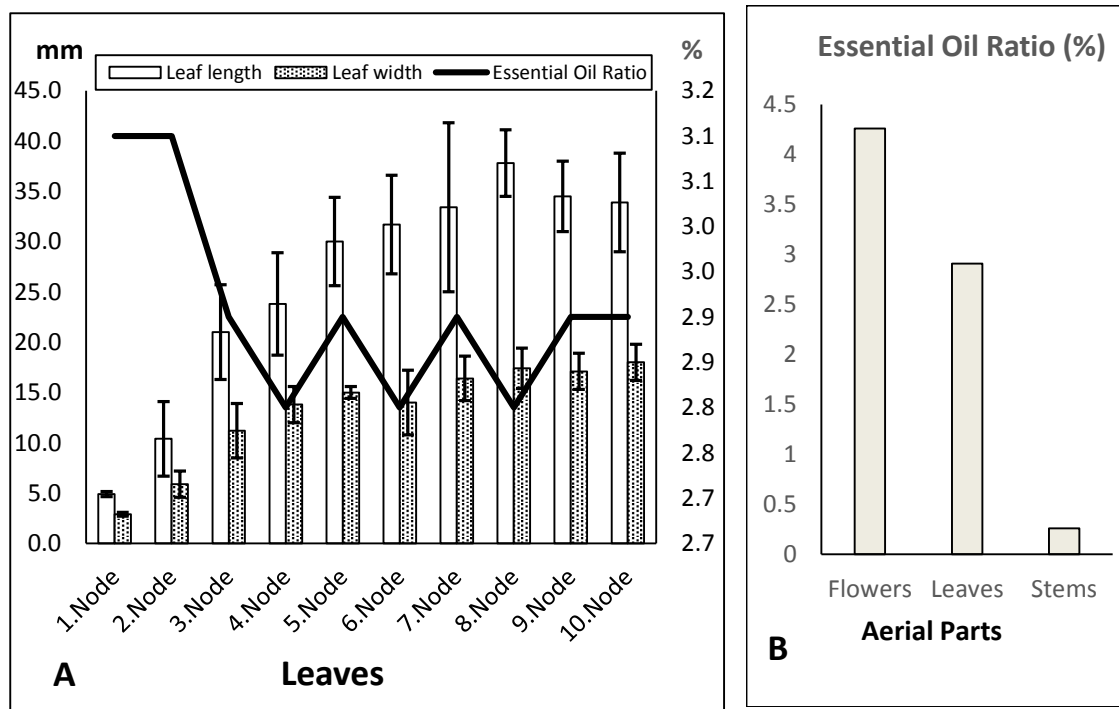


Figure 1. Average values of *Origanum syriacum* var. *bevanii* plant (A) leaf length, leaf width, essential oil ratio according to node number (from top) and (B) essential oil ratio according to aerial parts.

The proportional distribution of the essential oil components using to the aerial parts of the *O. syriacum* var. *bevanii* was given in Table 1.

The essential oil components numbers of *O. syriacum* var. *bevanii* were changed according to the aerial parts, and 37 components in the stem, 60 components in the flower and 72 components in the leaf were determined. The total identified component ratio was found to vary between 97.56% and 99.36% using to the aerial parts of the plant (Table 1). In all essential oils of aerial plant parts, the Carvacrol, an oxygenated monoterpene was seen as the main ingredient. The highest Carvacrol ratio was determined in the essential oil of stem with 66.99%, followed by the

essential oil of leaves (61.62%). Among the organs, the least amount of Carvacrol was found in the essential oil of flowers (59.53%). The second major component was found to be β -Caryophyllene in stem essential oil and para-Cymene in flower and leaf essential oil. In addition, Hydroperoxide 1-methylpentyl, Linalool, Hydroperoxide 1-ethylbutyl and Linalyl Acetate in the essential oil of stem, gamma-Terpinene, Linalool, β -Caryophyllene and β -Myrcene in the essential oil of flower, Linalool, β -Caryophyllene, Linalyl Acetate and 1-Octen-3-yl-acetate in the essential oil of leaf were determined to be other prominent components, respectively (Table 1).

Table 1. The essential oil ratio and essential oil components ratio (%) using to the aerial parts of *Origanum syriacum* var. *bevanii*

Compounds Name*	Retention time	Stem	Flower	Leaf
α-Thujene	11.208	-	1.36	0.77
α-Pinene	11.493	-	0.55	0.23
Hydroperoxide. 1-ethylbutyl	12.359	1.89	0.02	0.07
Hydroperoxide. 1-methylpentyl	12.828	2.15	0.02	0.08
1-Octen-3-ol	13.804	0.40	0.66	1.06
β-Myrcene	14.371	0.43	2.79	1.19
3-Octanol	14.605	0.48	0.35	0.51
α-Phellandrene	15.005	-	0.51	0.21
(-)-3-Carene	15.242	0.22	0.16	0.09
α-Terpinene	15.585	-	2.09	0.97
para-Cymene	16.001	1.55	5.37	5.24
β-Phellandrene	16.198	-	0.74	0.53
β-Ocimene	17.252	-	0.20	-
γ-Terpinene	17.766	1.24	4.19	1.98
trans Sabinene hydrate	18.170	0.92	0.91	1.33
Terpinolene	19.245	-	0.42	0.16
Linalool	19.902	1.95	3.28	4.39
1-Octen-3-yl-acetate	20.525	1.31	1.82	2.05
3-Octyl Acetate	21.133	0.69	0.65	0.69
Borneol	23.201	0.71	0.23	0.44
Terpinen-4-ol	23.770	0.55	0.98	0.56
cis-Dihydrocarvone	24.662	-	0.34	-
α-Terpineol	25.925	0.36	0.50	0.33
(E)-dihydrocarvone	26.536	-	0.10	-
(-)-Carvone	27.281	0.21	0.14	0.24
Thymoquinone	27.434	-	0.04	0.15
Linalyl Acetate	27.724	1.57	1.39	3.05
Nerol	27.874	-	0.29	-
Thymol	29.561	0.28	0.69	0.28
Carvacrol	30.310	66.99	59.53	61.62
Neryl acetate	32.757	0.48	0.55	0.21
Geranyl acetate	33.602	0.59	0.71	0.37
β-Caryophyllene	35.311	6.37	2.49	3.32
Aromadendrene	36.150	0.91	0.62	0.40
α-Caryophyllene	36.788	0.37	0.18	0.20
Germacrene-D	37.980	0.22	0.11	0.30
Viridiflorene	38.584	-	0.42	0.34
delta-Cadinene	39.749	0.26	0.13	0.15
(E)-α-Bisabolene	40.505	0.73	0.20	1.01
4-ethyl-2-methoxy-6-methylphenol	41.109	-	-	0.23
Spathulenol	42.102	0.26	0.05	0.17
Caryophyllene oxide	42.318	1.37	0.48	0.56
Cis-3-Hexenyl Phenylacetate	44.181	0.14	0.07	0.17
Geranyl-α-terpinene	45.206	0.27	0.11	0.29
α-Bisabolol	45.805	0.46	-	0.14
3-Benzylsulfonyl-2.6.6-trimethylbicyclo (3.1.1) heptane	55.053	-	0.24	0.10
Trachylobane	57.912	-	0.33	0.32
β-Bisabolene	61.829	0.58	0.50	0.92
Total		97.56	98.84	99.36
Total Compounds Number		37	60	72
Essential Oil Ratio (%)		4.26 a	2.91 b	0.26 c

*Upper than the 0.10%, Lsd (%5):0.28 (Essential Oil Ratio)

The results were similar or higher to the findings of some researchers who reported that carvacrol is the main component, and the carvacrol ratio is 42.5% (Baser et al., 1993), 42.46% (Tulmen and Baser, 1993) and 49.70-

69.89% (Wakim et al., 2013). Besides, it was found to be lower than the findings of some researchers (82.8-84.6% Novak, et al. (2010) and 78.4% Farhat et al. (2012)). This may be due to differences in growing conditions (Fleisher and

Fleisher, 1991; Dudai et al., 1992; Lukas et al., 2009; Ali-Shtayeh et al., 2018; El-Alam et al., 2019), genotype differences (Putievsky et al., 1996; Chalchat and Pasquier, 1998) and harvest time differences (Soliman et al., 2007; Toncer et al., 2010). On the other hand, it was observed that it contradicts the findings of Werker et al. (1985), Berrehala et al. (2010) and Qneibi et al. (2019), which reported that the main component

of *O. syriacum* essential oil is thymol and the ratio of it is varied between 42.18% and 76.2%. In this case, it could be said that the *O. syriacum* var. *bevanii* used as a plant material on the trail was the thymol chemotype (Putievsky et al., 1996). The proportional distribution of total chemical groups of essential oil constituents identified in the aerial parts of the *O. syriacum* var. *bevanii* was given in Table 2.

Table 2. Chemical groups ratio (%) on the essential oil according to the aerial parts of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii*

Chemical groups	Stem	Flower	Leaf	Average
Monoterpenes	77.41	88.30	83.99	83.24
<i>Monoterpene Hydrocarbons</i>	3.44	18.66	11.52	11.21
<i>Oxygenated Monoterpenes</i>	73.97	69.64	72.47	72.03
Sesquiterpenes	12.14	5.53	8.53	8.73
<i>Sesquiterpene Hydrocarbons</i>	10.05	4.75	7.38	7.39
<i>Oxygenated Sesquiterpenes</i>	2.09	0.78	1.15	1.34
Diterpenes	0	0.57	0.75	0.44
<i>Diterpene Hydrocarbons</i>	0	0.57	0.72	0.43
<i>Oxygenated Diterpenes</i>	0	0	0.03	0.01
Others	8.01	4.44	6.09	6.18
<i>Hydrocarbons</i>	0.14	0.04	0.06	0.08
<i>Oxygenated</i>	7.87	4.40	6.03	6.10
Total	97.56	98.84	99.36	98.59

When the proportional distribution of the chemical groups of essential oil total components identified in the aerial parts of *O. syriacum* var. *bevanii* was examined, it was seen that monoterpenes (77.41-88.30%) stand out and reach the highest value in the essential oil of flowers (Table 2). The highest oxygenated monoterpenes value was detected in the essential oil of stem (73.97%) and the lowest value was found in the essential oil of flower (69.64%). In monoterpene hydrocarbons, it was reached the highest value in the essential oil of flower (18.66%).

It was stand out in component the essential oil of *Osyriacum* that the para-Cymene (%1.55-5.24), gamma-Terpinene (1.24-4.19%) and β -Myrcene (0.43-2.79%) in monoterpene hydrocarbons, Carvacrol (59.53-66.99%), Linalool (1.95-4.39%), Linalyl acetate (1.39-30.5%) and 1-octen-3-yl-acetate (1.31-2.05%) in oxygenated monoterpenes, β -Caryophyllene (2.49-6.37%) and Aromadendrene (0.40-0.91%) in sesquiterpene hydrocarbons, and Caryophyllene oxide (0.48-1.37%) and (E)- α -bisabolene (0.20-1.01%) in oxygenated Sesquiterpene.

The proportional distribution of the essential oil components in the leaves according to the node sequence on the stem of the *O. syriacum* var. *bevanii* was given in Table 3.

The proportional distribution of essential oil total identified components in the leaves according to their location in the stems of the *O. syriacum* var. *bevanii* were showed a difference between 99.13% and 99.80% (Table 3). The Carvacrol (58.39-64.53%), an oxygenated monoterpene, was found as the main component in all leaf essential oils. According to the leaf locations on the stem, the highest Carvacrol ratio was determined with 64.53% in the 6th node leaves and the lowest value in the 1st node leaves (Table 3). The ratio of Carvacrol was increased up to the 4th node leaves, and it was seen changed between 60.42% and 64.53% in the later nodes leaf (6.-10. node). The Carvacrol component was followed by para-Cymene (4.43-6.18%), Linalool (2.12-6.21%), β -Caryophyllene (2.96-3.71%), Linalyl acetate (2.21-4.11%), 1-Octen-3-yl-acetate (1.87-2.45%), gamma-Terpinene (0.78-5.36%),

trans-Sabinene hydrate (1.20-1.44%), β -Myrcene (0.72-2.00%) and 1-Octen-3-ol (0.82-1.31%), respectively. In general, it was been observed that gamma-Terpinene, 1-Octen-3-yl-acetate and (Z)- α -Bisabolene, which were high in young leaves, decrease towards the bottom leaves. In addition, the ratios of Linalool, Linalyl acetate and 1-Octen-3-ol were increased significantly towards old leaves (from top to deep) (Table 3). In general, it can be said that the essential oil components were changed according to the nodal order of the leaves on the stem, and the ratio of Carvacrol in young leaves was low.

Conflict of Interest: The article authors declare that there is no conflict of interest between them.

Author Contribution: AÖ and FT were designed the study and were set up the trials, FT was

conducted the study, and AÖ was analyzed the data and wrote the article. All authors have read, revised, and approved the manuscript.

Conclusions

The result of this study showed that in *O. syriacum* var. *bevanii*, the highest ratio of essential oil was observed in flowers and the lowest in stems. In addition, it was determined that the upper leaves have higher essential oil than the middle and lower leaves. While the smallest leaf was determined in the uppermost node leaves, little change was seen in the 7th node and subsequent node leaves. Carvacrol has been identified as the main ingredient in essential oils of all aerial plant parts. The smallest proportion of Carvacrol was determined at the top node leaves and increased up to the 4th node leaves.

Table 3. The essential oil ratio and essential oil components ratio (%) in leaves according to the node sequence on the stem of *Origanum syriacum* var. *bevanii*

Compounds Name*	RT	Leaves (from top to base)										Average
		1. Node	2. Node	3. Node	4. Node	5. Node	6. Node	7. Node	8. Node	9. Node	10. Node	
α -Thujene	11.208	1.48	1.39	1.09	0.99	1.03	0.87	1.04	0.85	0.95	0.97	0.77
α -Pinene	11.493	0.34	0.33	0.29	0.26	0.27	0.24	0.27	0.23	0.26	0.26	0.23
Hydroperoxide. 1-ethylbutyl	12.359	0.05	0.05	0.06	0.14	0.06	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
Hydroperoxide. 1-methylpentyl	12.828	0.07	0.05	0.07	0.17	0.06	0.14	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08
1-Octen-3-ol	13.830	0.82	0.87	1.00	0.88	1.00	1.10	1.21	1.15	1.22	1.31	1.06
β -Myrcene	14.388	2.00	1.75	1.36	1.27	1.17	0.96	1.05	0.83	0.77	0.72	1.19
3-Octanol	14.640	0.39	0.39	0.40	0.43	0.48	0.52	0.58	0.57	0.61	0.68	0.51
α -Phellandrene	14.988	0.33	0.29	0.24	0.22	0.20	0.16	0.19	0.14	0.14	0.14	0.21
(-)-3-Carene	15.241	0.10	0.10	0.08	0.08	0.09	0.07	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09
α -Terpinene	15.585	1.84	1.35	0.99	0.86	0.92	0.72	0.87	0.70	0.73	0.75	0.97
para-Cymene	16.006	5.26	4.92	4.43	4.86	5.28	5.04	5.56	5.21	5.70	6.18	5.24
β -Phellandrene	16.196	0.64	0.59	0.53	0.50	0.53	0.49	0.54	0.48	0.50	0.51	0.53
γ -Terpinene	17.772	5.36	3.19	2.27	1.74	1.74	1.32	1.50	1.04	0.84	0.78	1.98
trans Sabinene hydrate	18.188	1.27	1.20	1.40	1.31	1.27	1.44	1.38	1.28	1.30	1.41	1.33
Terpinolene	19.245	0.18	0.17	0.16	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.16	0.15	0.16
Linalool	19.899	2.12	2.13	3.15	6.21	4.93	4.52	4.81	5.08	5.27	5.69	4.39
1-Octen-3-yl-acetate	20.537	2.45	2.20	2.25	1.97	2.00	1.94	2.00	1.87	1.87	1.96	2.05
3-Octyl Acetate	21.149	0.74	0.66	0.72	0.60	0.66	0.65	0.72	0.69	0.71	0.77	0.69
Borneol	23.175	0.52	0.34	0.32	1.02	0.60	0.31	0.32	0.29	0.31	0.35	0.44
Terpinen-4-ol	23.779	0.52	0.53	0.64	0.48	0.52	0.54	0.59	0.56	0.57	0.60	0.56
α -Terpineol	25.925	0.23	0.15	0.20	0.80	0.42	0.33	0.27	0.30	0.27	0.36	0.33
(-)-Carvone	27.281	0.18	0.19	0.32	0.24	0.22	0.26	0.23	0.22	0.25	0.21	0.24
Thymoquinone	27.435	0.07	0.03	0.05	0.13	0.10	0.15	0.13	0.15	0.26	0.38	0.15
Linalyl Acetate	27.731	2.48	2.21	2.61	4.11	3.78	2.99	2.94	3.01	3.19	3.18	3.05

Table 3. Continued...

Compounds Name*	RT	Leaves (from top to base)										Average
		1. Node	2. Node	3. Node	4. Node	5. Node	6. Node	7. Node	8. Node	9. Node	10. Node	
Thymol	29.531	0.32	0.29	0.33	0.23	0.37	0.22	0.28	0.25	0.26	0.26	0.28
Carvacrol	30.310	58.39	61.87	62.67	60.60	60.42	64.53	61.43	63.66	62.08	60.56	61.62
Neryl acetate	32.733	0.12	0.12	0.19	0.27	0.27	0.20	0.22	0.25	0.25	0.25	0.21
Geranyl acetate	33.608	0.21	0.21	0.32	0.46	0.48	0.35	0.39	0.44	0.43	0.44	0.37
β -Caryophyllene	35.313	3.71	3.66	3.23	2.96	3.20	3.32	3.38	3.21	3.27	3.28	3.32
Aromadendrene	36.166	0.68	0.61	0.45	0.31	0.35	0.33	0.37	0.30	0.32	0.32	0.40
α -Caryophyllene	36.784	0.24	0.21	0.19	0.25	0.23	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20
Germacrene-D	38.008	0.28	0.35	0.38	0.35	0.33	0.28	0.30	0.27	0.25	0.25	0.30
Viridiflorene	38.584	0.64	0.54	0.38	0.21	0.28	0.26	0.30	0.25	0.27	0.26	0.34
delta-Cadinene	39.799	0.21	0.19	0.18	0.11	0.12	0.13	0.17	0.12	0.16	0.12	0.15
(Z)- α -Bisabolene	40.505	1.01	1.27	1.28	1.03	0.96	1.07	1.03	0.93	0.78	0.78	1.01
4-ethyl-2-methoxy-6-methylphenol	41.109	0.17	0.08	0.08	-	0.28	0.10	0.29	0.28	0.54	0.47	0.23
Spathulenol	42.066	0.16	0.17	0.13	0.10	0.14	0.14	0.19	0.20	0.21	0.24	0.17
Caryophyllene oxide	42.279	0.35	0.37	0.43	0.43	0.54	0.57	0.64	0.69	0.76	0.86	0.56
Cis-3-Hexenyl Phenylacetate	44.155	0.12	0.19	0.23	0.15	0.17	0.17	0.19	0.19	0.14	0.16	0.17
Geranyl- α -terpinene	45.206	0.28	0.35	0.41	0.21	0.29	0.26	0.31	0.28	0.28	0.27	0.29
α -Bisabolol	46.260	0.17	0.09	0.16	0.37	0.39	-	0.05	0.04	0.04	0.04	0.14
Shyobunol	46.527	0.14	0.14	0.13	-	0.10	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
Trachylobane	57.912	0.60	0.83	0.63	0.26	0.19	0.15	0.11	0.06	-	0.03	0.32
β -Bisabolene	61.829	0.46	0.67	0.52	0.97	0.77	1.48	0.92	1.06	1.13	1.19	0.92
Total		99.34	99.31	99.10	99.76	99.37	99.80	99.22	99.37	99.08	99.13	
Essential Oil Ratio (%)		3.10 a	3.13 a	2.93 b	2.80 bc	2.90 bc	2.76 c	2.86 bc	2.83 bc	2.90 bc	2.90 bc	

*Upper than the 0.10%, RT: Retention time , Lsd (%5):0.15 (Essential Oil Ratio)

References

- Al-Hijazeen, M. (2019). Effect of *Origanum syriacum* L. essential oil on the storage stability of cooked chicken meat. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(1):1-10.
- Ali-Shtayeh, M.S., Jamous, R.M, Abu-Zaitoun, S.Y., Akkawi, R.J, Kalbouneh, S.R., Dudai, N. and Bernstein, N. (2018). Secondary treated effluent irrigation did not impact chemical composition, and enzyme inhibition activities of essential oils from *Origanum syriacum* var. *syriacum*. *Industrial Crops and Products*, 111(1): 775-786.
- Alma, M.H., Mavi, A., Yildirim, A., Digrak, M. and Hirata, T., (2003). Screening chemical composition and in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils from *Origanum syriacum* L. growing in Turkey. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 26(12), pp. 1725-1729.
- Anonymous (2020). Gas Chromatograph - Mass Spectrometer Systems, Mass Spectral Libraries. Shimadzu Excellence in Science. https://www.ssi.shimadzu.com/sites/ssi.shimadzu.com/files/Products/literature/mass_spec/GCMS_spectral_libraries_2012.pdf
- Baser, K.H.C., Ozek, T., Tumen G. and Sezik E. (1993). Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. *Journal of Essential Oil Research*, 5(6): 619-623.
- Baser, K.H.C., Kurkcuoglu, M., Demirci B. and Ozek, T. (2003). The essential oil of *Origanum syriacum* L. var. *sinaicum* (Boiss.) letsvaart. *Flavour Fragr. J.*, 18: 98–99.
- Baytop, T. (1984). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3255.
- Berrehala, D., Boudiara, T., Hichema, L., Khalfallaha, A., Kabouchea, A., Al-Freihatb, A., Ghannadic, A., Sajjadid, E., Mehrabanic, M., GhomidJ.S. and Kabouchea, Z. (2010). Comparative composition of four essential oils of oregano used in algerian and jordanian folk medicine. *Natural Product Communications*, 5(6): 957-960.
- Chalchat J.C. and Pasquier B. (1998). Morphological and chemical studies of *Origanum* clones: *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare*. *Journal of Essential Oil Research*, 10(2): 119-125.
- Chishti, S., Kaloo, Z.A. and Sultan, P. (2013). Medicinal importance of genus *Origanum*: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 5(10): 170-177.
- Daouk, R.K., Dagher, S.M. and Sattout, E.J. (1995). Antifungal activity of the essential oil of *Origanum syriacum* L. *Journal of Food Protection*, 58(10): 1147-1149.
- Dudai, N., E. Putievsky, U. Ravid, D. Palevitch, and A.H. Halevy. (1992). Monoterpene content in *Origanum syriacum* L. as affected by environmental conditions and flowering. *Physiol. Plant.* 84:453-459.
- Duran, N. and Kaya, D.A. (2018). Antifungal activity of *Origanum syriacum* L. essential oils against *Candida* spp. ICAMS 2018–7th International Conference on Advanced Materials and Systems, 18-20 October 2018. Bucharest, Romania, 81-85.
- El-Alam, I., Zgheib, R., Iriti, M., El Beyrouthy, M., Hattouny, P., Verdin, A., Fontaine, J., Chahine, R., Sahraoui, A.L.H. and Makhlouf, M. (2019). *Origanum syriacum* essential oil chemical polymorphism according to soil type. *Foods*, 8(3): 1-11.
- Farhat, M., Tóth, J., Héthelyi, B.É., Szarka, S. and Czigle, S. (2012). Analysis of the essential oil compounds of *Origanum syriacum* L.. *European Pharmaceutical Journal*, 59(2): 6-14.
- Fleisher, A. and Fleisher, Z. (1991). Chemical composition of *Origanum syriacum* L. essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 3(2): 121-123.
- Jaafar, H., Khraizat, Z., Bashour I. and Haidar, M. (2015). Water productivity of *Origanum syriacum* under different irrigation and nitrogen treatments using an automated irrigation system. *WIT Transactions on Ecology and The Environment, Water Resources Management VIII*, 196: 211-220.
- Karpouhtsis, I., Pardali, E., Feggou, E., Kokkini, S., Scouras, Z.G. and Tspidou, P.M. (1998). Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 1111-1115.
- Lukas, B., Schmiderer, C., Franz, C. and Novak, J. (2009). Composition of essential oil compounds from different Syrian populations of *Origanum syriacum* L. (Lamiaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 1362–1365.
- Lukas, B. (2010). Molecular and phytochemical analyses of the genus *Origanum* L. (Lamiaceae). Universität Wien (Doktorin der Naturwissenschaften), s.183, Wien (Accessed January 10, 2021). http://othes.univie.ac.at/11737/1/2010-07-09_9402875.pdf
- Novak, J., Lukas B. and Franz C. (2010). Temperature influences thymol and carvacrol differentially in *Origanum* spp. (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Research*, 22(5): 412-415.
- Oflaz, S. (2001). Pharmacognosic studies on commercial *Origanum* species. (Unpublished Master’s Thesis). Anadolu University, Eskisehir.
- Putievsky, E., Dudai, N. and Ravid, U. (1996). Cultivation, selection and conservation of oregon species in Israel. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, 8-12 May 1996, 102-109, CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy
- Qneibi, M., Jaradat, N., Hawash, M., Zaid, A.N., Natsheh, AR., Yousef, R and AbuHasan, Q. (2019). The Neuroprotective role of *Origanum syriacum* L. and *Lavandula dentata* L. essential oils through their effects on AMPA receptors. *BioMed Research International*, V. 2019:1-11 ([//doi.org/10.1155/2019/5640173](https://doi.org/10.1155/2019/5640173)).
- Satici, M. and Ozel, A. (2021). Determination of yield and some plant properties of *Echinacea purpurea* (L.) Moench under the Sanliurfa conditions. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 25(1): 41-52.
- Shafaghat, A. (2011). Antibacterial Activity and GC/MS Analysis of the Essential Oils from Flower, Leaf and

- Stem of *Origanum vulgare* ssp. *viride* growing wild in North-west Iran. *Natural Product Communications*, 6(9):1351-1352.
- Soliman F.M., Yousif, M.F., Zaghoul, S.S., Okba M.M. and El-Sayed E.M. (2007). Seasonal variation in the essential oil composition of *Origanum syriacum* L. subsp. *sinaicum* greuter and burdet; evaluation of its tocolytic activity. *Egypt. J. Biomed. Sci.*, 23(March):121-134.
- Sonmez, C. 2019. Effect of different harvest times on some yield and essential oil characteristics in *Origanum onites* L. *Turk J Field Crops*, 24(1): 106-110.
- Tas, A. (2010). The epidermal investigations on the genus *Origanum* L. (Labiatae) growing on Turkey. Inonu University, Institute of Health Sciences (Unpublished Master's Thesis), Malatya. (Accessed January 10, 2021)
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSo-nucYeni.jsp>
- Toncer, O., Karaman, S. and Diraz, E. (2010). An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(11): 1059-1064.
- Tunc, I., Berger, B. M., Erler, F. and Dağlı, F. (2000). Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36(2): 161-168.
- Tulmen, G. and Baser, K.H.C. (1993). The essential oil of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) Letswaart. *Journal of Essential Oil Research*, 5: 315-316.
- Wakim, L.H., El Beyrouthy, M., Mnif, W., Dhifi, W., Salman M. and Bassal A. (2013). Influence of drying conditions on the quality of *Origanum syriacum* L.. *Natural Product Research*, 27(15): 1378-1387.
- Werker, E., U. Ravid and E. Putievsky. (1985). Structure of glandular hairs and identification of the main components of their secreted material in some species of the Labiatae. *Israel J. Bot.* 34:31-45.



Determination of the physiological and biochemical effects of humic acid application in strawberry plant grown under salt stress

Tuz stresinde yetiştirilen çilek bitkisinde hümik asit uygulamasının fizyolojik ve biyokimyasal etkisinin belirlenmesi

Sema KARAKAS^{1*}, Murat DIKILITAS²

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

²Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Harran University, Sanliurfa 63300, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-1617-9407>; ²<https://orcid.org/0000-0002-7399-4750>

To cite this article:

Karakas, S. & Dikilitas, M. (2021). Determination of the physiological and biochemical effects of humic acid application in strawberry plant grown under salt stress. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 326-335.
DOI: 10.29050/harranziraat.905113

*Address for Correspondence:

Sema KARAKAS

e-mail:

skarakas@harran.edu.tr

Received Date:

29.03.2021

Accepted Date:

21.06.2021

© 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

The reduction of salt toxicity in the soil environment significantly contributes to the growth and development of plants. In this study, tolerance and development status of strawberry plant were investigated through irrigation solution including 50 mmol L⁻¹ NaCl salinity and the application of 50 mg L⁻¹ humic acid (HA). The physiological and biochemical parameters in vegetative and fruit stages and the mineral contents of strawberry plants were assessed if application of HA contributed to salt tolerance mechanisms of strawberry plants. HA improved physiological parameters such as crown and root fresh weight, crown and root dry weight, stomatal conductance as well as improving biochemical parameters and reducing stress metabolites such as (total chlorophyll contents, proline, malondialdehyde, catalase, and peroxidase enzyme activities). HA application (50 mg L⁻¹) under salt stress (50 mmol L⁻¹) also improved the quality parameters such as vitamin C and lycopene contents. We suggest that HA application is beneficial via increasing the tolerance mechanisms of salt-sensitive strawberry plants.

Key Words: NaCl stress, humic acid, strawberry, abiotic stress

ÖZ

Toprakta tuz toksitesinin azaltılması, bitkilerin büyüme ve gelişimine önemli katkılar sunmaktadır. Bu çalışmada 50 mmol L⁻¹ NaCl içeren sulama suyu ile sulanan çilek bitkisinin 50 mg L⁻¹ hümik Asit (HA) uygulaması ile tuz stresine karşı toleransı ve gelişim durumu araştırılmıştır. Çilek bitkilerinin tuz toleransına HA uygulamasının katkıda bulunup bulunmadığı, vejetatif ve meyve aşamalarında fizyolojik ve biyokimyasal parametreler ve çilek bitkilerinin mineral içerikleri değerlendirilmiştir. HA, taç ve kök taze ağırlığı, taç ve kök kuru ağırlığı, stomatal iletkenlik gibi fizyolojik parametresi ve bunun yanı sıra artan biyokimyasal parametreler ve azalan stres metabolitleri ile (toplam klorofil, prolin, MDA, katalaz ve peroksidaz) bitki gelişimini sağlamıştır. Tuz stresinde (50 mmol L⁻¹) HA uygulamasının 50 mg L⁻¹ vitamin C likopen gibi kalite parametrelerini artırdığı belirlenmiştir. HA uygulaması tuza hasas olan çilek bitkisinin tolerans mekanizmasını artırarak fayda sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: NaCl stres, hümik asit, çilek, abiotik stres

Introduction

Salt stress is a very important abiotic stress affecting plant growth, crop production and

quality. Increased salinity in the root media impacts plants during their vegetative growth periods via decreasing plant growth and yield (Wani and Gosal, 2011). Some crop plants have

limited capacity to tackle with salt stress. Application of proper fertilization and irrigation or genetic improvement may help to increase the salt tolerance mechanisms in salt-sensitive crop plants. However, additional help is mostly needed to grow them under stressed conditions.

Strawberry is a small fruit crop that is highly valuable all over the world. It belongs to the Rosaceae family with 23 species in the genus *Fragaria*. (Folta and Davis 2006; Shulaev et al. 2008). Strawberry is an important commercial fruit crop with the increasing production areas and consumption around the world. However, it is considered sensitive to NaCl due to toxic Na⁺ or Cl⁻ ions. NaCl stress not only reduces the crop yield but also deteriorates the quality parameters in strawberry fruits (Jamalian et al., 2013; Garriga et al., 2015).

We could reduce the negative effects of salinity through the application of chemicals. Humic acid (HA) is one of the beneficial chemicals to have a key role in the promotion of plant growth as biostimulation. HA can enhance stress tolerance of plants. It has been widely used in water stress, salinity stress and even in biotic stress agent conditions (Aydin et al., 2012). It regulates plant primary and secondary metabolism in stress conditions and increases resistance against abiotic and biotic stresses (Canellas and Olivares, 2014; Canellas et al., 2015). HA could help crop plants enhance a variety of biochemical processes by growing the activity of enzymatic antioxidants including CAT, POD, and SOD, cell membrane stability, regulating water absorption and increasing the uptake of mineral elements and synthesis of proteins and hormones. Humic acid also regulates hormonal homeostasis and positively affects plant growth (Ali et al., 2019). HA also contribute to soil fertility via regulating chemical reactions in the vicinity of plant roots (Trevisan et al., 2009; Geçer, 2020).

In this study, physiological and biochemical responses of Rubygem strawberry cultivar against NaCl salinity were assessed and the effect of HA in terms of growth improvement, mineral contents availability and fruit quality parameters.

Materials and methods

Experimental design and plants growth

This research was conducted in a semi-controlled greenhouse. Fresh strawberry (Rubygem variety) plants were grown in 8-L pots containing peat under natural light conditions. Day and night mean temperatures were 30±2/24±2 °C. A trial was a randomized design with three different factors. The first factor was salinity stress which included two treatments containing 0 (control) and 50 mmol L⁻¹ NaCl stress. The second factor was HA treatments used on plant leaf at 50 mg L⁻¹ and the third factor was the application of both salt and humic acid (NaCl+HA) treatment. Treatments in each group were replicated five times.



Figure 1. Strawberry plants were grown with or without HA and NaCl applications during the trial

Commercially available strawberry seedlings were transferred to the pots and kept until they formed 4 to 5 fully-developed leaves (5 weeks). Salinity and HA treatments were made once a week. The experimental treatments were made for a period of ten weeks. The whole trial period from the beginning of obtaining strawberry

seedlings till the end of harvest took four months (Figure 1).

Plant and fruit analyzes

Plant crown and root fresh weight (FW) were analyzed immediately after the harvest. Plant crown and root dry weight (DW) were determined after drying them at 70° C to reach a constant weight.

Total soluble solids (TSS) were assessed from the fruit juice with a hand refractometer. The results are expressed in percent (%) (Catania et al., 2020).

Stomatal conductivity was determined on the youngest fully expanded leaves on upper branches of the plants with a leaf promoter (SC-1) at midday. Measurements were conducted by clamping the leaves in the leaf chamber. The actual vapour flux from the leaf through the stomata is expressed as $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Karlidag et al., 2011).

Strawberry fruits were harvested when 90% of the fruit surface had reached a fully red colour. At the end of the experiment, total fruit weights were determined, and the average fruit yield was calculated and expressed as g plant^{-1} .

Lycopene content of strawberry fruits was assessed with the method of Barrett and Anthon (2001) with minor modifications (Karakas, 2013). Strawberry fruit (one gram) was homogenized in 10 mL of ethanol: hexane (4:3) mixture. The homogenate centrifuging the mixture at 10,000 g for 10 min, then 0.1 mL of the supernatant was mixed with 7 mL of ethanol:hexane (4:3) mixture and vortexed. After 1 h of room temperature incubation, 1 mL of H₂O was applied to the tubes and vortexed. A sample of the organic (hexane) phase was measured at 503 nm compared with hexane in a UV microplate spectrophotometer (Epoch, SN: 1611187, USA). The results are expressed as mg kg^{-1} FW.

The vitamin C content of fruits was assessed following the method of Oz (2002) with small modifications (Karakas, 2013). Strawberry fruits (five grams) were extracted in 25 mL of oxalic acid. The mixture was centrifuged at 10,000 g.

Then, 1 mL of the mixture was added to 7 mL of 1% oxalic acid and 8 mL of dye reagent. The ingredients of dye reagent and the experimental protocol was explained in our previous work (Karakas et al., 2016).

Biochemical analyzes

Total chlorophyll contents (Chl-*a* + Chl-*b*) of strawberry plants were assessed following the method of Arnon (1949) with minor modifications (Karakas, 2013). Leaf samples (0.5 g) were extracted with 10 mL acetone: water (80/20, v/v) mixture and filtered through Whatman No.2 filter paper and the supernatants were measured at UV microplate spectrophotometer (Epoch, SN: 1611187, USA) at 663 nm and 645 nm for Chl-*a* and Chl-*b*, respectively. The blank was 80% acetone. The results are calculated as mg L^{-1} and expressed as mg g^{-1} FW.

The proline contents of strawberry leaves were assessed according to the method of Bates et al. (1973) with minor modifications. The detailed protocol was previously described (Karakas et al., 2013). The results are expressed as $\mu\text{mol g}^{-1}$ FW.

Malondialdehyde (MDA) content was assessed following the process of Sairam and Saxena (2000) with minor modifications. The detailed protocol was previously described (Karakas et al., 2013). The results are expressed as nmol g^{-1} FW.

Catalase (CAT, EC. 1.11.1.6) and POX (POX, EC.1.11.1.7) enzyme activities were assessed according to the methods of Milosevic and Slusarenko (1996) and by Cvikrova et al (1994), respectively with minor modifications (Karakas et al., 2013). The detailed protocols for both experiments were made in the previous study (Karakas et al., 2013).

Leaf mineral (K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Cl^{-1}) contents were assessed following the procedure of Chapman and Pratt (1961) with minor modifications (Karakas, 2013). Dry plant samples (0.5) g were ground in porcelain crucibles. The porcelain crucibles were placed into a muffle furnace, and the temperature was gradually increased up to 500 °C. The cooled ash was then dissolved in 5 mL 2 N hydrochloric acid. After 30

minutes, the volume was made up to 50 mL with distilled water, and the supernatant was filtered through Whatman No. 42 filter paper. Then resulting supernatant containing Na⁺, K⁺, Ca²⁺, and Mg²⁺ ions were assessed by Inductively Coupled Plasma (ICP, Perkin Elmer). The concentration of Cl⁻ in the leaves was read using ion chromatography.

Statistical analyzes

Duncan's Multiple Range Test (DMRT) was used to evaluate the data at the P≤0.05 level using the ANOVA test in SPSS version 22. Data are expressed as a mean value ± the standard error.

Results and Discussion

We determined that crown FW and DW, root FW and DW, stomatal conductance, total soluble solids, fruit average weight and total yield, lycopene, vitamin C, chlorophyll (Chl-*a* and Chl-*b*), leaf ions contents (K⁺ and Ca²⁺) of strawberry plants decreased in NaCl-treated plants. Leaf proline contents, MDA, CAT and POX enzyme activities, leaf mineral contents (Na⁺ and Cl⁻) of strawberry plants increased with NaCl treatment. Statistical analysis showed that HA application

had significant effects on the crown and root FW and DW, SC, TSS, fruit average weight, total yield, lycopene, vitamin C, total chlorophyll, proline content, MDA, POX and CAT antioxidant enzymes, leaf mineral content.

When strawberry plants were exposed to NaCl stress, their crown FW and DW were reduced 53% and 40%, respectively when compared to those of controls. However, application of NaCl+HA increased crown FW and DW contents by 90% and DW 95%, respectively when compared to control plants (Figure 1 A and B). HA application did not contribute to increases in FW and DW of strawberry plants grown in normal conditions. Similarly, root FW and DW of strawberry plants increased upon application of HA to NaCl-treated plants, but the increase of root FW and DW were not as significant as those of increases in crown FW and DW of strawberry plants followed by application of HA (Table 1).

When SC was elucidated, NaCl application reduced SC by 42% however, HA application under NaCl stress led to reduction of SC by only 8%. The application of HA to those NaCl-treated plants significantly improved the stomatal conductance in those plants (Table 1).

Table 1. Strawberry same physiological parameters of strawberry plants HA application and NaCl-treated.

Applications	Crown FW (g plant ⁻¹)	Crown DW (g plant ⁻¹)	Root FW (g plant ⁻¹)	Root DW (g plant ⁻¹)	SC (mmol m ⁻² s ⁻¹)
Control	84.18±3.84 ^a	9.75±0.26 ^a	43.06±1.97 ^a	6.21±0.21 ^a	234.01±10.28 ^a
NaCl	39.90±3.32 ^b	5.90±0.20 ^b	20.07±1.45 ^c	2.28±0.14 ^c	136.40±12.39 ^c
HA	87.33±3.10 ^a	10.91±0.42 ^a	44.86±4.19 ^a	6.92±0.39 ^a	246.08±12.81 ^a
NaCl+HA	75.38±5.63 ^a	9.24±0.92 ^a	32.69±2.58 ^b	4.24±0.22 ^b	213.78±10.48 ^b

Significance level at P ≤0.05 was assessed for the HA and NaCl applications via Duncan's Multiple Range Test. Different letters in each column show significant statistical differences.

It was reported that HA promoted soil water holding capacity and reduced irrigation needs for plants (Orzolek, 1993; Hynes and Naidu, 1998). According to some reports, HA regulated hormone level, improved plant growth and enhanced stress tolerance (Piccolo et al., 1992; Moraditochae. 2012). HA may induce shoot and

root growth and improve defence to abiotic stress in plants but the physiological mechanism has not been well determined (Delfine et al., 2005). Masciandaro et al. (2002), Pilanali and Kaplan (2003) stated that HA application mitigated the salinity effect in strawberry, maize and pepper seedlings in saline conditions.

Fruit characteristics

When strawberry plants were exposed to NaCl stress, their crown FW and DW were reduced 53% and 40%, respectively when compared to those of controls. However, application of NaCl+HA increased crown FW and DW contents by 90% and 95%, respectively when compared to control plants (Figure 1 A and B).

Average fruit and total fruit weights were significantly dropped 39% and 65%, respectively at NaCl-treated strawberry plants. However, HA application under NaCl stress led to reduction of average fruit and total fruit weights by only 9% and 4%, respectively when compared to controls (Figure 2A and 2B). It was observed that NaCl stress significantly decreased lycopene and vitamin C contents of the fruits. The application of

HA improved the quality of fruits that had been exposed to NaCl. Although lycopene and vitamin C contents of the fruits decreased under NaCl stress, this was not that significant as compared to those of other parameters taken in the vegetative stages. However, the application of HA still contributed to increasing of lycopene and vitamin C contents of strawberry fruits (Figure 2C and 2D).

TSS contents did not differ among the treatments. Although NaCl application reduced the TSS of strawberry plants, the reduction of TSS was not that significant. Application of HA to NaCl-treated plants increased the contents of TSS up to some degree, however, this was not statistically significant either (Figure 2E).

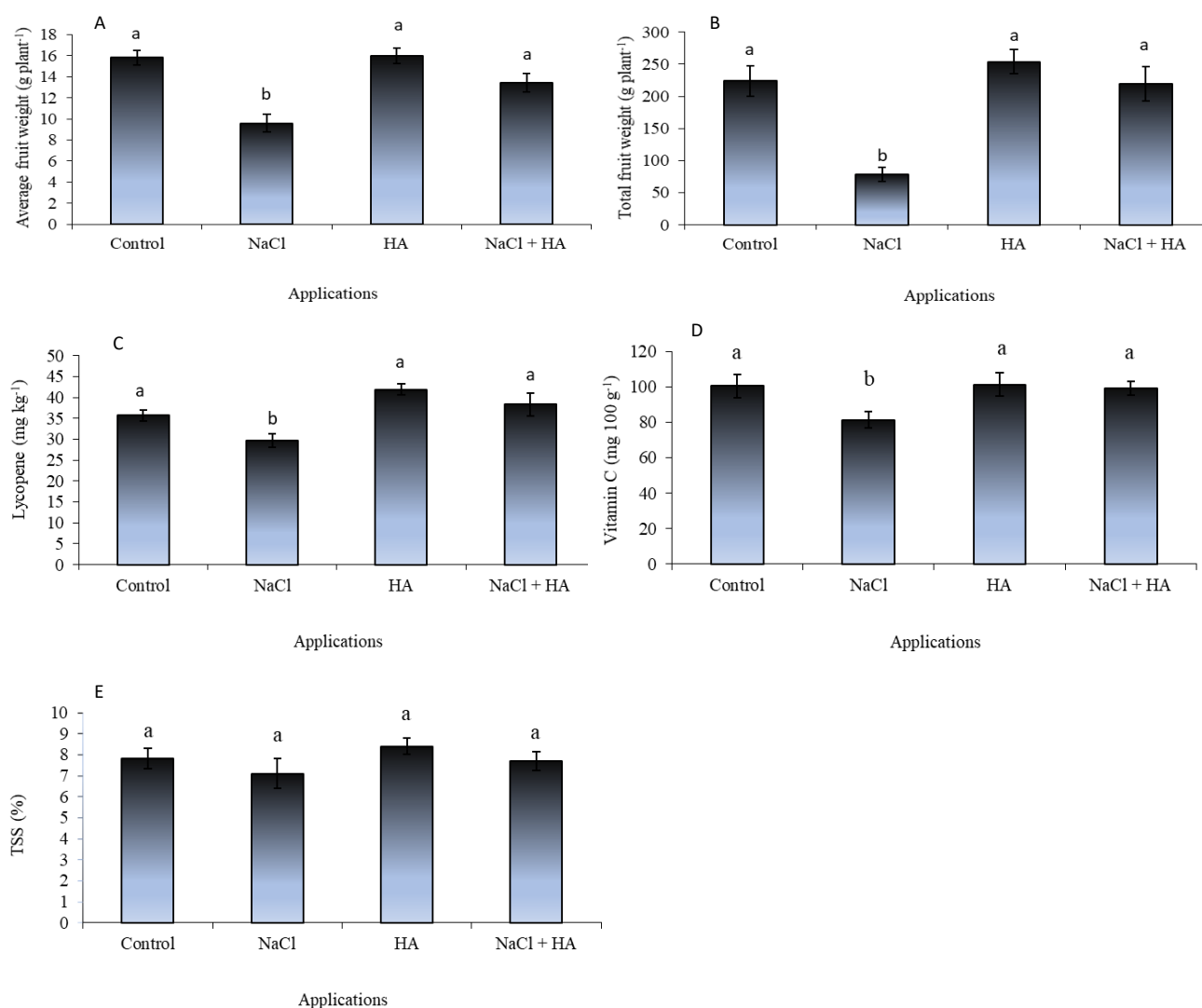


Figure 2. Effect of HA application on average fruit weight, yield lycopene, vitamin C and TSS of NaCl-treated strawberry (*Rubrygem*) plants. Bars indicate the means of the five replicates \pm standard error.

Decrease in strawberry yield under salinity stress could be attributed to reduction in photosynthesis and eventually reduction in the flower fruit formation (Saied et al., 2005). Salt stress can decrease fruit quality such as the vitamin C and lycopene content of strawberry (Jamalian et al. 2008; Karakas et al., 2021) Our results are in line with the results of previous studies.

Biochemical characteristics

Total chlorophyll contents of strawberry plants significantly decreased upon exposure to NaCl stress. Although the application of HA increased the total chlorophyll contents of plants, that was not satisfactory to increase the chlorophyll contents (Table 2). On the other hand, HA application on NaCl-treated strawberry plants contributed to increase of chlorophyll contents. The increase of chlorophyll was found statistically satisfactory in which the chlorophyll contents of NaCl-treated plants increased from 1.24 to 1.97 in NaCl+HA-treated plants. One of the main mechanisms behind this could be attributed to

increased activity of photosynthetic compounds. For example, Fan et al. (2014) stated that chlorophyll contents of *Chrysanthemum* plants were significantly increased upon HA application. It is suggested that the increase of chlorophyll contents were due to increased metabolic activities led by HA application. We state the same pattern in strawberry plants.

Leaf proline content significantly increased as a response to NaCl-treatment. The application of HA significantly decreased the proline contents (Table 2).

Again, leaf MDA contents in strawberry increased with the NaCl-treatment as a response to stress. HA application had also a remarkable effect to decrease MDA level in NaCl-treated strawberry plants. (Table 2).

CAT and POX antioxidant enzyme activities showed a parallel pattern as those of previous parameters. HA application significantly decreased antioxidant enzyme activities NaCl-treated (Table 2).

Table 2. Strawberry biochemical parameters of strawberry plants HA application and NaCl-treated.

Applications	Total chlorophyll (mg g ⁻¹)	Proline (μmol g ⁻¹)	MDA (nmol g ⁻¹)	CAT (unit mg ⁻¹ FW)	POX (unit mg ⁻¹ FW)
Control	2.19±0.10a	2.90±0.42b	1.87±0.13b	1.85±0.20b	4.68±0.40
NaCl	1.24±0.17b	10.56±1.30a	5.31±0.36a	5.49±0.40a	13.69±1.07
HA	2.34±0.14a	2.70±0.24b	1.99±0.21b	1.36±0.18b	4.51±0.50
NaCl+HA	1.97±0.22a	3.68±0.82b	2.57±0.35b	2.22±0.24b	5.20±0.66

Significance level at P ≤0.05 was assessed for the HA and NaCl applications via Duncan's Multiple Range Test. Different letters in each column show significant statistical differences.

Under saline conditions, compatible solutes like proline and soluble carbohydrates are expected to accumulate (Yaghobi et al., 2016). Increases in proline and soluble carbohydrates can be used as indicators of salinity tolerance ability (Munns and Tester, 2008). It was reported that proline increases positively correlated with HA application under NaCl stress (Jarosova et al., 2016). On the other hand, Jarosova (2016) reported the opposite finding that the amount of proline diminished in plants treated with HA under saline stress. It was suggested that the decrease in proline and soluble carbohydrate

content in plants treated with HA may be related to the alleviation mechanism of harmful effects of salinity. In our findings, HA application did not increase proline contents under normal conditions, on the contrary, it decreased proline contents under NaCl stress conditions. NaCl stress was observed to increase proline contents. It was remarkable to see that HA application proline contents in NaCl-treated plants. Our findings were similar to findings observed by Jarosova (2016). We assumed that mostly proline accumulation in salt-sensitive plants caused from the degradation of protein rather than synthesis in cells. It is

possible that HA application decreased the damaged proteins and prevented protein oxidation. This was reflected as decreases in proline contents in NaCl stressed plants. These observations were also positively tested when we recorded other parameters such as MDA accumulations. MDA is an important marker to determine if lipid peroxidation or damage to the plasmalemma and membranes of intracellular organelles has occurred as a result of environmental stresses (Halpern et al., 2015). In saline conditions, an increase in the number of free radicals causes membrane fats to decompose and MDA to be production (Bernstein et al., 2010). In this study, HA remarkably diminished MDA content under salinity stress. Since HA regulated the antioxidant enzymes in the host cell and limited the levels of ROS and lipid peroxidation, the application of HA could be beneficial for the plants under stress (Lotfi et al., 2015; Saidimoradi et al., 2019). The similar case

was proved in our study. The stress marker via MDA measurement showed that was significantly reduced. This clearly showed that HA was able to reduce the NaCl stress and the metabolites produced for the ease of NaCl stress was spent to increase quality parameters as shown above.

Some leaf mineral contents

The effect of HA and salt stress on leaf mineral contents such as N, P, K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ ions decreased with the increases in salinity levels in strawberry plants. The lowest K⁺ and Ca²⁺ ions were determined following NaCl application. HA application enhanced N and P ions, but Mg²⁺ has not been changed significantly in strawberry plants following NaCl treatments. Under saline conditions, increases of Na⁺ and Cl⁻ ions were evident in strawberry plants grown at increasing NaCl salinity, however, employment of HA significantly decreased the Na⁺ and Cl⁻ ions, Table 3.

Table 3. Strawberry leaf mineral contents.

Applications	N (%)	P (%)	K ⁺ (%)	Na ⁺ (%)	Ca ⁺⁺ (%)	Mg ⁺⁺ (%)	Cl ⁻ (%)
Control	2.21±0.28 ^a	0.88±0.11 ^a	2.77±0.10 ^a	0.21±0.02 ^c	1.92±0.06 ^a	0.31±0.02 ^a	0.30±0.03 ^c
NaCl	1.81±0.18 ^b	0.62±0.07 ^b	1.76±0.20 ^b	1.13±0.08 ^a	1.68±0.03 ^b	0.29±0.01 ^a	1.40±0.11 ^a
HA	2.63±0.26 ^a	1.03±0.14 ^a	2.60±0.07 ^a	0.19±0.01 ^c	2.11±0.12 ^a	0.34±0.02 ^a	0.26±0.04 ^c
NaCl+HA	2.30±0.27 ^a	0.77±0.05 ^a	2.54±0.11 ^a	0.58±0.06 ^b	1.91±0.11 ^a	0.33±0.03 ^a	0.47±0.06 ^b

Significance level at P ≤ 0.05 was assessed for the HA and NaCl applications via Duncan's Multiple Range Test. Different letters in each column show significant statistical differences.

Above parameters and mineral nutrient absorption rates are combined to assess the function of HA in reducing the negative effects of salt on plants. The effects of HA on nutrient absorption in plants have been extensively researched in terms of growth conditions and plant varieties. For instance, HA prolonged the uptake of P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Zn²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ and Cu²⁺ in *Solanum melongena* L. and tomato plants (Dursun et al., 1999); in maize such as N, P, K⁺, Ca²⁺, Zn²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ and Cu²⁺ (Sharif et al., 2002; Eyheraguibel et al., 2008); N, P, K⁺ in tomato plants (Abdel-Mawgoud et al., 2007). Effects of HA on mineral uptake in saline-stressed strawberry plants were quite remarkable as shown in this study. NaCl stress significantly

increased Na⁺ and Cl⁻ ion accumulation in leaves of strawberry plants while decreasing other beneficial minerals such as N, P, K⁺, Mg⁺⁺, and Ca⁺⁺. Application of HA not only regulated metabolic homeostasis but also improved beneficial mineral uptake while developing the uptake of toxic ions like Na⁺ and Cl⁻ ions. This is probably due to increased root system and photosynthetic capacity. Positive effects of HA applications were observed on strawberry plants grown in normal conditions. As expressed above, HA application improved the rooting system of those plants grown in normal conditions in which the uptake of mineral elements are increased significantly. Our study showed that saline stress reduced K⁺ ion concentration while increasing Na⁺

concentration in leaf. It was reported that salinity increased Na^+ deposition ratio in root growing region and decreased the selectivity for K^+ (Saidimoradi et al., 2019). However, HA application improved and regulated mineral homeostasis in strawberry plants. Similar results were reported by Keutgen and Pawelzik (2009) who determined an increase in Na^+ ion content in the leaf and root of strawberry plants when they were exposed to saline stress.

Conclusion

One of the most critical and destructive abiotic stresses affecting agriculture worldwide is salinity stress. Since strawberry is a salt-sensitive plant, it is easily affected by a mild or moderate level of salinity. A very low level of NaCl could significantly reduce the crop yield and quality of fruits.

In this study, strawberry was grown under differing applications (control, 50 mmol L^{-1} NaCl, 50 mg L^{-1} HA, 50 mmol L^{-1} NaCl + 50 mg L^{-1} HA). Strawberry seedlings in NaCl salinity were negatively affected in terms of physiological and biochemical parameters. Defending plants synthesized various stress metabolites such as proline, MDA, POX and CAT antioxidant enzymes to ease the negative effects of NaCl toxicity. However, increases of these metabolites were negatively correlated with the quality-related metabolites such as vitamin C and lycopene contents. HA applications reduced the concentrations of stress metabolites and antioxidant enzyme levels and contributed to increases of vitamin C and lycopene contents indirectly in strawberry plants. This study showed that HA application might be an effective approach to increase the yield production and quality of strawberry fruits. We suggest that use of HA in strawberry plants is a practical approach where salinity is prevalent.

Acknowledgments: The authors express their sincere grattitudes to Prof. Ibrahim Bolat for his help during cultivation of strawberry.

Author Contributions: Conceptualization, S.K., M.D.; methodology, S.K., and M.D.; validation, S.K., and M.D.; formal analysis, S.K. and M.D; investigation, S.K., M.D; resources, S.K., and M.D; writing—original draft preparation, S.K.; writing—review and editing, M.D. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript”.

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

References

- Abdel-Mawgoud, A. M. R., El-Greadly, N. H. M., Helmy, Y. I., & Singer, S. (2007). Responses of tomato Plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*, 3, 169-174.
- Ali, A. Y. A., Ibrahim, M. E. H., Zhou, G., Nimir, N. E. A., Jiao, X., Zhu, G., Elsiddig A. M. I., Zhi, W., Chen, X., & Lu, H. (2019). Ameliorative effects of jasmonic acid and humic acid on antioxidant enzymes and salt tolerance of forage sorghum under salinity conditions. *Agronomy Journal*, 111(6), 3099-3108.
- Arnon, D. L. A. (1949). Copper enzyme is isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol*, 24, 1-15.
- Aydin, A., Kant, C., & Turan, M. (2012). Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 1073-1086.
- Barrett, D. M., & Anthon, G. (2001). Lycopene content of california-grown tomato varieties. *Acta Horticulturae*, 542, 165-174.
- Bates, L. S., Waldren R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Bernstein, N., Shores, M., Xu, Y., & Huang, B., (2010). Involvement of the plant antioxidative response in the differential growth sensitivity to salinity of leaves vs roots during cell development. *Free Radical Biology Medicine*, 49 (7), 1161-1171
- Canellas, L. P., & Olivares, F. L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies. Agriculture*, 1 (3), 1-11.
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A., (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15-27.
- Catania, P., Comparetti, A., De Pasquale, C., Morello, G., & Vallone, M. (2020). Effects of the Extraction Technology on Pomegranate Juice Quality. *Agronomy*, 10, 10, 1483.
- Chapman H. D. & Pratt P. F. (1961). Methods of analysis for soils, plants, and waters. Division of agricultural

- sciences, University of California USA.
- Cvikrova, M., Hrubcova, M., Vagner, M., Machackova, I., & Eder, J. (1994). Phenolic acids and peroxidase activity in Alfalfa (*Medicago sativa*) embryogenic cultures after ethephon treatment. *Plant Physiological*, 91(2), 226-233.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 183–191.
- Dursun, A., Güvenç, İ., & Turan, M. (1999). Macro and micro nutrient contents of tomato and eggplant seedlings and their effects on seedling growth in relation to humic acid application, Improved Crop Quality by Nutrient Management, Anaç, D.; Martin-Prevel, P. Editors.; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., & Morard, P. (2008). Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize, *Bioresource Technology*. 99: 4206-4212.
- Fan, H. M., Wang, X. W., Sun, X., Li, Y. Y., Sun, X. Z., & Zheng, C.S., (2014). Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum, *Scientia Horticulturae*, 177, 118-123.
- Folta, K.M., & Davis, T.M. (2006). Strawberry genes and genomics. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25, 399–415.
- Garriga, M., Muñoz, C.A., Caligari, P.D., & Retamales, J.B. (2015). Effect of salt stress on genotypes of commercial (*Fragaria x ananassa*) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Scientia Horticulturae*, 195, 37-47.
- Geçer, M. K. (2020). Effects of Humic Acid Application on Fruit Yield and Quality in Some Strawberry Cultivars. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 6(1), 21 – 27.
- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T., & Yermiyahu, U., (2015). The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Advances in Agronomy*, 130, 141–174.
- Hynes, R.J., & Naidu, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure application on soil organic matter content and soil physical conditions. *A review of Nutrient Cyclic and Agroecosystem*, 51:123-137.
- Jamalian, S., Gholami, M., & Esna-Ashari, M. (2013). Abscisic acid-mediated leaf phenolic compounds, plant growth and yield is strawberry under different salt stress regimes. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 25, 291-299.
- Jamalian, S., Tehranifar, A., Tafazoli, E., Eshghi, S., & Davarynejad, G.H. (2008). Paclobutrazol application ameliorates the negative effect of salt stress on reproductive growth, yield, and fruit quality of strawberry plants. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 49, 1–6.
- Jarosova, M., Klejdus, B., Kovacik, J., Babula, P., & Hedbavny, J., (2016). Humic acid protects barley against salinity. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38 (161), 1–9.
- Karakas, S. (2013). Development of tomato growing in soil differing in salt levels and effects of companion plants on same physiological parameters and soil remediation. PhD University of Harran, Sanliurfa, Turkey.
- Karakas, S., Bolat I., & Dikilitas M. (2021). The Use of Halophytic Companion Plant (*Portulaca oleracea* L.) on Some Growth, Fruit, and Biochemical Parameters of Strawberry Plants under Salt Stress. *Horticulturae*, 7, 63.
- Karakas, S., Cullu M.A., Kaya, C., & Dikilitas, M. (2016). Halophytic companion plants improve growth and physiological parameters of tomato plants grown under salinity. *Pakistan Journal of Botany*, 48, 21-28.
- Karlidag, H., Yildirim, E., & Turan, M. (2011). Role of 24-epibrassinolide in mitigating the adverse effects of salt stress on stomatal conductance, membrane permeability, and leaf water content, ionic composition in salt stressed strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Scientia horticulturae*, 130 (1), 133-140.
- Keutgen, A. J., & Pawelzik, E., (2009). Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany*, 65 (2-3), 170–176.
- Lotfi, R., Pesarakli, M., Gharavi-Kouchebagh, P., & Khoshvaghti, H., (2015). Physiological responses of Brassica napus to fulvic acid under water stress: Chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activity. *Crop Journal*, 3 (5), 434–439.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto, S., & Howard, L. (2002). Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33, 365-378.
- Milosevic, N., & Slusarenko, A. J. (1996). Active Oxygen Metabolism and Lignifications in The Hypersensitive Response in Bean. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 49, 143-158.
- Moraditochae M. (2012). Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. *ARP Journal of Agricultural and Biological Science*, 7, 289–293.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681.
- Orzolek, M. (1993). Use of hydrophilic polymers in horticulture. *Hort. Tecnol.*, 3: 41-44.
- Oz, A. T. (2002). Effects of two different temperatures on l-ascorbic acid content (Vitamin C), length of storage time and fruit quality. *Bahce*, 31(1-2), 51-57.
- Piccolo, A., Nardi, S., & Concheri, G. (1992). Structural characteristics of humic substance as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biology Biochemistry*, 24, 373-380.
- Pilanalı, N., & Kaplan, M. (2003). Investigation of Effects on Nutrient Uptake of Humic Acid Applications of Different Forms to Strawberry Plant. *Journal of Plant Nutrition*. 26, 4, 838 843.
- Saidimoradia, D., Ghaderia, N., & Javadia, T. (2019). Salinity stress mitigation by humic acid application in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae* 256, 108594.
- Saied, A.S., Keutgen, A.J. & Noga, G. (2005). The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. 'Elsanta' and 'Korona'. *Scientia*

- Horticulturae*, 103, 289–303.
- Sairam, R.K., & Sexena, D. (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184, 55-61.
- Sharif, M., Khattak, R. A., & Sarir, M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants, *Soil Science and Plant Analysis*. 33, 3567- 3580.
- Shulaev, V.; Korban, S. S.; Sosinski, B.; Abbott, A.G.; Aldwinckle, H.S.; Folta, K.M.; Iezzoni, A.; Main, D.; Arús, P.; Dandekar, A.M.; Lewers, K.; Brown, S. K.; Davis, T.M.; Gardiner, S.E., Potter, D., & Veilleux, R.E. (2008). Multiple models for rosaceae genomics. *Plant Physiology*, 147, 985–1003.
- Trevisan, S., Pizzeghello, D., Ruperti, B., Francioso, O., Sassi, A., Palme, K., Quaggiotti, S. & Nardi, S. (2009). Humic substances induce lateral root formation and expression of the early auxin-responsive IAA19 gene and DR5 synthetic element in Arabidopsis. *Plant Biology*, 12, 604-614.
- Wani, S.H., & Gosal, S.S., (2011). Introduction of Osglyll gene into *Oryza sativa* for increasing salinity tolerance. *Biologia Plantarum*, 55 (3), 536–540.
- Yaghubi, K., Ghaderi, N., Vafaei, Y., & Javadi, T. (2016). Potassium silicate alleviates deleterious effects of salinity on two strawberry cultivars grown under soilless pot culture. *Scientia Horticulturae*, 213, 87-95.



Tuz stresi ve bor toksisitesi koşulları altında yetişen soya bitkisine yapılan bakteri ve melatonin uygulamasının toprak mikrobiyal aktivitesine etkisi

Effect of bacteria and melatonin application on soil microbial activity on soybean plants grown under salt stress and boron toxicity conditions

Ali SARIOĞLU^{1*} , Cengiz KAYA¹ 

^{1,2}Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-6269-4990>; ²<https://orcid.org/0000-0001-8938-3463>

To cite this article:

Sarioğlu, A. & Kaya, C. (2021). Tuz stresi ve bor toksisitesi koşulları altında yetişen soya bitkisine yapılan bakteri ve melatonin uygulamasının toprak mikrobiyal aktivitesine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 335-348.
DOI: 10.29050/harranziraat.929285

*Address for Correspondence:
Ali SARIOĞLU
e-mail:
asarioglu@harran.edu.tr

Received Date:
28.04.2021
Accepted Date:
05.07.2021

© 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, tuz stresi (TS) ve bor toksisitesi (BT) şartlarında soya bitkisine yapraktan yapılan melatonin (MT) uygulaması ve tohumdan bakteri aşılmasının bitki gelişimi ile topraktaki bazı mikrobiyal aktivitelere etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma sera denemesi olarak toprak ortamında saksılarda yürütülmüştür. Araştırma konuları; kontrol, TS (100mM NaCl), BT (2mM B) ve TS+BT (100mM NaCl+2mM B) olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, soya bitkisinde en fazla zarar TS+BT birlikte uygulamasında görülmüştür. Genel olarak yapılan stres uygulamaları bitki yaş ve kuru ağırlıklarında ve DHA, MBC ve CO₂ gibi toprak mikrobiyal aktivite içeriklerinde önemli azalmaya neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, stres etkilerine karşı yapılan uygulamalardan özellikle bakteri aşılması (BA) stresin etkilerini hafifletmede etkili olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yapılan melatonin (MT) uygulaması ise, tek başına BA uygulaması kadar etkili olmamış fakat BA ile stres etkilerini daha fazla azaltmada destek görevi görmüştür. Yapılan BA ve MT uygulamaları ile soya bitkisinde, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında ve toprak mikrobiyal aktivitelerinde (DHA, MBC ve CO₂) artışlar olduğu tespit edilmiş ve bu artışlar istatistiki (P≤0.05) olarak önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tuz stresi, Bor toksisitesi, Melatonin, Soya, Bakteri

ABSTRACT

In this study, the effects of foliar melatonin (MT) application to soybean plant and bacterial inoculation from seed on plant growth and some microbial activities in soil were investigated under salt stress (SS) and boron toxicity (BT) conditions. This research was carried out in pots in the soil environment as a greenhouse experiment. Research topics; control was designated as SS (100mM NaCl), BT (2mM B) and SS+BT (100mM NaCl+2mM B). According to the results of the research, the most damage was seen in the combined application of SS+BT in soybean plant. In general, stress applications cause a significant decrease in plant fresh and dry weights and soil microbial activity contents such as DHA, MBC and CO₂. In addition, it has been determined that especially bacterial inoculation (BA), which is one of the applications against the effects of stress, is effective in alleviating the effects of stress. However, the application of melatonin (MT) was not as effective as the application of BA alone, but it served as a support in further reducing the effects of stress with BA. It was determined that there were increases in plant fresh and dry weights and soil microbial activities (DHA, MBC and CO₂) in soybean plant with BA and MT applications, and these increases were found to be statistically significant (P≤0.05).

Key Words: Salt stress, Boron toxicity, Melatonin, Soybean, Bacteria

Giriş

Tarımsal üretimi arttırmak için tarımsal uygulamalar artmaya başlamış, bu durum daha fazla kimyasal madde kullanımı ve aşırı sulama ile verimli toprakların bozulmasına ve azalmasına yol açmıştır. Aynı zamanda ürün kalitesinin düşmesine de neden olmaktadır. Yapılan bu tarımsal uygulamaların yoğunlaştırılması, sulamalardan kaynaklı tuz stresi ve bor toksisitesi gibi yeni bazı sorunlara yol açmaktadır.

Tuzun bitkiler üzerindeki etkileri, su ve iyon alımı, fotosentez hızı, ozmotik etki ve oksidatif metabolizma vb. gibi bazı fizyolojik etkileri araştırılırken (Liu ve ark., 2014), yüksek tuzun bitkiler üzerindeki etkileri hala araştırılmaya devam etmektedir. Tuzun bu etkileri bitkisel üretimde de önemli kayıplara yol açabildiği düşünülmektedir.

Tuz stresi hem ozmotik hem de iyon alımını doğrudan etkilemesiyle, su ve besin alımını önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Ashraf 2004; Khan ve ark., 2012; Ahmed ve ark., 2015). Tuz stresine maruz kalan bitkilerin sitozollerin de fazla oranda Na⁺ birikmesi, hücre membranların da zarara yol açarak, elektiksel sızıntıya neden olmaktadır. Bu durum; CO₂ asimilasyonu, lipid metabolizması, protein metabolizması ve N asimilasyonu dahil olmak üzere sitozoldeki metabolik aktiviteleri olumsuz yönde etkilemektedir (Ahmad 2010, Pandol ve ark., 2012, Ahmad ve ark., 2014).

Bitki büyümesi için gerekli olan besin elementlerinden biri olan bor (B) elementi özellikle, kurak ve yarı kurak alanlarda toksik seviyelerde bulunur (Roessner ve ark., 2006; Pardossi ve ark., 2015). Bazik karakterli topraklar kil mineralleri arasına B adsorbe ederek, B elverişliliğini azaltırken, sulama suyundaki B ile bu gereksinim karşılanabilmektedir. Bor'un topraktan yıkanarak uzaklaşması yok denecek kadar az olmasından dolayı, tuzlu ve sodik topraklarda bor toksisitesi, bor noksanlığına göre daha olasıdır (Aydemir, 1997). B noksanlığı gübreleme yoluyla çözülebilirken, B toksisitesini çözmek zor bir sorundur. Bunun nedeni, bor'un yüksek seviyelerde bulunmasının bitkiler üzerindeki

olumsuz etkileri, yıllık yağışın 550 mm olduğu bölgelerde geri dönüşümlü değildir. Kurak bölgelerde ise düşük yağış nedeniyle kök bölgesinde ve toprak profilinde yarıyıllı bor sınırlıdır (McDonald ve ark., 2010). B noksanlığı ile toksisitesi arasındaki sınır değerleri oldukça yakın olduğundan, B seviyesinin biraz yüksek olması bitkiler için toksik seviyede olmasına yeterlidir (Herrera-Rodríguez ve ark., 2010). Kurak ve yarı kurak alanlarda oluşan B toksisitesi bitki gelişimini sınırlayan önemli faktörlerden biridir. Yüksek B konsantrasyon kaynağı olarak bor, yer altı suları, toprakta doğal olarak bulunan, sulama suyu ve gübreleme ile toprakta bor miktarı arttırılmaktadır (Tas ve ark., 2016; Liu ve ark., 2015). Yüksek bor bulunan topraklarda yetişen bitkiler de bor toksisitesinin etkileri; bitki köklerinin, sürgünlerin ve stoma iletkenliğinin azalması ile fotosentez aktivitesi, klorofil içeriğinin azalması, hücre zarının lipidlerinin ve geçirgenliğinin zararlanması ile bitki savunma sisteminde meydana gelen değişiklik şeklinde sıralanabilir (Li ve ark., 2017; Macho-Rivero ve ark., 2017; Hossain ve ark., 2015; Liu ve ark., 2017). Bor toksisitesi, bitki yapraklarının uç kısmından başlayarak kenarlara doğru borun birikmesiyle hasara neden olur (Reid ve ark., 2004; Savić ve ark., 2013). Bu durumda farklı bitkilerde, gelişmede gerileme, yaşlı yaprakların uç ve kenarlarında nekrotik lekeler en önde gelen belirtilerdir (Shireen ve ark., 2018). Bor'un yüksek seviyeleri hücre zarına zarar vererek yaprak dokularına zarar verir. Bitki dokularında ve hücrelerinde oksidatif stresi arttırdığı artık kabul edilmektedir (Mesquita ve ark., 2016; Shah ve ark., 2017).

Bor, genellikle kurak bölgelerin sulama sularında yüksek konsantrasyonlarda bulunur (Ben-Gal ve Shani 2002). Drenajı zayıf olan tuzlu topraklar da yüksek B konsantrasyonu bulunabilir (Grieve ve Poss 2000). Yüksek oranda B ve toprak tuzluluğu, buğday (Grieve ve Poss 2000), domates ve salatalık (Alpaslan ve Güneş 2001) ve ıspanağın (Güneş ve ark., 2007a) büyümesini ve verimini sınırlayabilir. Domates ve salatalık bitkilerinin büyümesi, iki stresin ayrı ayrı uygulandığı duruma kıyaslandığında tuz stresi ve B toksisitesinin

birlikte etkisinden daha fazla etkilenmiştir. Tuz oranının, tuza toleranslı domatesin B konsantrasyonunu düşürürken, tuza duyarlı salatalığın B konsantrasyonunu artırdığı gösterilmiştir (Alpaslan ve Güneş 2001). B'un toksik olduğu koşullarda ise elma anacında (Molassiotis ve ark., 2006) ve buğday bitkilerinde (Güneş ve ark., 2007d) ROS oranının arttığı bildirilmiştir.

Tuz stresi ve bor toksisitesinin bitki gelişimi ve verimi üzerine bağımsız etkileri bilinmesi ve literatürde yer almasına rağmen (Gupta ve ark., 1985; Munns ve Termaat 1986), bu iki stresin bütünlük etkisine karşı bitki tepkisi üzerine yapılan araştırmalar henüz yetersizdir. Yüksek oranda tuz ve bor içeren sulama sularıyla sulama yapma (Nable ve ark., 1997) veya tuzluluğun doğal oluşumu ile yüksek bor etkisine sahip topraklarda ürünler, hem tuz stresi hem de bor toksisitesi streslerini aynı anda yaşayabilirler. Tuz stresi, birçok bitkinin gelişimini olumsuz etkileyen önemli bir sorundur (Pandolfi ve ark., 2012; Ruiz-Lozano ve ark., 2012; Rebey ve ark., 2017).

Melatonin (MT)'in bitkilerde doğal olarak sentezlenen bir moleküldür. (Iriti ve ark., 2006, Martinez ve ark., 2016). Son yıllarda MT'nin bitki içerisindeki rolünü anlamaya yönelik araştırmaların yoğunluğu önemli oranda artmıştır (Martinez ve ark., 2016). Huang ve ark., (2017) tarafından yapılan bir araştırmada MT ile işleme tabi tutulan kivi meyvesinde kadmiyum stresinin olumsuz etkilerini antioksidan savunma sistemini arttırarak zararı azalttığını ve şeftali meyvesinde soğuk hava deposunda savunmayı arttırdığı belirlenmiştir. Literatürdeki farklı araştırmalar, MT'nin strese bağlı olarak sinyal mekanizmasında rol oynadığını göstermektedir (Martinez ve ark., 2016). Allegra ve ark., (2003)'ün bildirdiğine göre MT aynı zamanda ROS süpürücü bir antioksidan olarak da bilinir Bitki büyümesinde olumlu etkisinin yanında, MT salatalıkta su stresi, donma stresi ve tuz stresi gibi olumsuz çevre şartlarında bitkinin toleransını arttırdığı düşünülmektedir (Shi ve ark., 2015). MT, yaprak yaşlanmasının yavaşlatması, kök gelişimi, sürgün büyümesi, mineral beslenmesi ve bitkilerin sıcaklık stresine

karşı toleransı da dahil olmak üzere bariz fizyolojik rolleri nedeniyle biyopromoter olarak bilinir (Zuo ve ark., 2017; Liang ve ark., 2018).

Atmosferde % 78 oranında bulunan azotun bitkiler ve diğer canlılar için yararlı olması için NH₄ ve NO₃ formlarına dönüşmesi gerekmektedir. Yararlı formdaki atmosfer azotunun bitkiler tarafından yararlanılabilir forma dönüşmesi için toprak içerisinde serbest yaşayan veya özellikle baklagil bitkileri ile simbiyotik olarak yaşayan bakterilerin vasıtasıyla gerçekleşebilir. Azot fiksasyonu ve organik materyallerin mikro canlılar yardımıyla mineralizasyonu sonucu bitkilerin yararlanacağı formlara dönüşür (Fritsche, 1990; Lindemann ve Glower, 2003). Baklagil bitkileri ile bu simbiyotik ilişkide bulunan bakteri Rhizobium bakterileridir. Rhizobium bakterileri hastalık, zararlılar, toprak asitliği ve su stresi gibi durumlara duyarlı olduğu ama aşılama yapılmasının gerekli olduğu ve bitkiyi dayanıklı kıldığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Adjei ve ark., 2002; Gök ve ark., 2005; Doğan ve ark., 2006).

Toprak mikrobiyal aktiviteleri ile Tarımsal verimlilik arasında yakın bir ilişki vardır. Toprak mikroorganizmaları besin ve enerji temini için yaptıkları faaliyetler sonucunda yararlı forma geçen birçok element bitkiler için de faydalı olmaktadır. (Doğan ve ark., 2018). Rhizobial ve mikorizal aktiviteler bitki rizosfer bölgesinde karşılıklı fayda ilkesiyle mutualistik etkileşim içindedirler. Atmosfer azotunun yararlı formlara dönüşerek toprağa bağlanmasında bitki ve mikroorganizma arasındaki simbiyotik ilişkiden fayda sağlanır. Bu ilişki dolaylı olarak bitkinin büyüme, gelişme, hastalık ve zararlılardan korunmasında da etkili olmaktadır (Gök ve ark. 2007; Coşkan ve Doğan, 2011).

Bu çalışmada, tuz stresi ve bor toksisitesinin ayrı ayrı ve birlikte etkilerinin, melatonin uygulaması ve bakteri aşılması sonucunda, soya fasulyesi bitkisindeki biomas ve bazı fizyolojik etkileri ile bazı toprak mikrobiyal aktiviteleri parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırma, Harran Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait olan cam serada 2020 yılında yürütülmüştür. Saksı denemesi olarak yürütülen bu araştırmanın bitki materyali soyadır. Denemede kullanılan toprak kampüs içerisindeki deneme alanlarından temin edilmiş olup tuzsuzdur. Toprak özellikleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Topraklar getirildikten sonra kurutulmuş ve 2 mm elekten geçirilerek saksılara doldurulmuştur. Topraklar saksılara doldurulduktan sonra; tuz uygulaması (NaCl) 100 mM, bor uygulaması (H₃BO₃) 2 mM olacak şekilde sulama suyuna katılarak ve melatonin 0.1 µM dozunda yapraktan püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Soya tohumlarına bulaştırılarak bakteri aşılması yapılmış ve yapılmamış olmak üzere saksılara ekim gerçekleştirilmiştir. Çalışma 3 tekerrürlü olarak ve toplamda 4 farklı uygulama ile bunların kombinasyonları şeklinde yapılmıştır. Kullanılan bakteri Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünden temin edilen ve soyaya özgü olan *bradyrhizobium japonicum* bakterisi kullanılmıştır. Topraklara bütün uygulamalara ekimle birlikte, dekara 12-13 kg gelecek şekilde taban gübresi olarak DAP uygulanmış ve sonrasında gübreleme yapılmamıştır.

Bitkiler istenilen boya (4-5 yaprak) geldikten sonra uygulamalar başlanmıştır. Melatonin uygulaması bitkiler strese sokulmadan bir hafta önce iki günde bir kere olmak üzere püskürtülerek toplamda 3 sefer uygulanmıştır. Takip eden haftada bitkilere bor içeren saksılara Borlu (2 mM H₃BO₃) sulama suyu ile, tuz içeren saksılara tuz eklenmiş sulama suyu (100 mM NaCl) ile ve her iki stresin olduğu saksılara bor ve tuzun birlikte (100 mM NaCl+2 mM H₃BO₃) uygulaması yapılarak sulama gerçekleştirilmiştir. Bitkiler çiçeklenme aşamasında hasat edilmiş, gövde-kök bölgelerinin yaş-kuru ağırlıklar alınmıştır. Ardından toprak analizlere tabi tutulmuştur.

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprak özellikleri
Table 1. Soil properties used in the experiment

pH	7.8
EC (ds m ⁻¹)	1.17
Kireç (%) Lime (%)	31.5
Org. Madde (%) Org. Matter (%)	2
Bünye	Killi-tın
KDK (me 100gkt ⁻¹)	38.5
P (kg da ⁻¹)	4.4
Fe (mg kg ⁻¹)	1.28
Mn (mg kg ⁻¹)	1.26
Cu (mg kg ⁻¹)	0.44
Zn (mg kg ⁻¹)	0.74
B (mg kg ⁻¹)	0.14

Bitki yaş ve kuru ağırlıkları

Bitkiler hasat sırasında, her saksıdaki bitki kök boğazından kesilmiş ve kesilen bitkilerin kök ve kök üstü aksamaları ayrı ayrı tartılarak bitki yaş ağırlıkları alınmıştır. Sonraki aşamada bitkiler 70 °C'ye ayarlanmış olan etüvde kurutulmuş ve kuru ağırlıkları alınmıştır.

Dehidrogenaz enzim aktivitesi (DHA) analizi

DHA analizi Thalman (1967)'e göre yapılmıştır. 10g toprak örneği alınarak 25x250 mm'lik tüplere konuldu. 10 ml TTC çözeltisi eklenerek çalkalandı. Tüpler pamukla kapatılarak karanlık bir ortamda 24 saat bekletildi. 24 saat sonra her tüpe 50 ml ekstraksiyon çözeltisi eklenip karanlık ortamda 2 saat bekletildi. Daha sonra tüpler içindeki çözelti filtre edildi ve ortaya çıkan süzük 546 nm dalga boyunda spektrofotometrede okumaları yapıldı.

Mikrobiyal biyomas karbon içeriği (MBC) analizi

Toprak içerisinde MBC analizi Öhlinger (1993)'e göre yapılmıştır. 50 g olarak alınan toprak örneği tarla kapasitesine getirilmiştir. Örnekler ile 50 ml kloroform içeren beher eksikatöre yerleştirilir. Eksikatörün içindeki hava motor yardımıyla boşaltıldı. 24 saat beklendikten sonra örnekler çıkartıldı. Çıkartılan örnekler potasyum sülfat çözeltisi ile 1:5 oranında karıştırılarak 30 dakika çalkalamaya bırakıldı. Çalkalama işleminden sonra örnekler süzülerek organik madde tayini yapıldı.

Toprak solunumu (CO₂) analizi

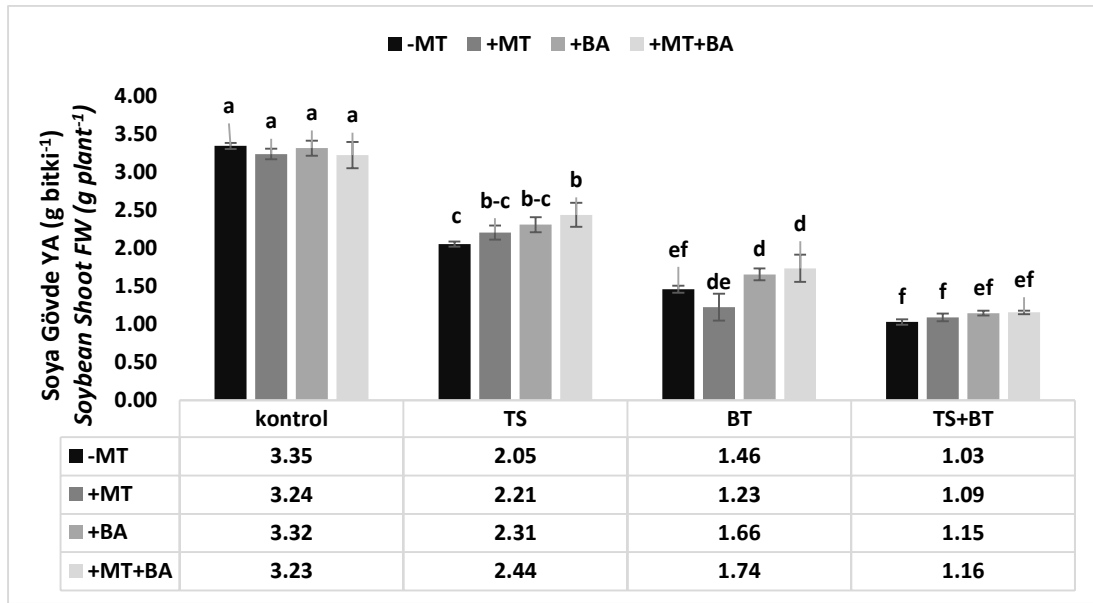
CO₂ üretimi analizi Isermayer (1952) yöntemine göre yapılmıştır. 100 g alınan toprak

örneği ierisinde 50ml barit özelti bulunan isermayer kavanozuna konularak hava almayacak şekilde ağzı kapatıldı ve 24 saat beklendi. Topraksız olarakta bir tane tanık yapıldı. Fenal ftaleyn damlatılarak pembe renk oluşturuldu. Pembe renk renksize dönüşene dek HCl ile titrasyon edildi.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırma uygulamaları soyada kök üştü yaş ağırlığında istatistiksel aıdan ($P \leq 0.05$) önemli farklılıklar yaratmıştır (şekil 1). Tuz ve bor stresi koşullarında belirlenen bitki kök üştü yaş ağırlığı

değerleri düşüşler gösterirken, kontrol koşullarında MT ve BA uygulamalarına rağmen önemli farklılıklar oluşmamıştır. Bununla beraber TS ve BT etkisi altındaki bitkilerin yaş ağırlığı değerleri önemli farklılıklara neden olmuştur. En düşük değerler TS+BT uygulamalarında belirlenirken bunu sırasıyla BT ve TS uygulamaları izlemiştir. TS etkisindeki kök üştü yaş ağırlığı değerleri $2.05 \text{ g bitki}^{-1}$ (-MT) ile $2.44 \text{ g bitki}^{-1}$ (+MT+BA) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde BT ve TS+BT uygulamaları altındaki değerler sırasıyla 1.23 (+MT) ile 1.74 (+MT+BA) ve 1.03 (-MT) ile 1.16 (+MT+BA) olarak belirlenmiştir.



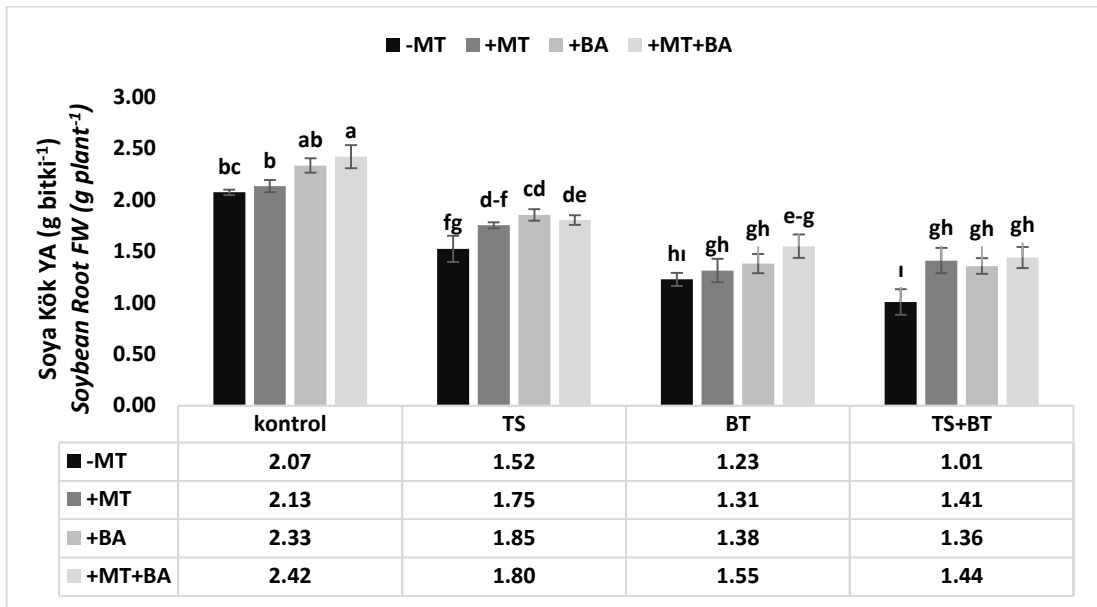
şekil 1. Uygulamaların soya bitkisi gövde yaş ağırlık sonuçları

Figure 1. Soybean plant stem wet weight results of the applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan $0,1\text{mM}$ melatonin uygulaması; BT: 2mM H_3BO_3 ; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılanmış

Gövde yaş ağırlığı değerleri ile kök yaş ağırlığı değerleri benzer sonuçlar vermiştir (şekil 2). Bununla beraber TS ve BT etkisinde olmayan uygulamaların bitki yaş kök ağırlığı değerleri arasında önemli bazı farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. MT ve BA uygulamaları stres ve normal koşullarda yaş kök ağırlığı değerlerini

artırmıştır. Normal koşullarda elde edilen sonuçlar daha yüksek bulunmuş ve bunu sırasıyla TS, TS+BT ile BT koşulları izlemiştir. En düşük değer $1.01 \text{ g bitki}^{-1}$ olarak -MT+TS+BT uygulamalarında en yüksek değer ise 2.42 olarak MT+BA uygulamalarında belirlenmiştir.



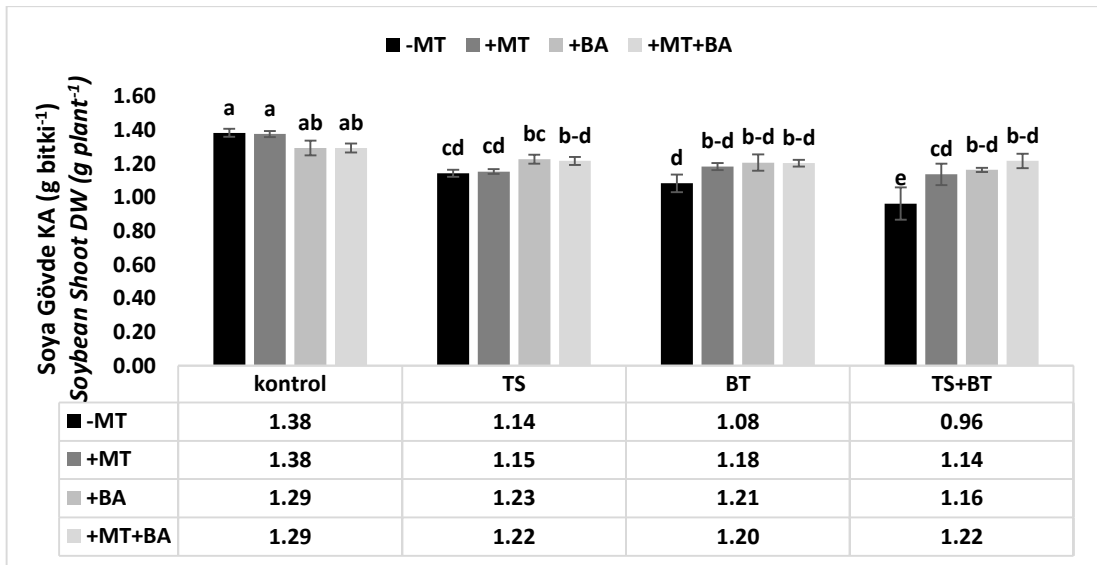
Şekil 2. Uygulamaların soya bitkisi kök yaş ağırlık sonuçları

Figure 2. Soybean plant root wet weight results of the applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

Uygulamaların kök üstü kuru ağırlıklarına etkilerinin görüldüğü Şekil 3' e göre, tuz ve bor toksisitesi streslerinden olumsuz yönde etkilenen bu parametre değerleri bakteri aşılama ve MT

uygulamaları ile artışlar göstermiştir. En düşük ve en yüksek kök üstü ağırlık değerleri sırasıyla 0.96 g bitki⁻¹ olarak TS+BT uygulamasında ve 1.38 g bitki⁻¹ olarak kontrol uygulamasında belirlenmiştir.



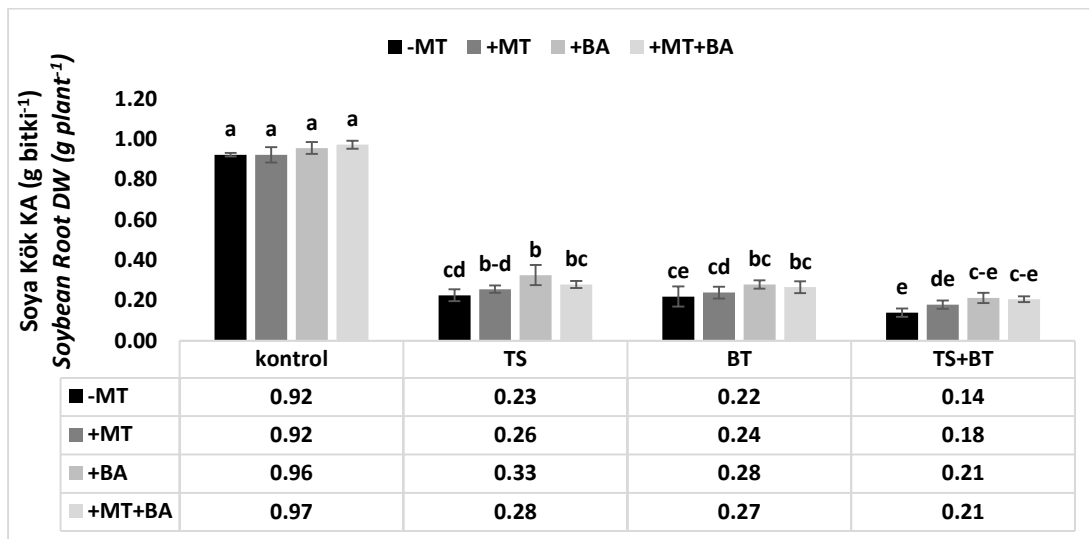
Şekil 3. Uygulamaların soya bitkisi gövde kuru ağırlık sonuçları

Figure 3. Soybean plant stem dry weight results of applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

Kök kuru ağırlık değerleri tuz ve borun stres koşullarından önemli ($P \leq 0.05$) derecede etkilenmiş olup (Şekil 4) değerler kontrol uygulamalarına göre düşmüştür. Kontrol

uygulamalarında belirlenen kök kuru ağırlık değerleri 0.92-0.97 g bitki⁻¹ arasında değişimler gösterirken stres koşulları altındaki değerler 0.14-0.28 g bitki⁻¹ arasında değişimler göstermiştir.



Şekil 4. Uygulamaların soya bitkisi kök kuru ağırlık sonuçları

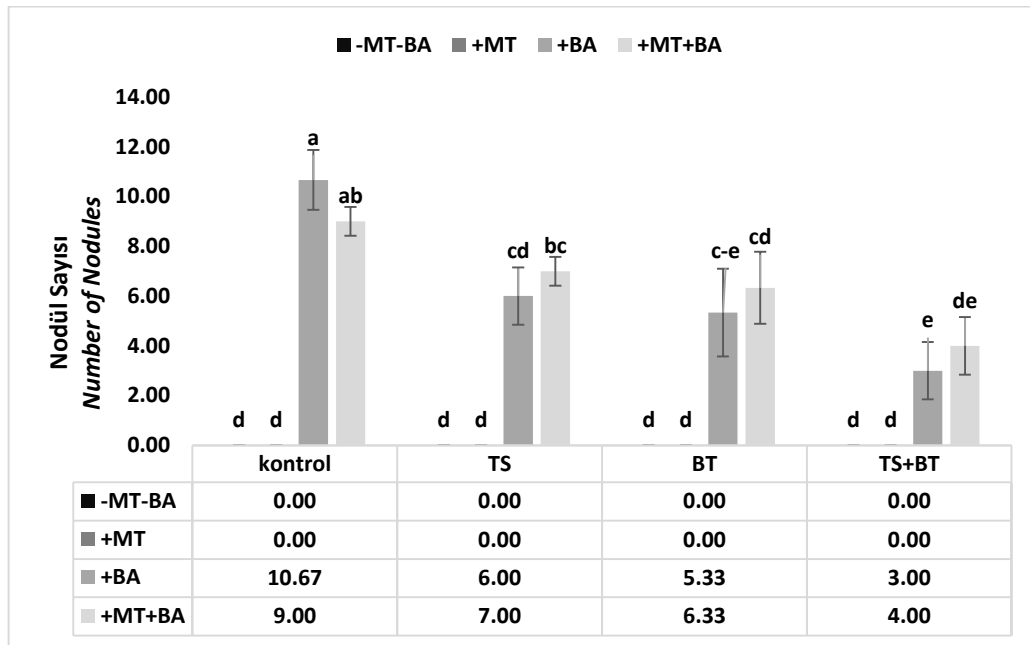
Figure 4. Soybean plant root dry weight results of applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

Yapılan tuz ve bor uygulamaları bitki biomasında ve toprak mikrobiyal aktiviteye önemli oranda etkilediği sonucuna varılmıştır. Soya bitkisi yaş ve kuru ağırlıkları incelendiğinde (Şekil 1, 2, 3, 4), bireysel olarak stresler incelendiğinde toksik seviyede bulunan bor ile yüksek oranda tuz, bitki biomas içeriğinde önemli azalmaya sebep olmuştur. İki stresin birlikte uygulaması ise (TS+BT) bitki biomasına en yüksek hasarı vermiştir. Yapılan bakteri aşılması ise soya bitkisini stres etkilerine karşı direnç kazandırmış ve dışarıdan MT uygulaması ile bu direncin desteklendiği sonucuna varılmıştır. Güllü (2005) soya bitkisinde yaptığı çalışmada, farklı dozlarda tuz uygulamış ve farklı bakteri suşları ile aşılama yapmıştır. Elde ettiği sonuçlarda, tuz konsantrasyonu artışı ile bitki biomasında düşüşler yaşanmıştır. Yapılan bakteri aşılama ise bitki ağırlıklarını stresin zararlı etkilerine karşı önemli oranda arttırmıştır. Tuz etkisi altındaki soyada farklı bakteri suşları ile aşılamanın sonuçlarının araştırıldığı bir başka çalışmada, uygulanan bütün bakteriler tuza karşı bitki gelişimini farklı oranlarda da olsa arttırdığı

sonucuna varılmıştır (Dardanelli ve ark., 2008). Farklı bor düzeylerinin ağır ve hafif bünyeli topraklarda soya bitkisinin nasıl etkilendiğinin araştırıldığı bir denemede, düşük düzeylerde borun bitki ağırlıklarını arttırdığı fakat konsantrasyon artışı ile bitki ağırlığında düşüşler olduğunu bildirmişlerdir. Toprak bünyeleri açısından kıyaslandığında kumlu topraklarda killi topraklara göre bitki gelişiminin daha iyi olduğu ve bordan daha az etkilendiği belirlenmiştir (Cömert ve Kale Çelik, 2017). Bu amaçla yapılan birçok çalışma vardır (Kaya ve ark., 2018; Eggert ve Wirén 2017; Martinez ve ark. 2016). Yapılan çalışmalar elde ettiğimiz bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma sonuçlarına göre bakteri aşılması yapılmayan uygulamalarda nodül oluşumu gerçekleşmemiştir (Şekil 5). Bakteri aşılması yapılmış ve MT uygulanmış uygulamalarda ise nodül sayısı değerleri daha yüksek bulunmuştur. En yüksek nodül sayısı sonuçları kontrol topraklarında belirlenirken tuz ve bor stres koşulları nodül oluşumunu olumsuz yönde etkilemiştir.



Şekil 5. Uygulamaların soya bitkisi nodül sayısı sonuçları

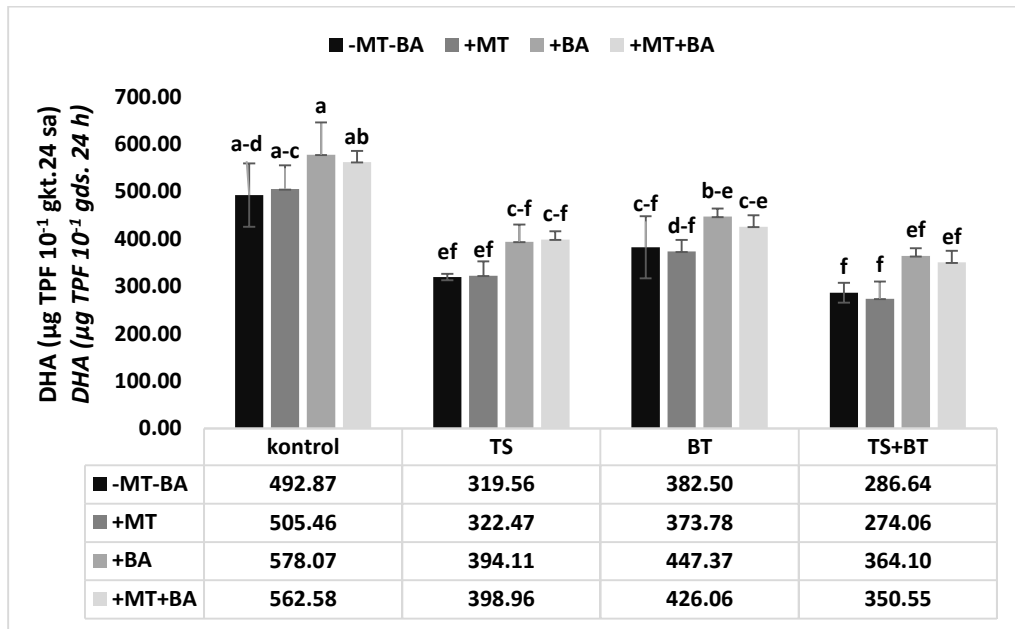
Figure 5. Soybean plant nodule count results of the applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

En yüksek nodül BA uygulamasında bulunmuştur. Stres etkileri nodül sayısında düşümlere neden olmuştur. Yapılan MT uygulaması tek başına etkili olmazken, BA uygulamasına destek verdiği ve strese direnci arttırarak nodülasyonda etkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Singleton ve Bohlool, (1984) 3 farklı tuz konsantrasyonunun ve bakteri aşılamaının soya bitkisi nodül sayısına etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonunda tuz konsantrasyonunun artması ile nodül sayısında azalmalar meydana geldiği bildirilmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki tuzun soyada azot içeriği etkilerinin araştırıldığı çalışmada, tuz konsantrasyonu artışı ile azot içeriğinde ne nodül sayısında düşümlerin yaşandığını ve bunun önemli bulunduğunu bildirilmiştir (Amirjani, 2010). Dardanelli ve ark., (2008) tuz stresine karşı bakteri aşılamaının soya bitkisinde etkilerini araştırmışlardır. Aşılama ile kök gelişimi artmış ve nodülasyon oluşmuştur. Stres etkisi altında ise nodül sayısında düşüm gözlenmiştir.

Dehidrogenaz enzim aktivitesi sonuçlarını

incelediğimizde (Şekil 6), en yüksek değerleri kontrol topraklarında verirken, 578.07 ($\mu\text{g TPF } 10^{-1}$ gkt.) ile BA uygulaması olarak bulunmuştur. Tüm uygulamalarda bakteri aşılama ve MT uygulamalarıyla artışlar tespit edilmiştir. Yapılan uygulamaların toprak mikrobiyal aktivitelerinden biri olan DHA içeriğine etkileri incelendiğinde (Şekil 6), uygulanan stres etmenlerinden tekil olarak tuz stresinin (TS) bor toksisitesi 'ne (BT) göre daha fazla zarar vererek bitki rizosfer bölgesindeki DHA içeriğini önemli oranda azalttığı belirlenmiştir. En yüksek zararı ise TS+BT birlikte uygulaması en düşük DHA içeriği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Yapılan bakteri aşılama (BA) ise melatonin (MT) uygulamasına göre stresin zararlı etkilerini indirgemede daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Yine en olumlu etki BA+MT birlikte uygulamasından elde edilmiştir. DHA topraktaki mikrobiyal aktivite açısından önemli bir göstergedir. Bu yüzdendir ki kalite analizlerinde kullanılan etkili bir sonuçtur (Kumari ve ark., 2013; Doğan, 2012).



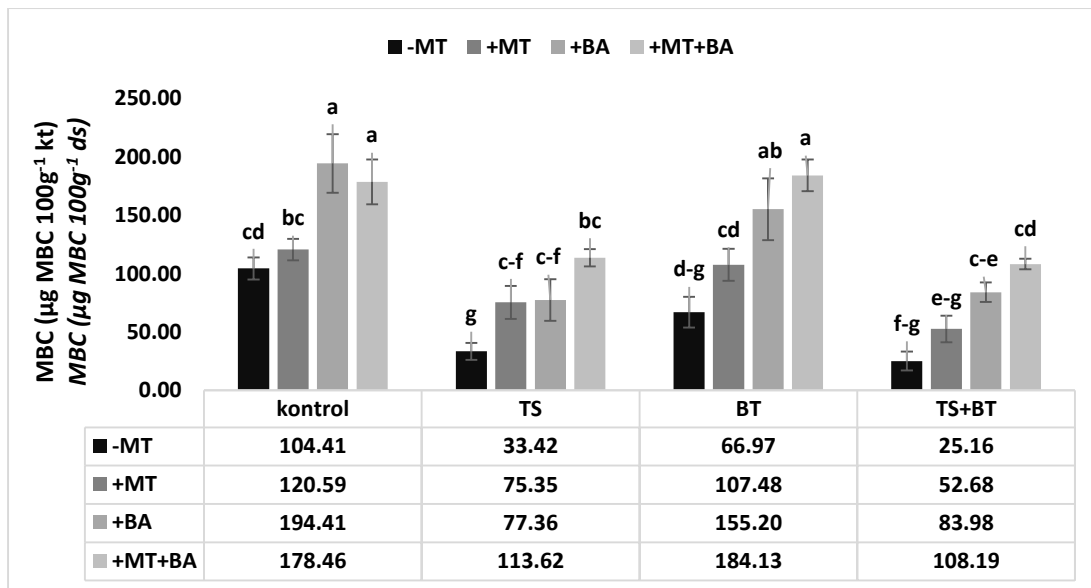
Şekil 6. Uygulamaların soya bitkisinde DHA aktivite sonuçları

Figure 6. DHA activity results in soybean plant of the applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

Mikrobiyal biyomas karbon içeriği sonuçları şekil 7’de verilmiştir. En yüksek değerler 194.41 (µg TPF 10⁻¹ gkt.24 sa) ile BA uygulaması olarak bulunmuştur. Stres etkileri MBC içeriğini kontrole

göre önemli oranda düşürmüş olmasına rağmen tüm uygulamalarda bakteri aşılması ve MT uygulamalarıyla artışlar tespit edilmiştir.



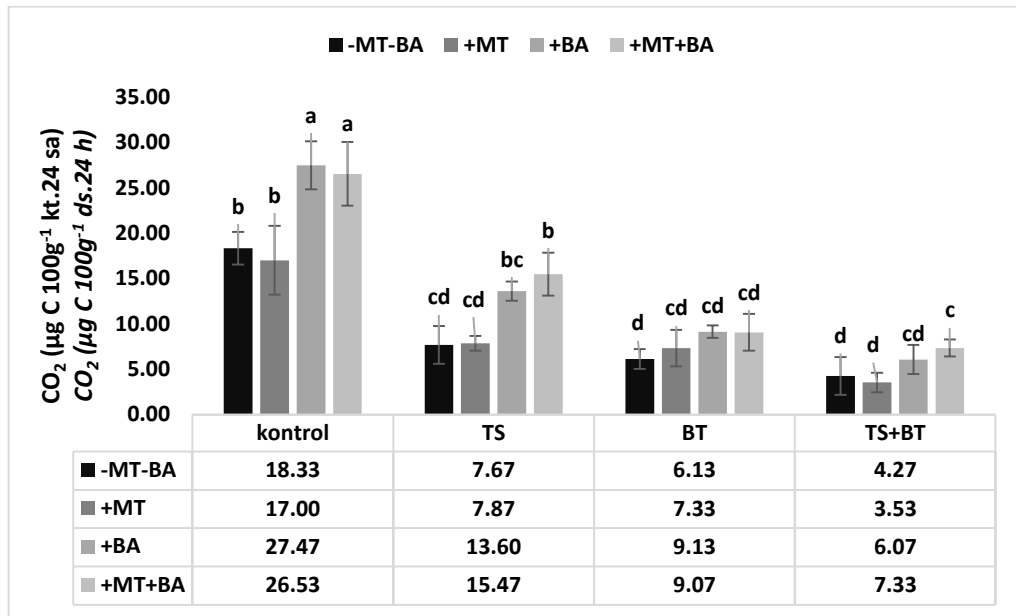
Şekil 7. Uygulamaların soya bitkisinde MBC aktivite sonuçları

Figure 7. MBC activity results in soybean plant of applications

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

Toprak mikrobiyal aktivite göstergesi olarak yapılan MBC analiz sonuçlarına bakıldığında (Şekil 7), en düşük MBC içeriğini çift stres (TS+BT) uygulamasında oluştuğu, ardından bireysel streslerden ise TS uygulamasının en düşük değeri verdiği sonucuna varılmıştır. En önemli etkiyi BA

uygulaması yaparken, MT uygulamasının da stres etkisini istatistiki olarak (P≤0.05) azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Bitki rizosfer bölgesindeki toprak mikrobiyal aktivitelerinden toprak solunumu (CO₂) sonuçları şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Uygulamaların soya bitkisinde CO₂ aktivite sonuçları
Figure 8. CO₂ activity results of applications in soybean plant

K: sadece besin solüsyonu ile beslenmiş muamele; MT: yapraktan 0,1mM melatonin uygulaması; BT: 2mM H₃BO₃; TS (SS): 100mM NaCl; BA: Bakteri aşılama

En yüksek değerler 27.47 ($\mu\text{g TPF } 10^{-1} \text{ gkt.24 sa}$) ile BA uygulaması olarak bulunmuştur. Stres etkileri MBC içeriğini kontrole göre önemli oranda düşürmüştü fakat tüm uygulamalarda bakteri aşılama ve MT uygulamalarıyla artışlar tespit edilmiştir. TS+BT uygulamasının CO₂ içeriğini önemli oranda azalttığı sonucuna varılmıştır. Bireysel streslerden BT istatistiki olarak çift stresle (TS+BT) aynı sonucu vermiştir. Yapılan BA ve MT uygulamaları stres etkilerini hafifletmede önemli etki etmiştir.

Tuz stresi ve bor toksisitesi gibi Abiyotik stres etmenleri Baklagil bitkilerini etkilemektedir (Zahran, 1991). Tuz etkisi altında yetişen bitkilerde gelişme hızlarındaki düşüşler bazı enzimleri, toplam proteini ve nükleik asitleri azaltmaktadır. Toksik zarar veren bazı iyonlar bitkilerin dokularında birikmekte ve enzim aktivitesinde zarara neden olmaktadır (Bordeleau ve Prevost, 1994). Bunların yanında Baklagil bitkilerinde nodül oluşumuna, aktivitesine ve toprak mikrobiyal aktivitesine olumsuz etkileri olmaktadır. Yonca bitkisinde yapılan bir çalışmada tuz stresi altında bitkiye yapılan aşılamanın bitki toleransını arttırdığı sonucuna varılmıştır (Sprenst, 1989). Mercimek bitkisine yapılan aşılamanın, nodül sayısı, bitki biyomasi, azot içeriği ve toprak mikrobiyal aktivitesinde önemli farklılık olduğunu

ortaya koymuşlardır (Bremer ve ark., 1990). Kataria ve ark., (2019) soya bitkisinde yaptıkları çalışmada 4 farklı NaCl konsantrasyonu kullanış ve bitkiye etkileri incelenmiştir. En yüksek konsantrasyon olan 100 mM NaCl, bitki biyomas içeriğini ve toprak mikrobiyal aktiviteyi düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Sonuç

Sonuç olarak bakıldığında, tuz stresi ve bor toksisitesinin bireysel etkileri dışında özellikle birlikte etkileri soya bitkisinin biyomas içeriği ile bitki rizosfer bölgesindeki toprak mikrobiyal aktivite içeriğini önemli oranda azalttığı sonucuna varılmaktadır. Bu stres etkilerinin ortaya çıkardığı olumsuz etkileri gidermek adına yapılan bakteri aşılama ve melatonin uygulaması bitki biyomas içeriğini ve toprak mikrobiyal aktivitesini arttırarak stresin olumsuz etkilerini azalttığı belirlenmiştir. Çift stresin (TS+BT) beraber uygulandığı çalışma sınırlı sayıda bulunmaktadır. Çalışmamızda stres etkilerine karşı 100 μM melatonin uygulamasının ve özellikle soya bitkisine bakteri aşılamanın önemli olduğu vurgulanmak istenmiştir.

Ekler

Bu çalışma birinci yazarın doktora tezi olan ve aynı zamanda Harran Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimince desteklenen 19096 numaralı projesinden türetilmiştir.

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

Yazar katkısı: Cengiz KAYA denemeyi tasarlamış, Ali SARIOĞLU denemeyi kurmuş, Cengiz KAYA ve Ali SARIOĞLU denemeyi yürütmüş, Ali SARIOĞLU analizleri yapmış, Cengiz KAYA verileri incelemiş, Ali SARIOĞLU literatür taraması yapmış, Cengiz KAYA ve Ali SARIOĞLU makaleyi birlikte yazmışlardır.

Kaynaklar

- Adjei, M. B., Quesenberry, K. H., & Chambliss, C. G. (2002). Nitrogen fixation and inoculation of forage legumes. *University of Florida. Ifas Extension. USA*. Ahammed, G.J., Xu, W., Liu, A., Chen, S., 2018a. Endogenous melatonin deficiency aggravates high temperature-induced oxidative stress in *Solanum lycopersicum*
- Ahmad, P. (2010). Growth and antioxidant responses in mustard (*Brassica juncea* L.) plants subjected to combined effect of gibberellic acid and salinity. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56(5), 575-588.
- Ahmad, P., Ozturk, M., Sharma, S., & Gucl, S. (2014). Effect of sodium carbonate-induced salinity-alkalinity on some key osmoprotectants, protein profile, antioxidant enzymes, and lipid peroxidation in two mulberry (*Morus alba* L.) cultivars. *Journal of plant interactions*, 9(1), 460-467.
- Ahmed, I. M., Nadira, U. A., Bibi, N., Cao, F., He, X., Zhang, G., & Wu, F. (2015). Secondary metabolism and antioxidants are involved in the tolerance to drought and salinity, separately and combined, in Tibetan wild barley. *Environmental and Experimental Botany*, 111, 1-12.
- Allegra, M., Reiter, R. J., Tan, D. X., Gentile, C., Tesoriere, L., & Livrea, M. A. (2003). The chemistry of melatonin's interaction with reactive species. *Journal of pineal research*, 34(1), 1-10.
- Alpaslan, M., & Gunes, A. (2001). Interactive effects of boron and salinity stress on the growth, membrane permeability and mineral composition of tomato and cucumber plants. *Plant and Soil*, 236(1), 123-128.
- Amirjani, M. R. (2010). Effect of salinity stress on growth, mineral composition, proline content, antioxidant enzymes of soybean. *American Journal of Plant Physiology*, 5(6), 350-360.
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199(5), 361-376.
- Aydemir, O. (1997). Toprak Verimliliği II, Toprak-Bitki ilişkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, (192), 115.
- Ben-Gal, A., & Shani, U. (2002). Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and soil*, 247(2), 211-221.
- Bordeleau, L. M., & Prévost, D. (1994). Nodulation and nitrogen fixation in extreme environments. *Plant and soil*, 161(1), 115-125.
- Bremer, E., Van Kessel, C., Nelson, L. V., Rennie, R. J., & Rennie, D. A. (1990). Selection of *Rhizobium leguminosarum* strains for lentil (*Lens culinaris*) under growth room and field conditions. *Plant and Soil*, 121(1), 47-56.
- Cao, S., Song, C., Shao, J., Bian, K., Chen, W., & Yang, Z. (2016). Exogenous melatonin treatment increases chilling tolerance and induces defense response in harvested peach fruit during cold storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(25), 5215-5222.
- CÖMERT, A., & ÇELİK, S. K. (2017). Farklı toprak bünyelerinde sulama suyu bor düzeylerinin fasulye bitkisi verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 323-331.
- Coskan, A., & Dogan, K. (2011). Symbiotic nitrogen fixation in soybean. *Soybean Physiology and Biochemistry*, 307, 167-182.
- Dardanelli, M. S., de Cordoba, F. J. F., Espuny, M. R., Carvajal, M. A. R., Díaz, M. E. S., Serrano, A. M. G., ... & Megías, M. (2008). Effect of *Azospirillum brasilense* coinoculated with *Rhizobium* on *Phaseolus vulgaris* flavonoids and Nod factor production under salt stress. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(11), 2713-2721.
- Doğan, K., Gök, M., & Coşkan, A. (2006, March). Denitrification rated soil respiration with respect to organic substrate applications. In *Proceedings of the International Workshop for the Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP)*, Kyoto, Japan.
- DOĞAN, K., SARIOĞLU, A., ŞAKAR, E., & KARANLIK, S. (2018). Zeytin Karasuyu, Isıl İşlem Görmüş Solucan Gübresi Ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Toprak Mikrobiyal Aktivite Değişimlerine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 151-159.
- Doğan, M. (2012). Investigation of the effect of salt stress on the antioxidant enzyme activities on the young and old leaves of salsola (*Stenoptera*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *African Journal of Plant Science*, 6(2), 62-72.
- Eggert, K., & von Wirén, N. (2017). Response of the plant hormone network to boron deficiency. *New Phytologist*, 216(3), 868-881.
- Fritsche, K. L., & Johnston, P. V. (1990). Effect of dietary α -linolenic acid on growth, metastasis, fatty acid profile and prostaglandin production of two murine mammary adenocarcinomas. *The Journal of nutrition*, 120(12), 1601-1609.

- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., & ARIOĞLU, H. (2005). Yerfıstığı Bitkisinde Bakteriyel Aşılama ile Demir ve Molibden Uygulamalarının Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve Verime Etkisi. IV. *Tarım Kongresi Bildiri Kitabı*, 21-23.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., & ARIOĞLU, H. (2007). Çukurova bölgesi yerfıstığı ekim alanlarında rhizobiyal potansiyelin belirlenmesi ve bir model denemede bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının nodülasyon, bitki gelişimi ve verime etkisinin araştırılması. *TÜBİTAKTOVAG-104 O*, 363.
- Grieve, C. M., & Poss, J. A. (2000). Wheat response to interactive effects of boron and salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 23(9), 1217-1226.
- GÜLLE, E. D. (2005). *Değişik bakteri suşları ile aşılanan soya bitkisinde tuzluluğun n₂ fiksasyonu ve besin elementi alımına etkisi/The effect of soil salinity on nitrogen fixation and nutrient uptake of soybean inoculated with different bacteria strains* (Doctoral dissertation).
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, E. G., & Pilbeam, D. J. (2007). Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. *Plant and Soil*, 290(1), 103-114.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, E. G., Coban, S., & Sahin, O. (2007d). Silicon increases boron tolerance and reduces oxidative damage of wheat grown in soil with excess boron. *Biologia Plantarum*, 51(3), 571-574.
- Gupta, U. C., Jame, Y. W., Campbell, C. A., Leyshon, A. J., & Nicholaichuk, W. (1985). Boron toxicity and deficiency: a review. *Canadian Journal of Soil Science*, 65(3), 381-409.
- Herrera-Rodríguez, M. B., González-Fontes, A., Rexach, J., Camacho-Cristobal, J. J., Maldonado, J. M., & Navarro-Gochicoa, M. T. (2010). Role of boron in vascular plants and response mechanisms to boron stresses. *Plant Stress*, 4(2), 115-122.
- Hossain, M. F., Shenggang, P., Meiyang, D., Zhaowen, M., Karbo, M. B., Bano, A., & Xiangru, T. (2015). Photosynthesis and antioxidant response to winter rapeseed (*Brassica napus* L.) as affected by boron. *Pak. J. Bot*, 47(2), 675-684.
- Huang, X., Xia, H., Shen, Y., Wang, Q., Xu, N., Lei, Z., & Liang, D. (2017, April). Effects of exogenous melatonin on antioxidant system in leaves of kiwifruit seedlings under cadmium stress. In *2017 6th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development (ICEESD 2017)* (pp. 840-843). Atlantis Press.
- Iriti, M., Rossoni, M., & Faoro, F. (2006). Melatonin content in grape: myth or panacea? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1432-1438.
- Isermeyer, H. (1952). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 56(1-3), 26-38.
- Kataria, S., Baghel, L., Jain, M., & Guruprasad, K. N. (2019). Magnetopriming regulates antioxidant defense system in soybean against salt stress. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18, 101090.
- Kaya, C., Akram, N. A., & Ashraf, M. (2018). Kinetin and indole acetic acid promote antioxidant defense system and reduce oxidative stress in maize (*Zea mays* L.) plants grown at boron toxicity. *Journal of Plant Growth Regulation*, 37(4), 1258-1266.
- Khan, A. S., Yu, S., & Liu, H. (2012). Deformation induced anisotropic responses of Ti-6Al-4V alloy Part II: A strain rate and temperature dependent anisotropic yield criterion. *International Journal of Plasticity*, 38, 14-26.
- Kumari, S. R., Mridula, G., & Hema, K. (2013). Effect of growth regulators and weedicides as defoliants (harvest aids) on seed cotton yield of cotton. *Journal of Cotton Research and Development*, 27(1), 56-59.
- Li, X. W., Liu, J. Y., Fang, J., Tao, L., Shen, R. F., Li, Y. L., ... & Yu, M. (2017). Boron supply enhances aluminum tolerance in root border cells of pea (*Pisum sativum*) by interacting with cell wall pectins. *Frontiers in plant science*, 8, 742.
- Liang, B., Ma, C., Zhang, Z., Wei, Z., Gao, T., Zhao, Q., ... & Li, C. (2018). Long-term exogenous application of melatonin improves nutrient uptake fluxes in apple plants under moderate drought stress. *Environmental and experimental botany*, 155, 650-661.
- Lindemann, W. C., & Glover, C. R. (2003). Nitrogen fixation by legumes.
- Liu, C., Lu, W., Ma, Q., & Ma, C. (2017). Effect of silicon on the alleviation of boron toxicity in wheat growth, boron accumulation, photosynthesis activities, and oxidative responses. *Journal of Plant Nutrition*, 40(17), 2458-2467.
- Liu, J., Wang, W., Wang, L., & Sun, Y. (2015). Exogenous melatonin improves seedling health index and drought tolerance in tomato. *Plant growth regulation*, 77(3), 317-326.
- Macho-Rivero, M. Á., Camacho-Cristóbal, J. J., Herrera-Rodríguez, M. B., Müller, M., Munné-Bosch, S., & González-Fontes, A. (2017). Abscisic acid and transpiration rate are involved in the response to boron toxicity in Arabidopsis plants. *Physiologia plantarum*, 160(1), 21-32.
- Martinez, V., Mestre, T. C., Rubio, F., Girones-Vilaplana, A., Moreno, D. A., Mittler, R., & Rivero, R. M. (2016). Accumulation of flavonols over hydroxycinnamic acids favors oxidative damage protection under abiotic stress. *Frontiers in plant science*, 7, 838.
- McDonald, G. K., Eglinton, J. K., & Barr, A. R. (2010). Assessment of the agronomic value of QTL on chromosomes 2H and 4H linked to tolerance to boron toxicity in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant and Soil*, 326(1), 275-290.
- Mesquita, G. L., Zambrosi, F. C., Tanaka, F. A., Boaretto, R. M., Quaggio, J. A., Ribeiro, R. V., & Mattos Jr, D. (2016). Anatomical and physiological responses of citrus trees to varying boron availability are dependent on rootstock. *Frontiers in Plant Science*, 7, 224.
- Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G., & Therios, I. (2006). Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (*Malus domestica* Borkh). *Environmental and Experimental Botany*, 56(1), 54-62.
- Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to

- salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 143-160.
- Nable, R. O., Bañuelos, G. S., & Paull, J. G. (1997). Boron toxicity. *Plant and soil*, 193(1), 181-198.
- Öhlinger, R. (1993). Bestimmung des Biomasse-Kohlenstoffs mittels Fumigation-Extraktion. *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*, 2, 289-311.
- Pandolfi, C., Mancuso, S., & Shabala, S. (2012). Physiology of acclimation to salinity stress in pea (*Pisum sativum*). *Environmental and Experimental Botany*, 84, 44-51.
- Pardossi, A., Romani, M., Carmassi, G., Guidi, L., Landi, M., Incrocci, L., ... & Ziliani, M. (2015). Boron accumulation and tolerance in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) with green or purple leaves. *Plant and soil*, 395(1), 375-389.
- Rebey, I. B., Bourgou, S., Rahali, F. Z., Msaada, K., Ksouri, R., & Marzouk, B. (2017). Relation between salt tolerance and biochemical changes in cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Journal of food and drug analysis*, 25(2), 391-402.
- Reid, R. J., Hayes, J. E., Post, A., Stangoulis, J. C. R., & Graham, R. D. (2004). A critical analysis of the causes of boron toxicity in plants. *Plant, Cell & Environment*, 27(11), 1405-1414.
- Roessner, U., Patterson, J. H., Forbes, M. G., Fincher, G. B., Langridge, P., & Bacic, A. (2006). An investigation of boron toxicity in barley using metabolomics. *Plant physiology*, 142(3), 1087-1101.
- Ruiz-Lozano, J. M., Porcel, R., Azcón, C., & Aroca, R. (2012). Regulation by arbuscular mycorrhizae of the integrated physiological response to salinity in plants: new challenges in physiological and molecular studies. *Journal of Experimental Botany*, 63(11), 4033-4044.
- Savić, J., Marjanović-Jeromela, A., Glamočlija, Đ., & Prodanović, S. (2013). Oilseed rape genotypes response to boron toxicity. *Genetika*, 45(2), 565-574.
- Shah, A., Wu, X., Ullah, A., Fahad, S., Muhammad, R., Yan, L., & Jiang, C. (2017). Deficiency and toxicity of boron: alterations in growth, oxidative damage and uptake by citrange orange plants. *Ecotoxicology and environmental safety*, 145, 575-582.
- Shi, Y., Ding, Y., & Yang, S. (2015). Cold signal transduction and its interplay with phytohormones during cold acclimation. *Plant and Cell Physiology*, 56(1), 7-15.
- Shireen, F., Nawaz, M. A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., ... & Bie, Z. (2018). Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(7), 1856.
- Singleton, P. W., & Bohlool, B. B. (1984). Effect of salinity on nodule formation by soybean. *Plant Physiology*, 74(1), 72-76.
- Sprent, J. I. (1984). Effects of drought and salinity on heterotrophic nitrogen fixing bacteria and on infection of legumes by rhizobia. In *Advances in nitrogen fixation research* (pp. 295-302). Springer, Dordrecht.
- Tas, I., Ozkay, F., Yeter, T., Gorgisen, C., & Cosge, B. (2016). Effects of high boron containing irrigation waters on plant characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3), 46-54.
- Thalman, A. (1967). Über die mikrobielle Aktivität und ihre Beziehungen zur Fruchtbarkeit smerkmalen einiger Ackerböden unter besonderer Berücksichtigung der Dehydrogenase aktivität (TTC-Reduktion) Diss. Giessen (FRG).
- Zahran, H. H. (1991). Conditions for successful Rhizobium-legume symbiosis in saline environments. *Biology and Fertility of Soils*, 12(1), 73-80.
- Zuo, Z., Sun, L., Wang, T., Miao, P., Zhu, X., Liu, S., ... & Li, X. (2017). Melatonin improves the photosynthetic carbon assimilation and antioxidant capacity in wheat exposed to nano-ZnO stress. *Molecules*, 22(10), 1727.



Beç tavuğu etinin kimyasal ve yağ asidi kompozisyonu üzerine yetiştirme sistemi ve kesim yaşının etkisi

Effect of production system (intensive and free-range), and slaughter age on chemical and fatty acid composition of meat in guinea fowl

Mehmet Akif BOZ^{1*}, Fatih ÖZ², Musa SARICA³, Umut Sami YAMAK⁴

¹Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Yozgat/Turkey

²Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum/Turkey

^{3,4}Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Samsun/Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-7452-6895>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5300-7519>; ³<https://orcid.org/0000-0001-5331-0596>;
⁴<https://orcid.org/0000-0002-6435-4866>

To cite this article:

Boz, M., Öz, F., Sarıca, M. & Yamak, U.S. (2021). Beç tavuğu etinin kimyasal ve yağ asidi kompozisyonu üzerine yetiştirme sistemi ve kesim yaşının etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3):349-361.

DOI:10.29050/harranziraat.886982

*Address for Correspondence:

Mehmet Akif BOZ

e-mail:

bozmakif@gmail.com

Received Date:

25.02.2021

Accepted Date:

22.05.2021

© 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 çalışma, beç tavuklarında yetiştirme sistemi ve kesim yaşının etin kimyasal kompozisyonu, yağ asitleri profili ve yağ asitlerinden oluşturulan indeks değerler üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın materyalini serbest gezmeli ve kapalı sistemde 14, 16 ve 18 hafta yetiştirilmiş (erkek ve dişi karışık) beç tavuklarından elde edilen derisiz göğüs ve but eti örnekleri oluşturmaktadır. Yetiştirme sistemi ve kesim yaşının göğüs eti kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi önemsiz olmuştur. But etinde ise kuru madde oranı yaşa bağlı farklılık göstermiştir. Kapalı sistemde yetiştirilen beç tavuklarının göğüs etinde C18:1n9c, T+ÇDYA, n-9, TDYA/DYA, ÇDYA/DYA, BDİ, h/H ve İYA daha yüksek oranda bulunmuştur. Serbest gezmeli sistemde yetiştirilen beç tavuklarının ise göğüs etinde C16:0, C18:0, C22:1n9, DYA, AI ve TI daha yüksek belirlenmiştir. But etinde C18:0 kapalı, C18:1n9c, TDYA, n-9 ve TDYA/DYA ise serbest gezmeli yetiştirme sisteminde daha yüksek belirlenmiştir. Yaşa bağlı olarak but eti C20:1 oranında azalma, C22:1n9 ve n-3 oranında ise artış meydana gelmiştir. Göğüs etinde ise yaş ile birlikte C22:1n9, n-9 ve TDYA/DYA oranında artış belirlenmiştir. Sonuç olarak her iki yetiştirme sistemi arasında bazı değerler açısından farklılıklar oluşmuştur. Bununla birlikte genel değerlendirmede kapalı ve serbest gezmeli yetiştirme sisteminin üretim için uygun olduğu görülmektedir. Tüketiciler açısından ise doymuş yağ asitleri ve buna bağlı değerlerin dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Beç tavuğu, Yetiştirme sistemi, Kesim yaşı, Yağ asitleri

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of the production system and slaughter age on chemical composition, fatty acid profile and index values formed from fatty acids in guinea fowls. The material of the study consists of skinless breast and thigh meat samples obtained from guinea fowl chickens (male and female mixed) reared for 14, 16, and 18 weeks in the free range and intensive systems. The effect of the production system and slaughter age on breast meat chemical composition was insignificant. Dry matter rate in thigh meat showed a difference depending on age. C18:1n9c, TUFA, n-9, MUFA/UFA, PUFA/SFA, NVI, h/H, and DFA were higher in breast meat of guinea fowls reared in the intensive system. C16:0, C18:0, C22: 1n9, SFA, AI, and TI were found higher in the breast meat of guinea fowls reared in the free-range system. In thigh meat, C18:0 was higher in the intensive system, while C18:1n9c, MUFA, n-9, and MUFA / SFA were higher in the free-range system. Depending on the age, there was a decrease in the proportion of C20:1 in thigh meat and an increase in C22:1n9 and n-3. In the breast meat, an increase in the proportion of C22:1n9, n-9, and MUFA/SFA was determined with age. As a result, although there are some differences between intensive and free-range systems in terms of some traits, both systems are considered to be suitable for production. Saturated fatty acids values should be taken into consideration for consumer health.

Key Words: Guinea fowl, Production systems, Slaughter age, Fatty acids

Giriş

Tavuğa alternatif et olarak beç tavuğu etinin Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Fransa ve İtalya gibi Avrupa pazarlarında karlı bir faaliyet olduğu kanıtlanmış, dünyanın çeşitli yerlerinde potansiyel olarak karlı bir girişim olarak kabul edilmiştir (Embury, 2001; Nahashon ve ark., 2005; Tufarelli ve ark., 2007; Laudadio ve ark., 2012). Bu nedenle beç tavuklarının üretiminde bir artış gözlenmektedir. Dünyada artan nüfus ile birlikte protein ihtiyacının da artması, hayvansal kökenli protein kaynaklarının çeşitlendirilmesine neden olmuştur. Bunun sonucunda üreticiler protein ihtiyacının karşılanması bakımından alternatif kanatlı türlerine yönelmiştir. Ülkemizde de beyaz et ve yumurta üretimi amacıyla değerlendirilebilecek alternatif kanatlı türlerinden biri beç tavuklarıdır (Yıldırım, 2009). Ticari üretimde beç tavuğu, tavuklara benzer yönetim uygulamaları ile yetiştirilebilirler (Nahashon ve ark., 2009). *Numidia* familyanın üyesi olan beç tavukları olumsuz koşullara adaptasyon sağlayabilmekte, zor çevre koşullarında verim ve üreme sağlamakta, hastalıklara karşı yüksek dayanma gücü ortaya koymaktadır. Ayrıca ülkesel olarak hem ıslah materyali hem de gen kaynağı olarak da değerlendirilebilirler (Yıldırım, 2009). Ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından üretim istasyonlarında beç tavuğu yetiştirilmekte ve orman köylerine dağıtımı yapılmaktadır. Ülkemizde son yıllarda beç tavuğu eti üretiminde de önemli gelişmeler olmuştur. 2019 yılında 4.017 ton beç tavuğu eti ihracata konu olmuştur (Anonymous, 2021).

Son yıllarda tüketiciler kanatlı etlerinin üretim sistemi ile kalite özelliklerine daha fazla ilgi duymaktadır (Okruzsek, 2012). Kanatlı etleri besleyici özelliklerinin yanı sıra diğer protein kaynaklarından elde edilemeyen birçok besin öğesine de sahiptir. Etin besleyici değeri besin madde kompozisyonu ve yağ içeriği gibi parametrelere bağlıdır (Magdealine ve ark., 2008; Okruzsek ve ark., 2013). Bununla birlikte,

kanatlılarda et kalitesi hayvana bağlı ve hayvana bağlı olmayan birçok faktör tarafından etkilenebilmektedir. Bugüne kadar yapılan araştırmalar canlı ağırlık, karkas bileşimi ve et kalitesinin esas olarak genotip, yetiştirme sistemi ve yaştan etkilendiğini göstermektedir. Buna ek olarak, yetiştirme koşulları, besleme, yerleşim sıklığı, çevre şartları, cinsiyet, kesim öncesi kısa ve uzun süreli çevre koşulları ve interaksiyonları da önemli faktörlerdir (Castellini ve ark., 2002; Wood ve ark., 2008; Kokoszynski ve ark. 2011; Yakar ve Tekeli, 2019).

Beç tavuklarının kemik yapıları oldukça küçük, karkastaki et oranı ise kısmen daha yüksektir. Genç beç tavuklarının etleri lezzetli, sulu, gevrek, yağsız ve av hayvanları özelliğindedir. Yaşlı hayvanlarda ise etlerde sertleşme ve kuru madde artışı gerçekleşmektedir. Karkasları daha koyu görünüme sahiptir (Sarica ve ark., 2003). Bu çalışmada kullanılan beç tavuklarının 18 haftalık yaştaki canlı ağırlığı kapalı ve serbest gezinmeli sistemde (erkek dişi karışık) 1136-1246 gram arasında belirlenmiştir. Aynı dönemlerde yemden yararlanma oranları 5.80-6.43 olarak bulunmuştur (Sarica ve ark., 2018). Musundire ve ark. (2017) 4-8 haftalık yaştaki beç tavuklarında canlı ağırlığı 920 – 974 gram arasında tespit etmiştir. Genotip, yaş ve mevsime bağlı olarak yürütülen bir çalışmada 96 günlük yaştaki beç tavuğu ağırlıkları 2100-2300 gram arasında bulunmuştur (Baeza ve ark., 2001). Beç tavuğu etinin yüksek proteine ve broylerlere kıyasla düşük yağ oranına sahip olduğu; dolayısıyla sağlıkla ilgili risklerinin daha az olabileceği bildirilmektedir (Madzimore ve Saina, 2011).

Broyler etinin insan sağlığını geliştirici özellikler sağlayan besinler ile zenginleştirilmesi kapsamlı bir şekilde araştırılmış olsa da, beç tavuğu gibi alternatif kümes hayvanlarına ilişkin bilgiler yetersizdir. Ülkemiz şartlarında beç tavuklarının birçok özelliği üzerine çalışma yapılması, yetiştiricilikte üretim etkinliğini arttıracaktır. Ayrıca çeşitli faktörlere bağlı olarak et kalite özelliklerinin belirlenmesi önemli bir alt yapı sağlayacaktır. Bu çalışma beç tavuklarının derisiz göğüs ve but eti örneklerinde besin madde ve yağ asitleri

kompozisyonu üzerine yetiştirme sistemi ve kesim yaşının etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Denemede yürütülen tüm işlemler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Deney Hayvanları Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (31.03.2015 - 2015/16-24). Çalışmanın materyalini serbest gezinmeli ve kapalı sistemlerde 14, 16 ve 18 hafta yetiştirilmiş (erkek ve dişi karışık) beç tavuklarından elde edilen derisiz göğüs ve but eti örnekleri oluşturmaktadır. Beç tavuklarının yetiştirme, bakım ve besleme uygulamaları Yamak ve ark. (2018) ve Sarıca ve ark., (2019) tarafından açıklandığı şekilde yapılmıştır. Denemede kullanılan göğüs ve but eti örnekleri bu çalışmanın hayvan materyalinden temin edilmiştir.

Denemede günlük yaşta 200 adet beç tavuğu civcivi kullanılmıştır. Civcivler pencereless kümes içerisinde yetiştirme sistemlerine (kapalı ve serbest gezinmeli) rastgele seçilerek 4 tekerrürlü (her tekerrürde 25 adet) olarak yerleştirilmiştir. Bölmeler 3.5 x 3.5 m ölçülerindedir ve bölmelerin üst tarafı uçuş ile geçişi önlemek amacıyla 0.5 x 0.5 cm tel örgü ile kapatılmıştır. Her tekerrür bölümünde 1 adet yemlik ve suluk bulundurulmuştur. Bölmelerde altlık olarak 8 cm derinlikte odun talaşı kullanılmıştır. Isıtma kızılotesi ısıtıcılar ile sağlanmıştır. Aydınlatma için ekonomik beyaz ampuller kullanılmıştır. İlk 3 gün 24 saatlik aydınlatma, daha sonra kademeli olarak (3-14. günler arasında) azaltılarak 6. haftaya kadar 20 saat aydınlatma uygulanmıştır. Bu haftadan kesime kadar ise doğal aydınlatma (yaklaşık 14 saat/gün) uygulanmıştır. Beç tavukları 6. haftadan itibaren serbest gezinmeli yetiştirme sisteminde 14 x 3.5 m ölçülerindeki gezinti alanına 50 x 90 cm'lik tek bir kapıdan 24 saat erişim sağlamıştır.

Tüm deneme gruplarında bulunan beç tavukları, 12 haftalık olana kadar başlangıç yemiyle ve 12 haftalıktan itibaren denemenin sonuna kadar büyütme yemi ile beslenmiştir. Yem bileşenleri Çizelge 1'de verilmiştir. Yem ve su *ad libitum* olarak sağlanmıştır.

Çizelge 1. Rasyon içeriği

Table 1. Nutrient contents of diets

İçerik Ingredient	0-12 hafta 0 to 12 wk	12-18 hafta 13 to 18 wk
Ham Protein (%) Crude Protein (%)	19	16
ME (MJ/kg)	11.72	11.30
Lisin (g/kg) Lysine	10.00	7.20
Metionin (g/kg) Methionine	4.00	3.50
Kalsiyum (g/kg) Calcium	11.00	10.00
Potasyum (g/kg) Potassium	7.00	4.00

Kesim dönemlerinde rastgele seçilen beç tavuklarına, kesim öncesi 8 saat yem verilmemiş, bu süreçte suya ulaşım sağlanmıştır. Yarı otomatik sistemde kesilen beç tavuklarında ıslatma (56°C'de 1 dakika), yolma, soğuk suyla soğutma, havalandırma, iç çıkarma ve soğutma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Göğüs ve but eti örneklerinden 4 tekerrürlü olmak üzere toplamda 48 örnek (2 yetiştirme sistemi x 3 kesim yaşı) üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Beç tavuklarının kesim sonrası göğüs ve but etine ait örnekleri -18/-22 °C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Beç tavuklarında ortalama kesim ağırlıkları, serbest gezinmeli sistemde 1144, kapalı sistemde 1153 gramdır. Yaşa bağlı kesim ağırlıkları ise 14, 16 ve 18. haftada sırasıyla 1039, 1165 ve 1242 gram olarak belirlenmiştir (Yamak ve ark., 2018).

Örneklerin besin madde kompozisyonunun belirlenmesinde Gökalp ve ark. (2010)'ın yöntemi kullanılmıştır. Yağ asidi metil esterlerinin (FAME) oluşturulmasında AOAC 996.01 metodu kullanılmıştır (Satchithanandam ve ark., 2001). Eter ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen 0.1 g yağ, 10 mL n-hekzan ile çalkalanmış, 0.5 mL 2 N metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek tekrar karıştırılmıştır. 1-2 saat karanlık ortamda bekletildikten sonra üst fazdan 1 µL gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Yağ asidi kompozisyonu; Shimadzu marka gaz kromatografi (model QP2010 Plus) cihazında alev iyonizasyon dedektör (FID) ve Restek RTX-2330 kapiler kolon (60 m, 0.25 mm i.d., 0.1 µm film kalınlığı, Bellefonte, PA (USA) kullanılarak analiz edilmiştir.

Kolon fırını sıcaklığı 100°C'de 3 dk tutulduktan sonra, dakikada 4°C artışla 240°C'ye ulaştırılacak ve son sıcaklık derecesinde 18 dk. bekleyecek şekilde programlanmıştır. Enjeksiyon sıcaklığı 250°C, dedektör sıcaklığı ise 255°C'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmış ve akış hızı 0.64 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Enjeksiyon split oranı 1:80 olarak ayarlanmıştır. GC-FID sisteminin kontrolü için LabSolution bilgisayar programı ve standart olarak FAME mix 37 standardı (Supelco) kullanılmıştır. FAME pikleri; alıkonma zamanları ve standartta belirtilen zincir uzunlukları kıyaslanarak teşhis edilmiştir.

Bu çalışmada verilen yağ asitlerinin uluslararası kısaltmaları aşağıda verilmiştir.

Miristik asit (myristic acid, C14:0), palmitik asit (palmitic acid, C16:0), stearik asit (stearic acid, C18:0), oleik asit (oleic acid, C18:1n9c), linoleik asit (linoleic acid, C18:2n6c), eikosenoik asit (cis-11-eicosenoic acid, C20:1), linoleik asit (linolenic acid, C18:3n3), erusik asit (erucic acid C22:1n9), dokosadionik asit (cis-13,16-docosadienoic acid, C22:2). Doymuş yağ asitleri (DYA), Tekli Doymamış Yağ Asitleri (TDYA), Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (ÇDYA), Toplam Doymamış Yağ Asitleri (T+ÇDYA), omega-3 (n-3), omega-6 (n-6), omega-9 (n-9).

Çalışmada AI ve TI indeksi Peiretti and Meineri, (2008) ve (Boz ve ark., 2019), besleyici değer ve istenilen yağ asitleri indeksi Caneque ve ark. (2005) ve (Boz ve ark., 2019), h/H indeksi Ahmed ve ark. (2015)'e göre hesaplanmıştır.

AI (aterojenik indeks)= (C12:0 + (4*C14:0) + C16:0)/ΣT+ÇDYA,

TI (trombojenik indeks,)= (C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0.5*TDYA) + (0.5*Σn6) + (3*Σn3) + (Σn3/Σn6)],

BDİ (Besleyici değer indeksi)= (C18:0 + C18:1)/C16:0,

İYA (İstenilen Yağ Asitleri)= (C18:0 + T+ÇDYA),

h/H (hipokolesterolemik / hiperkolesterolemik indeks)= [(toplam C18:1 cis-9, C18:2 n6, C20:4 n6, C18:3 n3, C20:3 n6, C20:5 n3, ve C22:6 n3)/(toplam C14:0 ve C16:0)].

Yağ asitlerinden (toplam 37) bütün örneklerde (göğüs ve but) tespit edilemeyenlere ve çok düşük oranda olanlara çizelgelerde yer verilmemiştir.

Toplam ve indeks değerlerin hesaplamasında ise tüm yağ asitleri değerleri kullanılmıştır.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir (2 yetiştirme sistemi, 3 kesim yaşı). Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde yetiştirme sistemi ve kesim yaşı varyans analizi (bootstrap) ile değerlendirilmiştir. Kesim yaşında ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Özdamar, 2002). Analizlerde SPSS 20.0 paket programı (Ondokuz Mayıs Üniversitesi lisansı ile) kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çalışmada göğüs ve but eti besin madde kompozisyonu değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Göğüs etinde besin madde kompozisyonu üzerine yetiştirme sistemi, kesim yaşı ve yetiştirme sistemi x kesim yaşı interaksiyonunun önemli bir etkisi olmamıştır (P>0.05). But etinde de yetiştirme sisteminin besin madde kompozisyonu üzerine etkisi belirlenmemiştir (P>0.05). Bununla birlikte but eti kuru madde oranı üzerine kesim yaşı ve yetiştirme sistemi x kesim yaşı interaksiyonunun önemli düzeyde etkisi bulunmuş, 16. haftada daha düşük değerler tespit edilmiştir (P<0.05).

Bizim çalışmadan farklı olarak, Tejerina ve ark., (2009) serbest gezinmeli sistemde yetiştirilen beç tavuklarının göğüs eti yağ oranı ve but eti kuru madde oranının düşük, protein oranının ise yüksek olduğunu belirlemiştir. Mevcut çalışmaya benzer olarak ise göğüs etinde kül ve kuru madde oranının yetiştirme sistemine göre değişmediğini bildirmiştir. Laudadio ve ark., (2012) 12 haftalık yaşta beç tavukları üzerine yaptığı çalışmada su miktarı, protein, yağ ve kül miktarını göğüs etinde sırasıyla %26.95-26.75, %23.54-23.61, %1.85-2.17 ve %1.24-1.29, but etinde de aynı sırayla %24.64-24.35, %19.26-19.45, %3.85-4.49 ve %0.89-1.05 arasında tespit etmiştir.

Yaşla birlikte vücut ve kas kompozisyonunda değişiklikler meydana gelmekte, bunun sonucunda protein, yağ ve kuru madde oranlarında artışlar da dahil olmak üzere farklılıklar olabileceği bildirilmektedir (Aberle ve ark., 2001; Kokoszynski

ve ark., 2011). Bu çalışmanın sonuçları sadece kuru madde oranı yönünden bu hipotez ile uyumludur. Çünkü bizim çalışmada yaşa bağlı olarak but etinde değişimler tespit edilmiştir. Musundire ve ark., (2017) beç tavuklarının göğüs eti ve karkas kompozisyonunda yaşın kuru madde ve protein oranı üzerine önemli etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmada yetiştirme sistemleri arasında besin madde kompozisyonu açısından farklılık görülmemesi, serbest gezinmeli üretim sistemi açısından bir avantaj oluşturabilir. Çünkü tüketiciler hayvan refahı ile ilgili kaygıları nedeniyle serbest gezinmeli üretim sistemlerinde yetiştirilen hayvansal ürünlere daha çok ilgi göstermekte ve tercih etmektedirler (Zaid ve ark., 2020).

Çizelge 2. Göğüs ve but etinde besin madde kompozisyonu (%)
Table 2. Chemical composition of breast and thigh muscle (%)

Yetiştirme sistemi <i>Production systems</i>	Yaş <i>Age (wk)</i>	Breast meat				Thigh meat			
		Kuru madde <i>Dry matter</i>	Ham Protein <i>Crude protein</i>	Ham Yağ <i>Crude fat</i>	Ham Kül <i>Crude ash</i>	Kuru madde <i>Dry matter</i>	Ham Protein <i>Crude protein</i>	Ham Yağ <i>Crude fat</i>	Ham Kül <i>Crude ash</i>
Kapalı <i>Intensive</i>	14	26.46	22.77	0.30	1.01	24.18	19.19	0.69	1.00
	16	26.22	22.82	0.23	0.96	23.65	20.83	0.53	0.86
	18	26.89	21.20	0.17	1.21	25.05	20.28	0.69	0.90
Serbest <i>Free range</i>	14	26.60	23.19	0.17	1.11	25.27	20.18	0.30	0.98
	16	26.44	23.39	0.29	0.88	24.31	19.66	0.66	0.86
	18	26.09	22.29	0.26	0.98	24.27	21.10	1.05	1.05
OSH <i>SEM</i>		0.1266	0.3124	0.0354	0.0446	0.1778	0.2758	0.1022	0.0410
Ana Etkiler <i>Main effects</i>									
Yetiştirme Sistemi <i>Production systems</i>		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Kapalı <i>Intensive</i>		26.52	22.26	0.24	1.06	24.29	20.10	0.64	0.92
Serbest gezinmeli <i>Free range</i>		26.38	22.96	0.26	0.99	24.62	20.31	0.67	0.96
Yaş <i>Age (wk)</i>		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
14		26.53	22.98	0.24	1.06	24.73 ^a	19.68	0.50	0.99
16		26.33	23.11	0.26	0.92	23.98 ^b	20.24	0.60	0.86
18		26.49	21.75	0.24	1.10	24.66 ^a	20.69	0.87	0.97
YS x Yaş <i>PS x Age</i>		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, OSH: ortalama standart hata, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

PS: production systems, SEM: standard error of the mean, NS: P>0.05, *P<0.05. ^{a,b}Differences in superscript letters within columns represent significant differences among the groups

Birçok ülkede yağ ve yağ asitlerinin tüketiciler tarafından sağlıklı olduğu düşünülmektedir. Fakat yağ ve yağ asitleri hem yağ dokusunda hem de et dokusunda et kalitesine olumlu katkıda bulunmakta ve et besin değerinin önemli bir bileşeni olarak görev almaktadır (Wood ve ark., 2008). Ayrıca etin yağ ve yağ asitleri kompozisyonu, et kalitesi ve besleyici değer açısından önem arz etmektedir (Öz and Çelik, 2015). İnsanların ve özellikle bebek beslenmesinde yağ içeriğinin miktarı, enerji üretimi, yağda eriyen vitaminlerin emilimi ve esansiyel yağ asitlerinin

temin edilmesi açısından gereklidir (Can et al., 2009).

Göğüs etinde palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) ve erusik asit (C22:1n9) serbest gezinmeli, oleik asit (C18:1n9c) ise kapalı yetiştirme sisteminde daha yüksek bulunmuştur (P<0.05; Çizelge 3). Yaşın göğüs eti yağ asitleri üzerine oleik asit (C18:1n9c) dışında önemli bir etkisi olmamıştır (P>0.05). Oleik asit 18. haftada daha yüksek bulunmuştur (P<0.05).

But etinde stearik asit (C18:0) kapalı, oleik asit (C18:1n9c) ise serbest gezinmeli yetiştirme

sisteminde daha yüksek olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Diğer yağ asitleri üzerine yetiştirme sisteminin etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Kesim yaşı but eti eikosenoik asit (C20:1) ve erusik asit (C22:1n9) üzerine önemli düzeyde etkili olmuştur ($P<0.05$; Çizelge 4). Eikosenoik asit

(C20:1) 14 ve 16. haftada, erusik asit (C22:1n9) ise 18. haftada daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Göğüs etinde yetiştirme sistemi x kesim yaşı interaksyonu önemsiz iken ($P>0.05$), but etinde ise sadece eikosenoik asit (C20:1) değeri bakımından önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 3. Göğüs etinde yağ asitleri kompozisyonu (%)

Table 3. Fatty acid composition of breast muscle (%)

YS PS	Yaş Age (wk)	Yağ asitleri Fatty acids								
		C14:0	C16:0	C18:0	C18:1n9c	C18:2n6c	C20:1	C18:3n3	C22:1n9	C22:2
K I	14	1.02	23.89	16.19	24.59	24.49	0.71	0.24	10.22	1.54
	16	1.34	27.54	17.98	17.61	18.73	0.58	0.15	2.24	1.55
	18	0.93	20.57	10.57	40.57	20.49	1.01	0.18	0.62	0.81
SG FR	14	1.01	30.99	26.05	10.81	11.64	0.50	0.18	2.06	1.04
	16	0.91	31.09	23.26	17.20	16.13	0.47	0.19	2.55	0.86
	18	1.01	30.18	19.87	21.14	18.04	0.57	0.30	2.28	0.91
OSH SEM		0.063	1.524	1.773	3.199	1.659	0.072	0.019	0.256	0.156
Ana etkiler Main effects										
YS PS		NS	*	*	*	NS	NS	NS	*	NS
K I		1.10	24.00	14.91	27.59	21.24	0.77	0.19	1.36	1.30
SG FR		0.98	30.76	23.06	16.38	15.27	0.49	0.24	2.30	0.94
Yaş Age (wk)		NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
	14	1.02	27.44	21.12	17.70 ^b	18.07	0.57	0.23	1.64	1.29
	16	1.12	29.32	20.62	17.40 ^b	17.43	0.53	0.17	2.40	1.21
	18	0.97	25.38	15.22	30.86 ^a	19.27	0.79	0.24	1.45	0.86
YS x Yaş PS x Age		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, Y: yaş, K: kapalı, SG: serbest gezinmeli, OSH: ortalama standart hata, *: $P<0.05$; NS: $P>0.05$, ^{a,b}Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

PS: production systems, I: intensive, FR: free range, SEM: standart error of mean, *: $P<0.05$; NS: $P>0.05$, ^{a,b}Differences in superscript letters within columns represent significant differences among the groups

Göğüs etinde doymuş yağ asitleri (DYA) serbest gezinmeli sistemde, toplam doymamış yağ asitleri (T+ÇDYA) ve omega-9 (n-9) ise kapalı üretim sisteminde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$; Çizelge 5). Kesim yaşının göğüs eti toplam yağ asitleri (T+ÇDYA) üzerine etkisi omega-9 (n-9) dışında önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). Omega-9 (n-9) yaşa bağlı olarak 18. haftada daha yüksek belirlenmiştir ($P<0.05$).

But etinde toplam tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) ve omega-9 (n-9) serbest gezinmeli üretim sisteminde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Kesim yaşına bağlı olarak omega-3 (n-3) 18. haftada daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$; Çizelge 6). Göğüs ve but etinde yetiştirme sistemi x kesim

yaşı interaksyonu önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Bernacki ve ark., (2012) 14 hafta kapalı yetiştirme sisteminde üretilen beyaz ve gri beç tavuklarında göğüs eti doymuş yağ asitlerini % 42.8-43.5, tekli doymamış yağ asitleri miktarını % 20.0-20.3, çoklu doymamış yağ asitlerini %36.2-37.2, toplam doymamış yağ asitlerini ise %56.5-57.2 arasında tespit etmiştir. Laudadio ve ark., (2012) 12 hafta kapalı sistemde yetiştirilen beç tavuklarında bizim çalışmaya göre göğüs ve but etinde daha yüksek C14:0, C18:1n9c, C18:2n6c, C18:3n3, TDYA, ÇDYA, n-3 ve n-6, daha düşük C16:0, C18:0 ve DYA tespit etmiştir. Aynı çalışmada göğüs etinde doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve aşırı doymuş yağ asitleri sırasıyla

%24.98-26.78, %38.58-40.30 ve %32.92-36.44, but etinde aynı sırayla %27.50-30.00, %38.14-39.23 ve %30.77-34.36 olarak belirlemiştir. Tlhong (2008), yaptığı çalışmada 15 haftalık yaştaki beç tavuklarında göğüs ve but etinde doymuş, tekli doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerini sırasıyla %24.60-26.77, %25.11-27.28 ve %46.24-50.29 arasında belirlemiştir. Bizim çalışmamızda literatüre göre daha yüksek DYA, daha düşük doymamış yağ sitleri, n-3 ve n-6 değerleri belirlenmiştir. Yaşa bağlı olarak (özellikle bizim çalışmada 18. hafta değerleri) literatüre benzer değerler de belirlenmiştir.

Doymuş yağ asitlerinden özellikle stearic C18:0, myristic C14:0 ve palmitic asit C16:0 hiperkolesterolemi özelliklerinden dolayı çok

önemlidir ki koroner kalp hastalığı ile ilişkilidir. Doymuş yağ asitleri yerine tekli doymamış yağ asitleri değerinin yüksek olması LDL kolestrolü ve toplam/HDL kolestrolü oranını azaltmada etkilidir (FAO/WHO, 2009). Kardiyovasküler sistem ve immünolojik işlemleri düzenlediğinden dolayı n-3 ve n-6 insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Grashorn, 2007). Ayrıca omega yağ asitleri beyin gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, koroner kalp hastalıklarının önlenmesinde görev almaktadır. Eksikliklerinde çeşitli deri hastalıkları, astım, büyümede gerileme, şeker ve çeşitli kanser türlerinin (göğüs ve prostat gibi) ortaya çıkması söz konusudur (Lewis et al., 2000).

Çizelge 4. But etinde yağ asitleri kompozisyonu (%)

Table 4. Fatty acid composition of thigh muscle (%)

YS PS	Yaş Age (wk)	Yağ asitleri Fatty acids								
		C14:0	C16:0	C18:0	C18:1n9c	C18:2n6c	C20:1	C18:3n3	C22:1n9	C22:2
K I	14	0.78	24.98	17.92	18.37	26.62	0.66	0.25	4.87	0.65
	16	0.90	24.87	17.88	18.99	27.19	0.73	0.28	3.86	0.79
	18	0.81	24.93	18.17	18.05	25.13	0.59	0.26	5.45	0.67
SG FR	14	0.91	26.33	17.95	19.22	24.72	0.74	0.27	4.00	0.74
	16	0.89	24.56	15.55	25.16	24.84	0.68	0.27	3.08	0.61
	18	0.82	25.21	17.29	19.70	24.85	0.65	0.25	5.01	0.53
OSH SEM		0,033	0.541	0.316	0.843	0.800	0.017	0.009	0.297	0.048
Ana etkiler Main effects										
YS PS		NS	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	NS
K I		0.83	24.93	17.99	18.47	26.32	0.66	0.27	4.73	0.70
SG FR		0.88	25.37	16.93	21.36	24.80	0.69	0.26	4.03	0.63
Yaş Age (wk)		NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS
14		0.85	25.66	17.94	18.80	25.67	0.70 ^a	0.26	4.44 ^{ab}	0.69
16		0.90	24.72	16.71	22.08	26.01	0.71 ^a	0.28	3.47 ^b	0.70
18		0.82	25.07	17.73	18.88	24.99	0.62 ^b	0.26	5.23 ^a	0.60
YS x Yaş PS x Age		NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, Y: yaş, K: kapalı, SG: serbest gezinmeli, OSH: ortalama standart hata, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

PS: production systems, I: intensive, FR: free range, SEM: standart error of mean, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Differences in superscript letters within columns represent significant differences among the groups

Çalışmada serbest gezinmeli sistemde daha yüksek olan Miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) miktarlarına bağlı olarak göğüs eti doymuş yağ asitleri oranı yüksek belirlenmiştir. Yüksek çoklu doymamış yağ asitleri

içeren etler, koroner kalp hastalığı ve diğer kronik hastalıkların insidansını azaltabilen fonksiyonel bileşenler olarak düşünüldüğünden önemli ilgi görmektedir (Laudadio ve ark., 2012). Çalışmamızda kapalı üretim sisteminde daha

yüksek ÇDYA ve n-9 tespit edilmiştir. Bu durum serbest gezinmeli sistemde yetiştirilen beç tavuklarının dış gezinti alanındaki çevre koşullarından kaynaklanmış olabilir. Çünkü kanatlılara dış ortamda sağlanan beslemeye dönük avantaj ve dezavantajlar ortaya çıkabilmektedir. Hayvanların açık alanda yetiştirilmesinde sıcaklık, foto periyot, ışık yoğunluğu gibi kontrol edilemeyen ve doğal olarak değişen faktörler etkili olmaktadır. Bu sistemde kontrol edilemeyen yemlere, otlara, böceklerle ve solucanlara ulaşabilmektedirler (Fanatico ve ark., 2005). Ayrıca

göğüs etinde ÇDYA yetiştirme sistemine bağlı farklılık gösterirken, but etinde farklılık belirlenmemiştir. Bu durumun, kaslar arasındaki kas lifi tipindeki farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kas lifi tipindeki farklılıklar besin madde kompozisyonu ve yağ asidi bileşimindeki değişimlere yansımaktadır (Wood ve ark., 2003). Yaşa bağlı farklılıkların ise özellikle artan canlı ağırlıklar nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Yaşla birlikte vücut ve kas kompozisyonunda değişimler meydana gelebilmektedir (Aberle ve ark., 2001; Kokoszynski ve ark., 2011).

Çizelge 5. Göğüs etinde toplam yağ asitleri kompozisyonu (%)
Table 5. Total fatty acid composition of breast muscle (%)

Yetiştirme Sistemi <i>Production System</i>	Yaş <i>Age (wk)</i>	Toplam yağ asitleri <i>Total fatty acids</i>						
		DYA <i>SFA</i>	TDYA <i>MUFA</i>	ÇDYA <i>PUFA</i>	T+ÇDYA <i>TUFA</i>	n-3 <i>n-3</i>	n-6 <i>n-6</i>	n-9 <i>n-9</i>
Kapalı <i>Intensive</i>	14	42.42	30.38	27.19	57.58	0.96	24.49	25.81
	16	48.32	30.52	21.16	51.68	0.54	18.73	19.85
	18	33.06	45.17	21.76	66.93	0.36	20.49	41.30
Serbest Gezinmeli <i>Free range</i>	14	59.50	27.18	13.31	40.49	0.44	11.64	12.87
	16	56.59	25.43	17.97	43.40	0.68	16.13	19.75
	18	52.61	27.33	20.06	47.39	0.82	18.04	23.42
OSH <i>SEM</i>		3.286	2.506	1.777	3.286	0.082	1.659	3.042
Ana etkiler <i>Main effects</i>								
Yetiştirme Sistemi <i>Production Systems</i>		*	NS	NS	*	NS	NS	*
Kapalı <i>Intensive</i>		41.27	35.36	23.37	58.73	0.62	21.24	28.99
Serbest gezinmeli <i>Free range</i>		56.24	26.65	17.11	43.76	0.65	15.27	18.68
Yaş <i>Age (wk)</i>		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
14		50.96	28.78	20.25	49.04	0.70	18.07	19.34 ^b
16		52.46	27.98	19.56	47.54	0.61	17.43	19.80 ^b
18		42.84	36.25	20.91	57.16	0.59	19.27	32.36 ^a
YS x Yaş <i>PS x Age</i>		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, OSH: ortalama standart hata, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

PS: production systems, SEM: standart error of mean, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Differences in superscript letters within columns represent significant differences among the groups

SFA: saturated fatty acids, MUFA: monounsaturated, fatty acids, PUFA: poly-unsaturated, fatty acids, TUFA: total unsaturated fatty acids, n-3: omega-3, n-6: omega 6, n-9: omega 9

Yağ asitlerinin dengeli olması etin duyuşal özellikleri, uzun süreli depolanması ve pişirme sürecinde oksidasyon nedeniyle önemli bir konudur (Zhou ve ark., 2012). Doymamış yağ asitleri sağlık açısından olumlu olsa da, doymuş yağ asitlerine göre daha kolay otooksidasyona uğrar (Mottram, 1998). Yağ asitleri yüksek miktarda uzun

zincirli PUFA içerdiğinde, oksidatif stabilite düşer ve sonuç olarak et lezzeti negatif yönde etkilenir (Lu et al., 2008). Bu nedenle et ve abdominal yağın besin değeri ve sağlık açısından değerlendirilmesi amacıyla indeks değerler (TDYA/DYA, ÇDYA/DYA, T+ÇDYA/DYA, AI, TI, BDİ, h/H, İYA) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 6. But etinde toplam yağ asitleri kompozisyonu (%)
Table 6. Total fatty acid composition of thigh muscle (%)

Yetiştirme Sistemi <i>Production systems</i>	Yaş <i>Age (wk)</i>	Toplam yağ asitleri <i>Total fatty acids</i>						
		DYA <i>SFA</i>	TDYA <i>MUFA</i>	ÇDYA <i>PUFA</i>	T+ÇDYA <i>TUFA</i>	n-3 <i>n-3</i>	n-6 <i>n-6</i>	n-9 <i>n-9</i>
Kapalı <i>Intensive</i>	14	45.20	25.47	29.32	54.79	1.61	26.62	23.24
	16	45.38	24.84	29.77	54.62	1.40	27.19	22.91
	18	45.63	26.37	27.99	54.36	1.76	25.16	23.53
Serbest gezinmeli <i>Free range</i>	14	46.88	26.17	26.94	53.11	1.18	24.72	23.26
	16	42.17	31.15	26.67	57.82	0.96	24.84	28.30
	18	44.84	27.49	27.66	55.15	1.88	24.87	24.74
OSH <i>SEM</i>		0.621	0.746	0.882	0.621	0.115	0.802	0.636
Ana etkiler <i>Main effects</i>								
Yetiştirme Sistemi <i>Production systems</i>		NS	*	NS	NS	NS	NS	*
Kapalı <i>Intensive</i>		45.41	25.56	29.03	54.59	1.59	26.32	23.23
Serbest gezinmeli <i>Free range</i>		44.63	28.27	27.09	55.36	1.34	24.81	25.43
Yaş <i>Age (wk)</i>		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
14		46.04	25.82	28.13	53.95	1.40 ^{ab}	25.67	23.25
16		43.78	28.00	28.22	56.22	1.18 ^b	26.01	25.60
18		45.24	26.93	27.83	54.76	1.82 ^a	25.02	24.13
YS x Yaş <i>PS x Age</i>		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, OSH: ortalama standart hata, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

PS: production systems, SEM: standart error of mean, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Differences in superscript letters within columns represent significant differences among the groups

SFA: saturated fatty acids, MUFA: monounsaturated, fatty acids, PUFA: poly-unsaturated, fatty acids, TUFA: total unsaturated fatty acids, n-3: omega-3, n-6: omega 6, n-9: omega 9

Göğüs etinde TDYA/DYA, ÇDYA/DYA, BDI, h/H ve İYA oranı kapalı üretim sisteminde, AI ve TI serbest gezinmeli üretim sisteminde daha yüksek belirlenmiştir (P<0.05; Çizelge 7). Kesim yaşının yağ asitleri indeks değerleri üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

But etinde TDYA/DYA oranı serbest gezinmeli yetiştirme sisteminde ve 16. haftada daha yüksek belirlenmiştir (P<0.05). Diğer yağ asitleri indeks değerleri üzerine yetiştirme sistemi ve kesim yaşının etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05; Çizelge 8). Yetiştirme sistemi x kesim yaşı interaksyonu but eti TDYA/DYA oranı üzerine etkisi

önemli, diğer özellikler üzerine hem göğüs hem de but etinde önemsiz belirlenmiştir (P>0.05).

Yağın besleyici değerini belirlemek için kullanılan ÇDYA/DYA oranının düşük olması (<0.4) olumsuz olarak düşünülmektedir. Çünkü kolesterolemide bir artışa neden olabilmektedir (Santos-Silva et al., 2002). Çalışmamızda göğüs eti ÇDYA/DYA oranı serbest gezinmeli sistemde ve 14. haftada 0.4'ten düşük bulunmuştur. Bernacki ve ark. (2012), 14 hafta kapalı yetiştirme sisteminde üretilen beyaz ve gri beç tavuklarında toplam doymamış yağ asitleri/doymuş yağ asitleri oranını 1.30-1.34 arasında tespit etmiştir.

Çizelge 7. Göğüs etinde yağ asitleri indeks değerleri
Table 7. Fatty acid indexes of breast muscle

Yetiştirme sistemi Production systems	Yaş Age (wk)	Yağ asitleri indeks değerleri Fatty acid indexes						
		TDYA/DYA MUFA/SFA	ÇDYA/DYA PUFA/SFA	BDİ NV	AI AI	TI TI	h/H h/H	İYA DFA
Kapalı Intensive	14	0.80	0.74	1.82	0.53	1.48	2.24	73.77
	16	0.66	0.45	1.29	0.66	1.85	1.29	69.66
	18	1.43	0.65	2.57	0.37	0.96	2.93	77.50
Serbest gezinmeli Free range	14	0.46	0.22	1.19	0.87	2.80	0.71	66.54
	16	0.45	0.32	1.30	0.81	2.43	1.05	66.67
	18	0.53	0.39	1.38	0.74	2.07	1.31	67.26
OSH		0.128	0.074	0.178	0.064	0.219	0.278	1.598
SEM								
Ana etkiler Main effects								
Yetiştirme Sistemi Production systems		*	*	*	*	*	*	*
Kapalı Intensive		0.97	0.62	1.89	0.52	1.43	2.15	73.65
Serbest gezinmeli Free range		0.48	0.31	1.29	0.81	2.43	1.03	66.82
Yaş Age (wk)		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
14		0.63	0.48	1.50	0.70	2.14	1.47	70.16
16		0.56	0.38	1.30	0.73	2.14	1.17	68.16
18		0.98	0.52	1.97	0.56	1.51	2.12	72.38
YS x Yaş PS x Age		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, OSH: ortalama standart hata, *: P<0.05; NS: P>0.05,

PS: production systems, SEM: standart error of mean, *: P<0.05; NS: P>0.05,

SFA: saturated fatty acids, MUFA: monounsaturated, fatty acids, PUFA: poly-unsaturated, fatty acids, NV: nutritive value, AI: atherogenic index, TI: thrombogenic index h/H:hypocholesterolaemic/hypercholesterolaemic ratio, DFA:desirable fatty acids

Besleyici değer indeksi ((C18:0+C18:1)/C16:0) yağ içeriğinin sağlıklı olduğunu gösterir ve yağ asitleri bütünü içerisinde önemli bir parçayı oluşturur. Palmitik asit (C16:0) kan kolesterol seviyesini artırma eğilimi gösterirken, stearik asit (C18:0) kan kolesterol düzeyini etkilemez ve oleik asit (C18:1) azalmasına yardımcı olur (Caneque et al., 2005). Çalışmamızda göğüs eti C16:0 yağ asidi yüksekliği nedeniyle bu değer serbest gezinmeli üretim sisteminde daha düşüktür.

AI ve TI değerlerinin 1'in altında olması olumlu olarak kabul edilmektedir (Yakan et al., 2012). AI değerinin yüksek çıkması insan sağlığı yönünden zararlı varsayılmaktadır (Ulbricht and Southgate, 1991). Tam tersi durum, doymamış yağ asitlerinin kardiovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkisi nedeniyle önemlidir (Manso et al., 2009). Çalışmamızda göğüs ve but eti AI değerleri olumlu

olarak kabul edilen sınırlarda iken, TI değerleri bu sınırların üzerindedir. Çalışmada elde edilen doymuş yağ asitleri (DYA) değerlerinin yüksek olması bu duruma neden olmuştur.

Yağ asitlerinin foksiyonel etkilerine bağlı kullanılan h/H değeri beslenme değerlendirmesi yönünden iyi bir yaklaşımdır (Ahmet et al., 2015). Kapalı sistemde yetiştirilen beç tavuklarının göğüs etinde daha iyi h/H indeksi tespit edilmiştir.

İstenilen yağ asitleri (İYA) açısından doymamış yağ asitleri miktarının etkisiyle kapalı yetiştirme sisteminde üretilen beç tavuklarının göğüs etinde daha iyi değerler tespit edilmiştir.

Laudadio ve ark., (2012) 12 haftalık yaştaki beç tavuklarında bu çalışmaya göre göğüs ve but etinde daha yüksek AI ve h/H, daha düşük TI tespit etmiştir.

Çizelge 8. But etinde yağ asitleri indeks değerleri
Table 8. Fatty acid indexes of thigh muscle

Yetiştirme sistemi <i>Production systems</i>	Yaş <i>Age (wk)</i>	Yağ asitleri indeks değerleri <i>Fatty acid indexes</i>						
		TDYA/DYA <i>MUFA/SFA</i>	ÇDYA/DYA <i>PUFA/SFA</i>	BDİ <i>NV</i>	AI <i>AI</i>	TI <i>TI</i>	h/H <i>h/H</i>	İYA <i>DFA</i>
Kapalı <i>Intensive</i>	14	0.56	0.65	1.46	0.51	1.41	1.78	72.72
	16	0.55	0.66	1.48	0.52	1.44	1.82	72.50
	18	0.58	0.62	1.46	0.52	1.42	1.72	72.53
Serbest gezinmeli <i>Free range</i>	14	0.56	0.57	1.41	0.57	1.56	1.64	71.06
	16	0.74	0.64	1.67	0.49	1.33	2.02	73.37
	18	0.61	0.62	1.48	0.52	1.36	1.77	72.45
OSH SEM		0.020	0.026	0.034	0.017	0.037	0.065	0.588
Effects <i>Main effects</i>								
Yetiştirme sistemi <i>Production Systems</i>		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Kapalı <i>Intensive</i>		0.56	0.64	1.47	0.52	1.42	1.77	72.58
Serbest gezinmeli <i>Free range</i>		0.63	0.61	1.52	0.53	1.42	1.81	72.30
Yaş <i>Age (wk)</i>		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
14		0.56 ^b	0.61	1.43	0.54	1.48	1.71	71.89
16		0.64 ^a	0.65	1.58	0.51	1.39	1.92	72.94
18		0.59 ^b	0.62	1.47	0.52	1.39	1.75	72.49
YS x Yaş <i>PS x Age</i>		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

YS: yetiştirme sistemi, OSH: ortalama standart hata, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Aynı sütunda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

PS: production systems, SEM: standart error of mean, *: P<0.05; NS: P>0.05, ^{a,b}Differences in superscript letters within columns represent significant differences among the groups

SFA: saturated fatty acids, MUFA: monounsaturated, fatty acids, PUFA: poly-unsaturated, fatty acids, NV: nutritive value, AI: atherogenic index, TI: thrombogenic index h/H:hypocholesterolaemic/hypercholesterolaemic ratio, DFA:desirable fatty acids

Genel olarak, çalışmada elde edilen değerlerin diğer çalışmalar ile farklılık göstermesinin yetiştirme sistemi, besleme, yaş ve genotipe bağlı olduğu düşünülmektedir. Özellikle hayvanların tükettiği yemlerdeki ve sudaki yağ asitleri profili, etteki kas içi yağ asitlerini etkilemiş olabilir. Besleme rejimi ve su kaynaklarının kullanımına bağlı olarak yağ asitleri miktarı ve indeks değerlerinin değişebileceği bildirilmektedir (Öz ve Çelik, 2015). Ayrıca yetiştirme sistemi ve koşullarına bağlı olarak hareket imkanı, yerleşim sıklığı ve gezinti alanı vejetasyonu farklılıkları da üretim ve et kalitesini değiştirebilmektedir (Cavani ve ark., 2009).

Sonuçlar

Sonuç olarak, bu çalışma ile beç tavuğu göğüs ve but etinde yaş ve yetiştirme sisteminin etkileri ortaya koyulmuştur. Tüketiciler tarafından daha

fazla tercih edilen serbest gezinmeli sistemde doymuş yağ asitleri miktarı yüksek bulunmuştur. Yapılan tartışma ve literatür bilgilerine göre, çalışma sonuçları yetiştirme sistemi ve daha az özellikte de olsa yaşa bağlı olarak yağ asitleri ve indeks değerlerinde değişimler olabileceğini göstermektedir. Kesim yaşı ve yetiştirme sisteminin beç tavuğu etinin kimyasal kompozisyonu üzerine etkilerinin önemli farklılıklara neden olmadığı ve sadece bazı yağ asitlerinin düşük veya yüksek olmasının yetiştirme sisteminde bir tercihe neden olamayacağı düşünülmektedir. Yine de bu bilgiler ışığında insanlara sağlıklı ve dengeli diyetler sağlayan fonksiyonel gıda üretiminin zenginleştirilebileceği öngörülmektedir.

Ekler

Bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi tarafından desteklenmiştir (Proje no: 6602b-ZF/16-46).

Çalışmada yer alan verilerin bir kısmı "International Poultry Science Congress of WPSA Turkish Branch'2018" adlı kongrede poster olarak sunulmuştur.

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

Yazar katkısı: Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sunmuştur.

Etik Beyan: Çalışmadaki tüm işlemler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Ondokuz Mayıs Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurulu - Tarih: 31.03.2015 – Karar sayısı: 2015/16-24, Karar No: 2015-18).

Kaynaklar

- Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., & Mills, E. W. (2001). *Principles of meat science*. 4th edn. (Dubuque, IA, Kendall/Hunt Publishing Co.).
- Ahmet, S. T., Islam, M. M., Bostami, A. B. M. R., Mun, H. S., Kim, Y. J., & Yang, C. J. (2015). Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranate (*Punica granatum L.*) by-products. *Food Chemistry*, 188, 481–488.
- Anonymous (2021). Tarım ürünleri piyasa raporu, Kaz ve beç tavuğu eti, Ocak-2021. Retrieved from; Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>.
- Baeza, E., Juin, H., Rebours, G., Constantin, P., Marche, G., & Leterrier, C. (2001). Effect of genotype, sex and rearing temperature on carcass and meat quality of guinea fowl. *British Poultry Science*, 42(4), 470-476. DOI: 10.1080/00071660120070640.
- Bernacki, Z., Bawej, M., & Kokoszynski, D. (2012). Quality of meat from two guinea fowl (*Numida meleagris*) varieties. *Archiv für Geflügelkunde*, 76(3), 203–207.
- Boz, M. A., Oz, F., Yamak, U. S., Sarica, M., & Cilavdaroglu, E. (2019). The carcass traits, carcass nutrient composition, amino acid, fatty acid, and cholesterol contents of local Turkish goose varieties reared in an extensive production system. *Poultry Science*, 98, 3067–3080. DOI:<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez125>
- Can, E., Cömert, S., Uslu, S., Bülbül, A., Bolat, F., & Nuhoglu, A. (2009). The role of long chain polyunsaturated fatty acids on newborn nutrition. *The Journal of Kartal Training Research Hospital*, 20, 108–112.
- Caneque, V., Diaz, M. T., Alvarez, I., Lauzurica, S., Perez, C., & De la Fuente, J. (2005). The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. *Meat Science*, 70, 373–379.
- Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219-225.
- Cavani, C., Petracci, M., Trocino, A., & Xiccato, G. (2009). Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 741–750.
- Embury, I. (2001). *Raising guinea fowl*. Agfact A5.0.8. New South Wales Agriculture Publications, New South Wales, Australia.
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Cavitt, L. C., Owens, C. M. & Emmert, J. L. (2005). Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. *Poultry Science*, 84, 1321–1327. DOI:10.1093/ps/84.8.1321
- FAO/WHO. (2009). Fats and fatty acids in human nutrition. Proceedings of the joint FAO/WHO expert consultation. November 10–14, 2008. Geneva, Switzerland. *Annals of Nutrition Metabolism*, 55, 5–300.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., & Zorba, Ö. (2010). *Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu*. (V. Baskı), Atatürk Üniv. Yayınları, Yayın No: 751, Ziraat Fak. Yayın No: 318, Ders Kitapları Seri No:69, Atatürk Üniversitesi, Ofset Tesisi, Erzurum.
- Grashorn, M. A. (2007). Functionality of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 16, 99–106.
- Kokoszynski, D., Bernacki, Z., Korytkowska, H., Wilkanowska, A., & Piotrowska, K. (2011). Effect of age and sex on slaughter value of guinea fowl (*Numida Meleagris*). *Journal of Central European Agriculture*, 12(2), 255-266. DOI: 10.5513/JCEA01/12.2.907.
- Laudadio, V., Nahashon, S. N., & Tufarelli, V. (2012). Growth performance and carcass characteristics of guinea fowl broilers fed micronized-dehulled pea (*Pisum sativum L.*) as a substitute for soybean meal. *Poultry Science*, 91, 2988–2996. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02473>
- Lewis, N. M., Seburg, S., & Flanagan, N. L. (2000). Enriched eggs as a source of N-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, 79, 971–974.
- Lu, P., Zhang, L. Y., Yin, J. D., Everts, A. K. & Li, D. R. (2008). Effects of soybean oil and linseed oil on fatty acid compositions of muscle lipids and cooked pork flavour. *Meat Science*, 80, 910–918.
- Magdelaine, P., Spiess, M., & Valceschini, E. (2008). Poultry meat consumption trends in Europe. *World's Poultry Science Journal*, 64, 53–64.
- Madzimure, J., & Saina, H. (2011). Market potential for guinea fowl (*Numidia meleagris*) products. *Tropical Health and Animal Production*, 43, 1509–1515. DOI 10.1007/s11250-011-9835-z.
- Manso, T., Bodas, R., Castro, T., Jimeno, V., & Mantecon, A. R. (2009). Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. *Meat Science*, 83, 511–516.
- Mottram, D. S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*, 62, 415–424.
- Musundire, M. T., Halimani, T. E., & Chimonyo, M. (2017). Physical and chemical properties of meat from scavenging chickens and helmeted guinea fowls in

- response to age and sex. *British Poultry Science*, 58(4), 390-396. DOI: 10.1080/00071668.2017.1313961
- Nahashon, S. N., Adefope, N., Amenyenu, A., & Wright, D. (2005). Effects of dietary metabolizable energy and crude protein concentrations on growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. *Poultry Science*, 84, 337-344.
- Nahashon, S. N., Adefope, N., Amenyenu, A., Tyus, J., & Wright, D. (2009). The effect of floor density on growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. *Poultry Science*, 88, 2461-2467. DOI: 10.3382/ps.2008-00514.
- Okruszek, A., 2012. Fatty acid composition of muscle and adipose tissue of indigenous Polish geese breeds. *Archiv Tierzucht*, 55(3), 294-302.
- Okruszek, A., Wołoszyn, J., Haraf, G., Orkusz, A., & Wereńska, M. (2013). Chemical composition and amino acid profiles of goose muscles from native Polish breeds. *Poultry Science*, 92, 1127-1133.
- Öz, F., & Çelik, T., (2015). Proximate composition, color and nutritional profile of raw and cooked goose meat with different methods. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 2442-2454.
- Özdamar, K. (2002). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi I.*, 4. baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Peiretti, P. G., & Meineri, G. (2008). Effects on growth performance, carcass characteristics, and the fat and meat fatty acid profile of rabbits fed diets with chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplements. *Meat Science*, 80, 1116-1121.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. *Livestock Production Science*, 77, 187-194.
- Sarıca, M., Camcı, Ö., & Selçuk, E. (2003). *Bıldırçın, sülün, keklik, etçi güvercin, beç tavuğu ve devekuşu yetiştiriciliği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Baskı Ünitesi, Ders Kitabı No, 4. Genişletilmiş III. Baskı, Samsun.
- Sarıca, M., Boz, M. A., Yamak, U. S., & Ucar, A. (2019). Effect of production system and slaughter age on some production traits of guinea fowl: Meat quality and digestive traits. *South African Journal of Animal Science*, 49(1), 192-199. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v49i1.22>.
- Satchithanandam, S., Fritsche, J., & Rader J. I. (2001). Extension of AOAC Official Method 996.01 to the Analysis of Standard Reference Material (SRM) 1846 and Infant Formulas. *Journal of AOAC International*, 84, 805-813.
- Tejerina, D., Lopez-Parra, M.M., & Garcia-Torres, S. (2009). Potential used of near infrared reflectance spectroscopy to predict meat physico-chemical composition of guinea fowl (*Numida meleagris*) reared under different production systems. *Food Chemistry*, 113, 1290-1296.
- Tlhong, T. M. (2008). *Meat quality of raw and processed Guinea Fowl (Numida meleagris)*. The master's thesis degree in consumer science at Stellenbosch University.
- Tufarelli, V., Dario, M., & Laudadio, V. (2007). Effect of xylanase supplementation and particle-size on performance of guinea fowl broilers fed wheat-based diets. *International Journal of Poultry Science*, 4, 302-307.
- Ulbricht, T. L., & Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, North Am. Ed. 338, 985-992.
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., & Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21-32.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358.
- Yakan, A., Aksu Elmali, D., Elmali, M., Sahin, T., Motor, S., & Can, Y. (2012). Carcass and meat quality characteristics of White and multicolor geese under local breeder conditions. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18, 663-670.
- Yakar, Y., & Tekeli, Y. (2019). Effect of feeding with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed added mixed feed on the amount of fatty acids composition and cholesterol in chicken meat. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 23(1), 69-77. DOI: <https://doi.org/10.29050/harranziraat.449027>.
- Yamak, U. S., Sarıca, M., Boz, M. A., & Ucar, A. (2018). Effect of production system (barn and free range) and slaughter age on some production traits of guinea fowl. *Poultry Science*, 97, 47-53. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex265>
- Yıldırım, A., (2009). Etlik beç tavuklarının beslenmesi. *Hayvansal Üretim*, 50(2), 60-65.
- Zaid, M., Hussain, J., Mahmud, A., Javed, K., Shaheen, M.S., Usman, M., Ghayas, A., & Ahmad, S. (2020). Carcass traits, meat quality, and sensory attributes of fast-growing broilers given outdoor access at different ages. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 44, 1039-1046. DOI:10.3906/vet-2003-92
- Zhou, L. J., Wu, H., Li, J. T., Wang, Z. Y., & Zhang, L. Y. (2012). Determination of fatty acids in broiler breast meat by near-infrared reflectance spectroscopy. *Meat Science*, 90, 658-664.



Trabzon yöresinde yetişen Sibirya kivisi (*Actinidia arguta*) meyvesinin fenolik bileşiklerinin karakterizasyonu ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi

Determination of the phenolic compound profile, antioxidant capacity and antimicrobial activity of Siberian kiwifruit (*Actinidia arguta*) grown in Trabzon Region

Mustafa Remzi OTAĞ^{1*} , Selin KALKAN² , Mehmet Soner ENGİN³ 

^{1*}Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5450-1546>; ²<https://orcid.org/0000-0002-4142-3152>; ³<https://orcid.org/0000-0001-5954-5628>

To cite this article:

Otağ, M.R., Kalkan, S. & Engin, M.S (2021). Trabzon yöresinde yetişen Sibirya kivisi (*Actinidia arguta*) meyvesinin fenolik bileşiklerinin karakterizasyonu ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 362-376.
DOI: 10.29050/harranziraat.889594

*Address for Correspondence:
Mustafa Remzi OTAĞ
e-mail:
mustafa.otag@giresun.edu.tr

Received Date:

02.03.2021

Accepted Date:

10.06.2021

© 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, literatürde hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunan Sibirya kivisi meyvesinin farklı çözümler (etanol ve metanol) kullanılarak elde edilen ekstraktlarında toplam fenolik madde içerikleri ve bu bileşiklerin dağılımı, antioksidan aktivite ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, ilk aşamada bitkinin fenolik bileşikleri ekstrakte edilerek en etkin çözümler sistemi tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise elde edilen ekstraktların çözümleri uçurularak kalan kuru maddede kromatografik olarak fenolik bileşiklerinin dağılımı ile spektrofotometrik olarak antioksidan aktiviteleri ve son olarak önemli gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Meyvelerin etanol ve metanol ekstraktlarında toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi Folin-Ciocalteu ve ABTS antioksidan aktivite metotlarına göre tespit edilmiştir. Kivi örneklerinin fenolik profili HPLC-UV ile belirlenmiştir. 2017 yılında hasat edilen etanol ve metanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi örneklerine ait toplam fenolik madde sonuçları sırasıyla 761.7 ve 899.7 mg GAE.100g⁻¹ iken 2018 yılında hasat edilen örneklerin etanol ve metanol ile ekstraktları ise 783.5 ve 931.6 mg GAE.100g⁻¹ olarak bulunmuştur. 2017 hasat edilen etanol ve metanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi örneklerine ait ABTS antioksidan aktivite değerleri ise sırasıyla 87.6, 94.2 µM TE.g⁻¹ TA iken 2018 yılında hasat edilen örneklerin ise 111.4 ve 118.1 µM TE.g⁻¹ TA olarak tespit edilmiştir. Antimikrobiyal aktive sonuçları değerlendirildiğinde kivi meyvesinin metanol ekstraktları, etanol ekstraktlarına kıyasla daha yüksek bir antimikrobiyal etki göstermiştir. 2017 yılının hasatı olan kivi metanol ekstraktlarının en yüksek antimikrobiyal etkiyi 40 µL emdirilen disk ile, *Vibrio parahemolyticus*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella Typhimurium* ve *Proteus vulgaris*'e (12.5±0.7 mm) gösterdiği tespit edilmiştir. 2018 yılının hasatı olan kivi etanol ekstraktlarının ise *Listeria monocytogenes*'e (13.5±0.7 mm) karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi 40 µL emdirilen disk ile gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Actinidia arguta*, Antioksidan kapasite, Biyolojik aktivite, Fenolik içerik

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the total phenolic content and distribution of these compounds, antioxidant capacity and antimicrobial activities in the extracts of Siberian kiwifruit, which has not been studied much, using different solvents. At the first stage, the most effective solvent system of the kiwifruit to extract phenolic compounds was tried to be determined. In the second phase of the study, solvents were removed using a rotary evaporator to obtain extracts and the profiles of phenolic compounds in the remaining dry matter was tried to be determined by chromatographic, antioxidant activities by spectrophotometric method and finally antimicrobial activities were obtained by microbiologically. Phenolic profile of kiwi samples was determined by HPLC-UV. Total phenolic substance results of Siberian kiwi samples extracted with ethanol and methanol harvested in

2017 and 2018 were found to be 761.7, 899.7, 783.5 and 931.6 mg GAE. 100g⁻¹, respectively. ABTS antioxidant activity values of Siberian kiwi samples extracted with ethanol and methanol harvested in 2017 and 2018 were determined as 87.6, 94.2, 111.4 and 118.1 µM TE g⁻¹ TA, respectively. When the antimicrobial activity results were evaluated, the methanol extracts of kiwifruit showed a higher antimicrobial effect compared to ethanol extracts. It has been determined that kiwi methanol extracts (40 µL) harvested in 2017 showed the highest antimicrobial effect to *Vibrio parahemolyticus*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella* Typhimurium and *Proteus vulgaris* (12.5 ± 0.7 mm). And, it was determined that kiwi ethanol extracts (40 µL), harvested in 2018, showed the highest antimicrobial activity against *Listeria monocytogenes* (13.5 ± 0.7 mm).

Key Words: *Actinidia arguta*, Antioxidant capacity, Biological activity, Phenolic content

Giriş

Kivi, anavatanı olarak kabul edildiği doğu ve güney Çin’de doğal ortamda kendiliğinden yetişen bir meyvedir. İtalya başta olmak üzere Yeni Zelanda, ABD, Fransa, Şili ve Japonya gibi ülkelerde de üretilmektedir. Türkiye’de ise kivi üretim çalışmaları 1988 yılında başlamıştır (Krupa ve ark., 2011). İlk olarak Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından sahil bölgeleri ağırlıklı olmak üzere farklı ekolojilerde adaptasyon bahçeleri kurulmuştur. Yapılan bu çalışmalar sonucu Karadeniz bölgesi başta olmak üzere Marmara ve Ege sahil bölgelerinin kivi yetiştiriciliğine uygun olduğu tespit edilmiştir (Samancı,1990). Doğu Karadeniz Bölgesi’nde tarımla uğraşan insanların tamamına yakınının ana geçim kaynağı çay ve fındıktır. Yöre halkının bu bitkilerden istenilen geliri elde edememesi ve kivi yetiştiriciliğinin bu bölgede coğrafi ve iklim açısından elverişli olması yöre halkını ek gelir getirmek amacıyla kivi yetiştiriciliğine yöneltmiştir. Yörenin ikinci tarım ürünü haline gelmeye başlayan ve her yıl yöre ekonomisine katkısını artırarak sürdüren kivi, üreticiye ek gelir imkânı sağlamaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi’nde uygun sıcaklığın olması, yağışların düzenli olması, kış soğuklarının kivi yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkilememesi gibi faktörler kivinın bölgeye adaptasyonunu sağlamıştır (Türkkan ve ark., 2018). Ülkemizde 20 yılı aşkın süredir yapılan kivi üretimi giderek artış göstermektedir. Türkiye’de kivi üretimi yapılan alanların %70’i Karadeniz Bölgesi’nde bulunmaktadır (Yonat ve Kolören, 2017). Marmara Bölgesi kivi üretimi yapılan alanların %27’sine, Akdeniz ve Ege Bölgesi ise %3’üne sahiptirler. Türkiye’deki kivi üretimi en çok başta Yalova olmak üzere ardından Ordu, Rize, Samsun,

Giresun, Trabzon ve diğer 18 ilde yapılmaktadır. Lezzeti, besin değeri, verimi ve muhafaza süresinin uzunluğu gibi nedenlerle, yeşil meyve etli Hayward çeşidi en çok tercih edilen çeşittir. Bu yüzden dünya ve ülkemizdeki kivi üretiminin büyük bir kısmını Hayward çeşidi oluşturmaktadır (Çelik ve ark.,2009)

Sibiryaya kivi, coğrafi ve iklim koşullarına çeşide ve yetiştirme yöntemine bağlı olarak değişmekle birlikte zengin bir kimyasal bileşime sahiptir. Meyveler, insan sağlığı için önemli olan, fizyolojik ve biyokimyasal faydaları belirlenmiş önemli düzeyde biyoaktif maddeler içermektedirler. Egzotik meyveler, özellikle kivi, avokado, mango ve Trabzon hurması, bileşimleri nedeniyle yüksek besin ve biyoaktif özelliklere sahiptir (Park ve ark., 2006; Gorinstein ve ark., 2010; Gorinstein ve ark., 2011). *Actinidia* (A.) kivi meyvesinin en popüler türleri *Actinidia deliciosa*, *Actinidia chinensis* ve *Actinidia eriantha*’dır, ancak *Actinidia arguta*, *Actinidia kolomikta* ve *Actinidia purpurea* gibi diğer türler, donma direnci nedeniyle daha soğuk iklimin hakim olduğu bölgelerde de büyüyebilirler (Chesoniene ve ark., 2004). Sert kivi olarak da bilinen *Actinidia arguta*, zaman içerisinde piyasada bebek kivi adı altında satılarak popüler hale gelmiştir (Kabaluk ve ark.,1997; Williams ve ark., 2003). Bu meyvenin yenilebilir pürüzsüz bir yüzeyi vardır. Yüksek miktarda şeker ve askorbik asit içeren bu kivi çeşidi mükemmel bir lezzete sahiptir. Sibiryaya kivi (*A. arguta*), Doğu Asya’nın büyük bir bölümüne yayılmıştır ve Japonya’daki dağlık bölgelerde yaygın olarak görülmektedir (Ohashi, 1989). Birçok çeşide sahip olmasına rağmen hemen hemen bütün çeşitlerde meyve, 6-16 g ağırlığında ve ticari kivi (*A. deliciosa*) meyvesinden daha küçük bir yapıya sahiptir(Williams ve ark., 2003). Meyveleri olgun

çilek, muz, ananas, aşırı olgun armut, ravent, frenk üzümü, kavun ve tropikal tatlarla karşılaştırıldığında tatlı ve yoğun bir lezzete sahiptir ayrıca son derece aromatikdir (Matich ve ark., 2003; Williams ve ark., 2003). Sibiry kivi, 100 g meyve başına 25 ile 155 mg C vitamini içerir (Kabaluk ve ark., 1997) ve nutrasötiklerce de nispeten zengindir.

Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmeleri sebebiyle antioksidan aktiviteye sahip olan gıdalara olan ilgileri artış göstermektedir. Meyveler, özellikle içerdikleri fenolik bileşiklerin antioksidatif ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak sağlık üzerinde olumlu etki yaratmaktadırlar. Özellikle bitki ekstraktları ile antibiyotiklerin sinerjistik etkilerinin bilinmesi, doğal, ucuz ve daha az yan etkiye sahip alternatif bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Böylelikle daha düşük dozda antibiyotik kullanılarak daha etkili sonuçlar elde etmek mümkün olabilmektedir (Akmeşe ve ark., 2020). Bilindiği gibi, kivi meyvesi biyoaktif maddelerinden etkilenen antioksidan özelliklere sahiptir. Bir yandan toplam fenolik madde içeriği ile diğer yandan C vitamini içeriği ile antioksidan aktivite ile polifenoller arasında yüksek korelasyon bulunmuştur (Du ve ark., 2009; Park ve ark., 2011). Ülkemiz için yeni sayılabilecek bir meyve olması ve yetiştiriciliği için çalışmaların da hali hazırda devam ediyor olması bu meyveye olan ilgiyi daha da arttıracığı düşünülmektedir. Bu çalışmada, üzerinde çok fazla çalışma yapılmamış Sibiry kivi meyvesinin farklı çözümler (etanol ve metanol) kullanılarak elde edilen ekstraktlarında toplam fenolik madde içerikleri ve bu bileşiklerin dağılımı, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında bitkinin fenolik bileşiklerini ekstrakte edecek en etkin çözümler sistemi tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise elde edilen ekstraktların çözümleri uçurularak kalan kuru maddede kromatografik olarak fenolik bileşiklerinin dağılımı ile spektrofotometrik olarak antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca farklı çözümlerle elde edilen ekstraktların önemli gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar üzerindeki

antimikrobiyal aktiviteleri tespit edilmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Analizlerde kullanılmak üzere 2017 yılı için Ekim ayının son haftası ve 2018 yılı hasat döneminde Kasım ayının ikinci haftasında Trabzon'un Dernekpazarı ilçesindeki kivi bahçesinden daha önceden belirlenen 12 ağacın 3 farklı kısmından % 7-9 briks değerine ulaşmış tek düze görünür kusuru bulunmayan taze şekilde toplanan Sibiry kivileri (*Actinia arguta*) plastik poşetlere konularak soğuk saklama koşullarında Giresun Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilmiştir. Örneklerin kabukları soyulduktan sonra yenen kısmı için etanol ve metanol çözümleri kullanılarak ekstraksiyon yöntemiyle analiz numuneleri elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Gram pozitif ve Gram negatif test mikroorganizmaları; *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* Type 1, *Vibrio parahaemolyticus* (ATCC 17802), *Bacillus cereus*, *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028), *Staphylococcus epidermis* (ATCC 12228), *Yersinia pseudotuberculosis* (ATCC 911), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603) ve *Proteus vulgaris* (ATCC 13315) bakterileri Giresun Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

Sibiry Kivisi (*Actinidia arguta*) meyvesinin ekstraksiyonu

Sibiry kivi meyvelerinin ekstraksiyonu için Mulero ve ark. (2010) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre 50 g taze ve olgunlaşmış kabuğu soyulmuş meyve tartılıp yüksek devirli blenderda (Waring-USA) parçalanarak homojen hale getirildikten sonra 50 mL (% 80 v/v) etanol ve metanol ile karanlıkta 25°C sıcaklığa ayarlanmış çalkalamalı su banyosunda 2 saat süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda 15 dakika ultrasonik su banyosunda bekletilen örnekler önce 2000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra ise, ilk santrifüjden elde edilen berrak kısımlar

(supernatantlar) 6000 rpm (devir/dakika)'de 20 dakika süreyle ikinci bir santrifüjleme işlemine tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon işleminden sonra elde edilen kivi ekstraktları toplam fenolik madde, antioksidan, antimikrobiyal aktivite ve fenolik maddelerin HPLC ile belirlenmesinde kullanılmak üzere ayrı ayrı örnek tüplerine konularak -40°C sıcaklıkta derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra çözümlerin fazlası döner buharlaştırıcıda uçurularak uzaklaştırılmıştır.

Fenolik bileşiklerin HPLC ile belirlenmesi

Ekstraksiyon aşamasında elde edilen kivi ekstraktları 0.45 µm'lik membran filtreden geçirilerek filtre edilmiştir. Filtre edilen ekstraktın 100 µL'si HPLC'ye enjekte edilmiştir. Fenolik bileşiklerin HPLC ile belirlenmesinde Velioğlu ve ark (2006) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Örnekteki fenolik bileşiklerin tanımlanması, bileşiklerin kolondaki alıkonma süresi ve UV spektrumlarının ilgili standart maddelere ait süre ve spektrumlarla karşılaştırılmasıyla yapılmıştır. Fenolik bileşiklere ait piklerin tanımlanması ve konsantrasyonlarının hesaplanması bileşiklerin maksimum absorpsiyon değeri verdiği dalga boyunda gerçekleştirilmiştir.

Bileşiklerin miktarlarının tespit edilmesinde bileşiklere ait HPLC kromatogramlarından elde edilmiş entegre alanlar ve standart maddelerin ara stok çözeltileri ile hazırlanmış kalibrasyon eğrilerinden yararlanılmıştır. Gallik asit, (+)-kateşin, için 280 nm; kafeik asit, p-kumarik asit için 320 nm; kuersetin ve mirisetin için 360 nm, fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan dalga boylarıdır.

Fenolik ekstraktlar, Autosampler (ACC-3000T), pompa (LPG-3400SD), DAD detektörü (DAD-3000); (Thermo Scientific™ Dionex™ Chromeleon™ Chromatography Data System Software 7.1) ve ters fazlı C18 kolon (250x4.6 mm) bulunduran Thermo Scientific™ Dionex™ Ultimate™ 3000 RSLC sistemi ile donatılmış HPLC sisteminde analiz edilmiştir. Fırın ve örnekleyici sıcaklığı 40 ve 25°C'ye ayarlanmıştır. Mobil faz %3 (v/v)'lük asetik asit çözeltisi (Mobil faz A) ve

metanol (Mobil faz B), faz akış hızı 0.8 ml.dk⁻¹, akış tipi gradient elüsyonu ve enjeksiyon hacmi ise 20 µL olarak belirlendi.

Toplam fenolik madde tayini

Folin-Ciocalteu Ayırıcı ile toplam fenolik madde tayini metodun ilkesi; fenolik birleşiklerin bazik ortamda Folin-Ciocalteu ayırıcının indirgenip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyona dayanmaktadır. Ayrıca burada oksitleyici bileşik olarak rol almaktadır. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayırıcının oluşturduğu mavi rengin fotometrik olarak ölçülmesiyle, analizi yapılan örneklerdeki fenolik bileşiklerin toplam miktarlarının hesaplanması mümkün olacaktır. Standart çözelti olarak gallik asit çözeltisi kullanılmıştır (Slinkard and Singleton, 1977). Örneklerden etanol ve metanol ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktları analiz edilene kadar buzdolabında ve karanlıkta muhafaza edilmiştir. Analiz için 500 µL ekstrakt üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilerek oda sıcaklığında 3 dakika bekletilmiştir. Daha sonra karışım üzerine % 7.5'lik 2 mL sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi ilave edilerek vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Elde edilen karışım oda şartlarında 1 saat süreyle karanlık ortamda inkübasyona bırakıldıktan sonra spektrofotometrede (Hach DR6000, Lange GmbH, 189 Germany) 720 nm dalga boyunda kontrole karşı absorpsiyonları okunmuştur. Sonuçların eldesinde okunan absorpsiyon değerleri standart gallik asit kurvesi (0-500 mg.L⁻¹) yardımıyla gallik asit cinsinden (mg GAE.100g⁻¹ kuru ağırlık) toplam fenolik maddeye çevrilmiş ve daha sonra seyreltme faktörü ile çarpılmıştır.

Antioksidan kapasite tayini

Sibirya kivisi meyvesinin antioksidan kapasitelerini belirlemek için ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)) kullanılmış ve 2017 ile 2018 yıllarında hasat edilen kivi örneklerinin etanol ve metanol ekstraktlarının birbirlerine göre performansları karşılaştırılmıştır.

ABTS yönteminin ilkesi, ABTS ve potasyum persulfat arasında gerçekleştirilen reaksiyon

sonucu oluşan mavi/yeşil renkli ABTS⁺ radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının sentetik bir antioksidan olan Trolox'un standart miktarıyla kıyaslanarak bağıl ölçümünün sağlanmasına dayanmaktadır (Re ve ark., 1999). Analiz için gerekli çözeltilerden biri olan ABTS⁺ çözeltisi analizden 1 gün önce hazırlanmış olup 12-16 saat karanlıkta bekletilmiştir. 7mM konsantrasyonunda hazırlanan ABTS⁺ çözeltisi için 38.4 mg ABTS ve 6.6 mg potasyum persülfat tartılmış olup 10 mL balon jode hacme tamamlanmıştır. PBS (tuzlu fosfat tampon) çözeltisi için de 8 g NaCl; 0.2 g KCl; 1.44 g Na₂HPO₄; 0.24 g KH₂PO₄ tartılarak yaklaşık 800mL distile suda çözündürülüp pH değeri HCl ya da NaOH kullanılarak 7.4'e ayarlandıktan sonra distile su ile 1 L'ye tamamlanmıştır. ABTS çözeltisi 734 nm dalga boyunda 0.700 ± 0.10 absorbans verecek şekilde PBS çözeltisi ile seyreltilmiştir.

Mikroorganizma kültürlerinin hazırlanması

Selektif besiyerlerinde geliştirilen kolonilerden öze yardımı ile alınan her bir bakteri kolonisi, 5 mL'lik Nutrient Broth (Merck) besiyerine aşılansak inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon koşulları 37 °C'de 18-24 saat olarak belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen kültürlerden 0.5 McFarland'a karşılık gelen şekilde 1-2x10⁸ KOB/mL hücre içeren bakteri stok solüsyonları hazırlanmıştır (Kalkan, 2016).

Antimikrobiyal aktivitelerin belirlenmesi

Kivi meyvesi ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri suşlara karşı disk difüzyon yöntemi kullanılarak Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI, 2012) standartlarına göre yapılmıştır. Bakteri stok solüsyonlarından Mueller Hinton Agar (Merck) besiyerine 100 µL aşılama yapılmış ve steril cam baget ile besiyeri yüzeyine yayıldıktan sonra 15-20 dk kurumaya bırakılmıştır. Disk difüzyon testi için; elde edilmiş kuru ve/veya balmumsu bitki ekstraktları dimetil sülfoksitte (%99.9; DMSO) çözüldükten sonra stok kültürlerden aşılama yapılmış besiyerleri üzerine steril koşullarda yerleştirilmiş 6 mm çapındaki steril boş antibiyotik disklerine (Schleicher &

Schül, Nr. 2668, Almanya) her bir diske 20, 30 ve 40 µL olacak şekilde aseptik şartlara uyularak emdirilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış besiyerleri bakteri kültürleri için 18-24 saat 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında oluşan inhibisyon zonları cetvel yardımı ile ölçülerek kaydedilmiştir. Karşılaştırma yapmak amacıyla kontrol olarak boş steril diskler kullanılmıştır (Engin ve ark., 2019).

İstatistiksel analiz

Verilerin analizleri SPSS (Version 16 for Windows, SPSS Inc.) programı ile yapılmış ve ortalama±standart sapma olarak kaydedilmiştir. Varyans analizleri ise ANOVA prosedürüne göre değerlendirilmiştir. Değerler arasındaki farklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. p≤0.05 değerleri önemli, p≤0.01 değerleri ise çok önemli olarak değerlendirilmiştir.

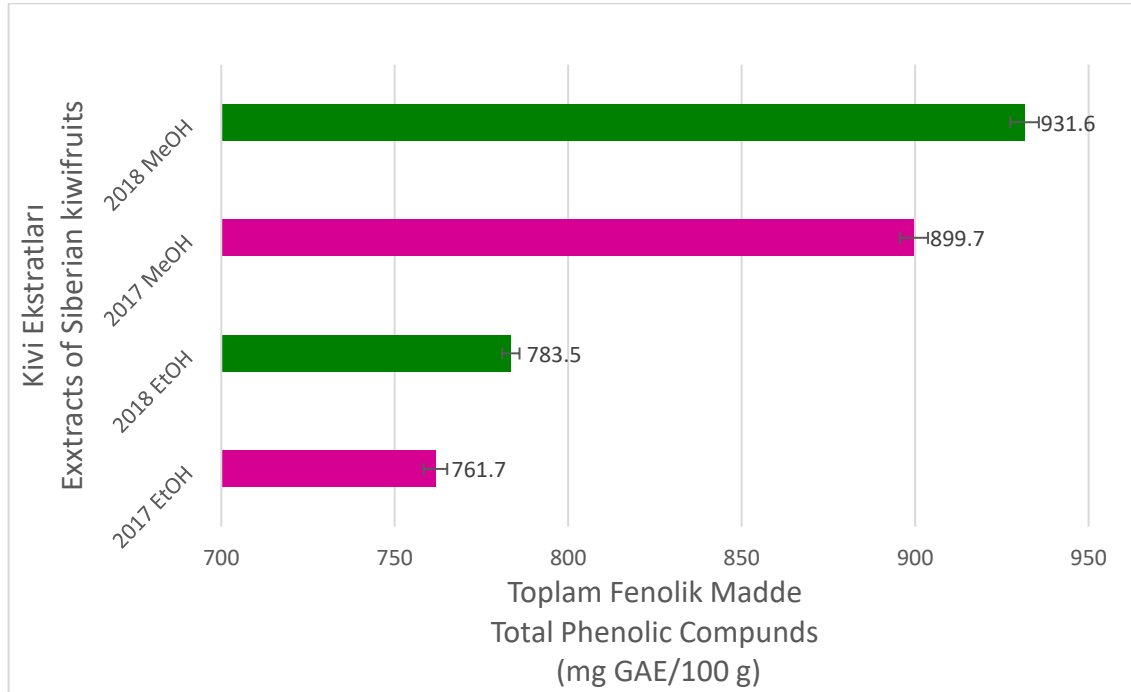
Araştırma Bulguları ve Tartışma

Toplam fenolik madde içerikleri

2017 ve 2018 yıllarında toplanan ve etanol ve metanol gibi iki farklı çözügen ile ekstrakte edilen Sibirya kivi örneklerine ait toplam fenolik madde sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de de görüldüğü gibi toplam fenolik madde miktarlarının kivi örneklerinde 761.7 mg GAE.100g⁻¹ ile 931.6 mg GAE.100g⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Analizi yapılan örnekler arasında en yüksek değer 2018 yılında hasat edilen ve metanol ile ekstrakte edilmiş kivi örneklerinde (931.6 mg GAE.100g⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık en düşük toplam fenolik madde değerinin 2017 hasat yılında toplanan ve etanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi örneklerinde olduğu saptanmıştır. Genel olarak 2018 yılında toplanan kivi örneklerinin 2017 yılında toplanan kivi örneklerine göre daha yüksek toplam fenolik değere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun yıllar arasında beliren iklim koşullarından meydana geldiği düşünülmektedir. Ayrıca aynı yıllarda yapılan etanol ve metanol çözügenlerine bağlı olarak yapılan karşılaştırmada metanol ile ekstrakte

edilen kivi örneklerinin etanol ile ekstrakte edilen kivi örneklerinden daha yüksek toplam fenolik madde değerinin saptandığı görülmektedir. Bu durumun metanolün etanole göre daha fazla miktarda fenolik bileşiği meyve bünyesinden almış olduğunu göstermektedir. Çalışmamıza benzer

olarak Gümüşay ve Yalçın (2019) yürütülen çalışmada, taze kivi meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı 262.7 ± 19.9 mg GAE.100g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen değerler, bu değerlerin oldukça üstündedir.

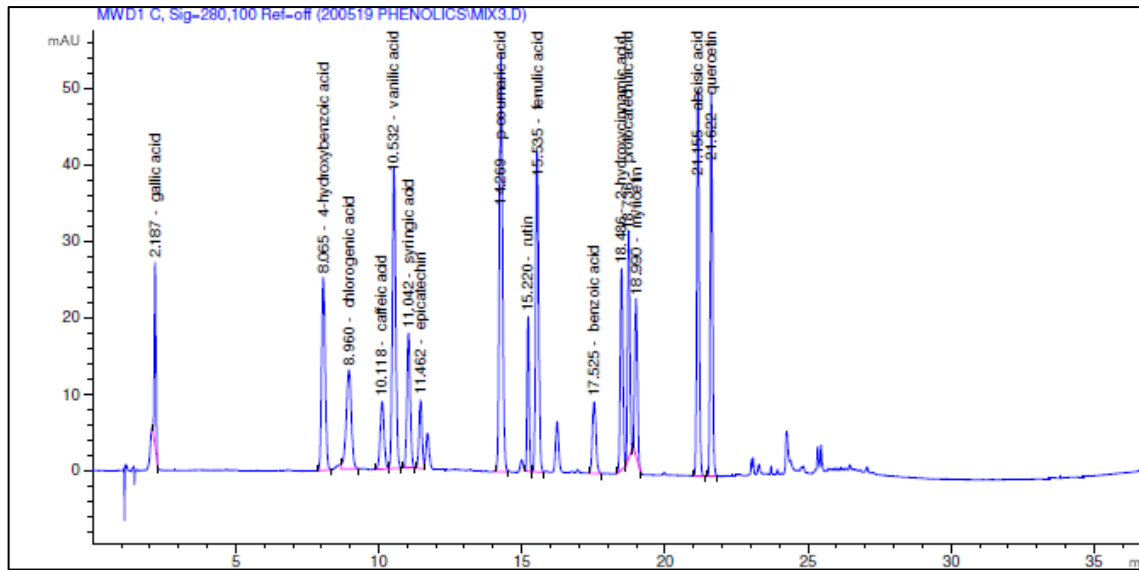


Şekil 1. Sibirya kivi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları
Figure 1. Total phenolic content of Siberian kiwifruit samples

Fenolik bileşik içerik analiz sonuçları (HPLC)

Sibirya kivi örnekleri etanol ve metanol ile ekstrakte edildikten sonra geri kalan kalıntı kendi çözücülerinde de çözüldükten sonra HPLC-UV'de yürütülmüştür. Mobil faz olarak asetonitril, su ve

fosforik asit kullanılarak kolonu terk etme zamanları olan elüsyon değerleri 15 adet standart fenolik bileşiğin elüsyon değeri ile karşılaştırılmıştır. Standartlara ait kromatogram Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Standart Fenolik bileşiklerine ait kromatogram
Figure 2. Chromatogram of standard phenolic compounds

Kivi üzerine yapılan geçmiş çalışmalar incelendiğinde bu araştırmanın Sibiry kivi (*Actinia arguta*) çeşidinin farklı çözgen ekstraktlarındaki fenolik bileşiklerin karakterizasyonunu ve miktarını bildiren ilk çalışma olduğu görülecektir. 2017 ve 2018 yıllarında hasat edilen, etanol ve metanol gibi iki farklı çözgen ile ekstrakte edilen Sibiry kivi örnekleri, 6 hidroksibenzoik asit (4-hidroksibenzoik asit, gallik asit, vanilik asit, protokatekuik asit, benzoik asit ve siringik asit), 1 flavanol (kateşin), 3 flavanol (rutin, mirisetin ve kuersetin) ve 4 hidroksisinnamik asit (2-hidroksisinnamik asit, ferulik asit, kafeik asit, p-kumarik asit) olmak üzere toplam 14 monomerik fenolik bileşik ve kivi meyvesinin olgunlaşmasında önemli rol üstlenen absisik asit ile çalışılmıştır. HPLC parametreleri optimize edilerek ve hem standart karışımın hem de örneklerin iyi pik çözünürlükleri elde edilmiştir Kivi örneklerinin bireysel fenolik seviyeleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'de çalışılan Sibiry kivi örneklerine ait HPLC-UV'de okunan fenolik bileşenler gösterilmektedir. Kivi örnekleri 2017-2018 yılları ve etanol ve metanol çözgen ekstraktları olmak üzere dört kısım analiz edilmiştir. 14 fenolik bileşen ve absisik aside göre yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Her iki yılda hasat edilen kivi örneklerinin fenolik bileşenlerin miktarı ve cinsi arasında farklılıklar görülmektedir.

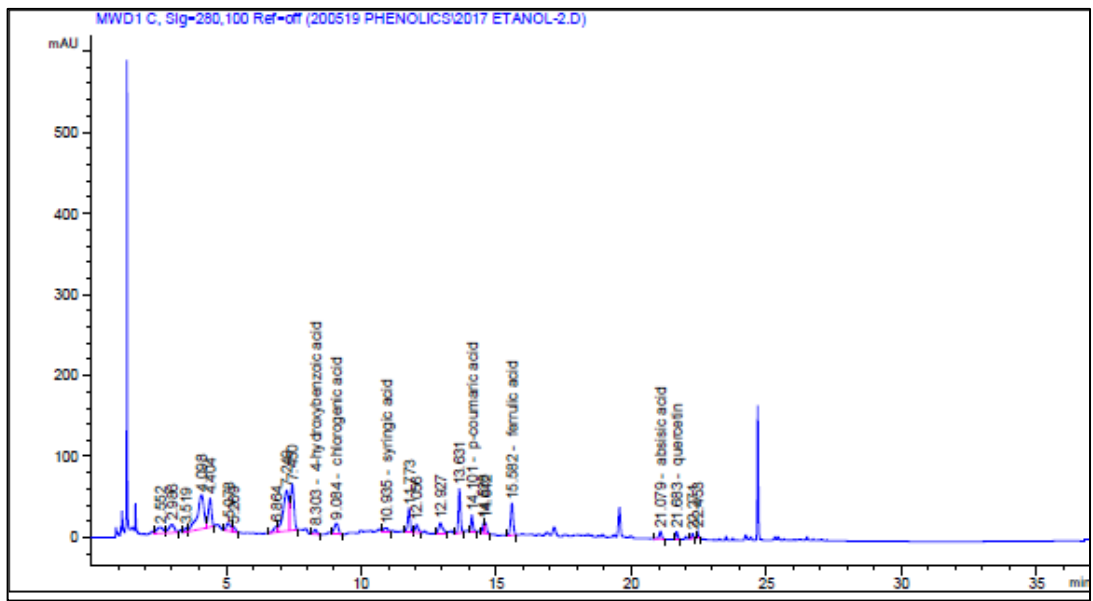
Örneğin; benzoik asit 2018 yılında hasat edilen örneklerde tespit edilmezken, 2017 yılında hasat edilen ve her iki çözgen ile ekstrakte edilen kivi örneklerinde oldukça yüksek oranda belirlenmiştir. Bununla birlikte gallik asit 2017 yılında hasat edilen ve metanol ile ekstrakte edilen kivi örneklerinde belirlenmişken diğer örneklerde tespit edilememiştir. Protokatekuik asit, mirisetin ve 2-hidroksisinnamik asit hiç bir örnekte tespit edilmemiştir. 2017 hasat yılında etanol ile ekstrakte edilen kivi örneklerindeki en yüksek fenolik bileşikler p-kumarik asit ve kuersetin olurken tespit edilebilen en düşük fenolik bileşikler şiringik asit ve kafeik asit olmuştur. Aynı şekilde 2017 yılında metanol ile ekstrakte edilen kivi örnekleri için en yüksek fenolik bileşikler p-kumarik asit ve kuersetin olurken, tespit edilen en düşük fenolik bileşikler vanilik ve gallik asit olmuştur. Absisik asit 2017 yılında hasat edilen ve her iki çözgen ekstraktında tespit edilirken 2018 yılı ekstraktlarında bulunamamıştır. Genel olarak her iki yılda toplanan kivi örneklerinin etanol ve metanol ekstraktları karşılaştırıldığında metanol ekstraktlarının fenolik bileşikleri daha yüksek bulunmuşken yıllara göre karşılaştırma yapıldığında benzer bir trend belirlenememiştir. 2017 ve 2018 yıllarında toplanan ve etanol ve metanol ekstraktlarının HPLC kromatogramları Şekil 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 1. HPLC-UV'de ölçülen kivi örneklerinin fenolik kompozisyonları (mg.L⁻¹)

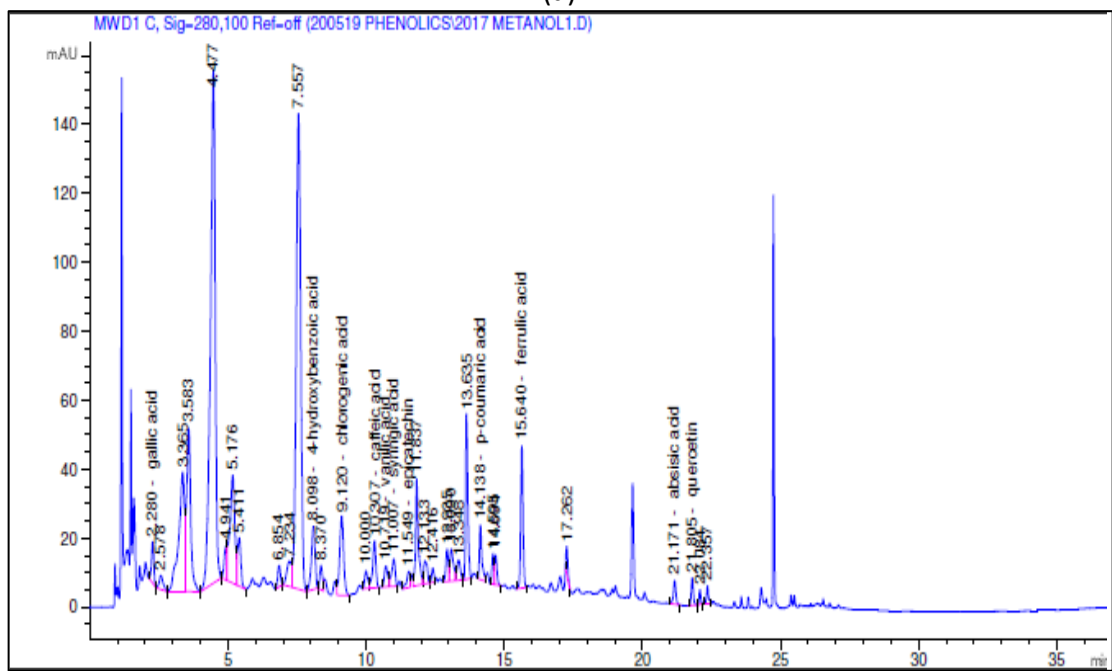
Table 1. Phenolic compositions of Siberian kiwi samples measured in HPLC-UV (mg.L⁻¹)

Fenolik bileşen <i>Phenolic compounds</i>	Örnekler /Samples			
	2017-KE*		2018- KE*	
	Etanol <i>Ethanol</i>	Metanol <i>Methanol</i>	Etanol <i>Ethanol</i>	Metanol <i>Methanol</i>
Gallik asit	ND	2.9±0.5 ^j	ND	ND
4-hidroksibenzoik asit	17.3±2.0 ^f	23.3±3.0 ^g	23.3±2.1 ^c	31.6±2.4 ^d
Klorojenik asit	23.2±1.6 ^d	34.9±3.6 ^d	10.6±1.3 ^e	14.3±1.1 ^g
Kafeik asit	10.8±0.9 ^g	31.9±1.1 ^e	8.7±1.3 ^f	27.4±1.2 ^e
Vanilik asit	ND	4.2±1.5 ⁱ	ND	ND
Siringik asit	9.5±1.1 ^{gh}	16.3±2.2 ^h	35.4±3. ^b	39.4±2.3 ^b
Epikateşin	20.7±1.5 ^{ef}	24.1±2.6 ^f	21.6±2.1 ^d	36.3±2.0 ^c
p-kumarik asit	68.8±3.4 ^a	76.7±5.0 ^a	20.5±1.2 ^{de}	24.0±2.6 ^f
Rutin	ND	ND	ND	4.0±0.4 ⁱ
Ferulik asit	21.9±2.5 ^e	22.65±0.8 ^{gh}	10.0±0.9 ^{ef}	9.8±1.1 ^h
Benzoik asit	ND	ND	2.0±0.5 ^g	3.5±0.3 ^{ij}
2-hidroksisinnamik asit	ND	ND	ND	ND
Protokatekuik asit	ND	ND	ND	ND
Mirsetin	ND	ND	ND	ND
Kuersetin	43.1±3.8 ^c	52.5±2.7 ^b	47.6±3.2 ^a	56.9±3.7 ^a
Absisik asit	57.3±4.2 ^b	44.7±3.4 ^c	ND	ND

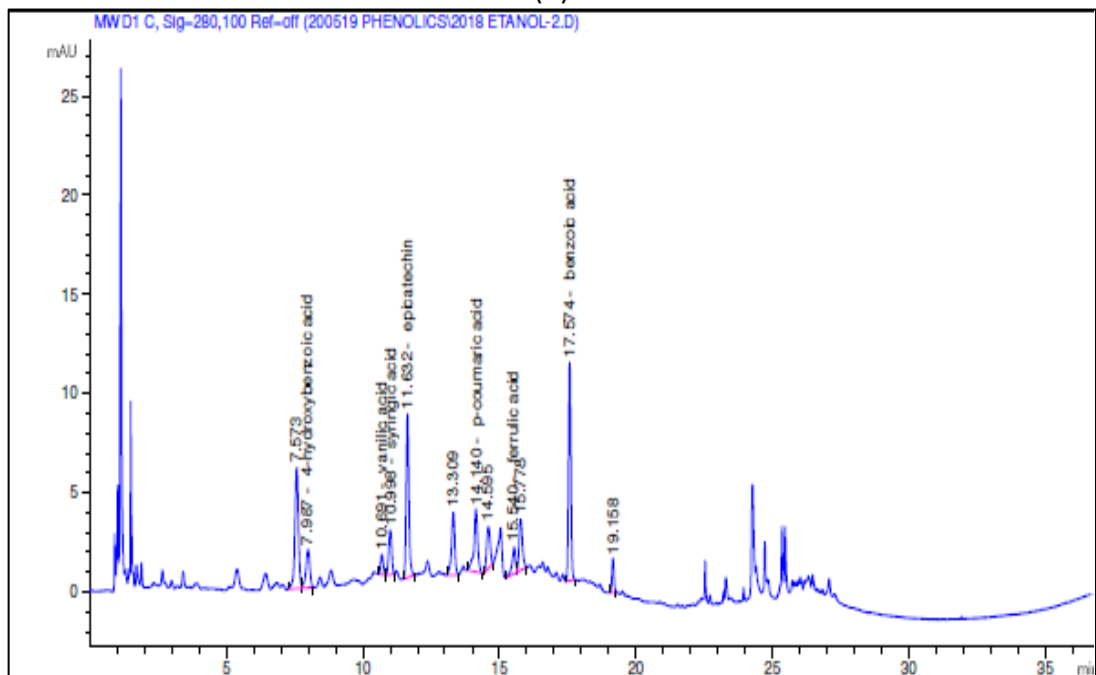
*3 ölçümün ortalama ± SD (standart sapması); ND: Tespit edilemedi; Farklı harflerle işaretlenmiş satırların ortalaması önemli ölçüde farklıdır (p≤0.05).



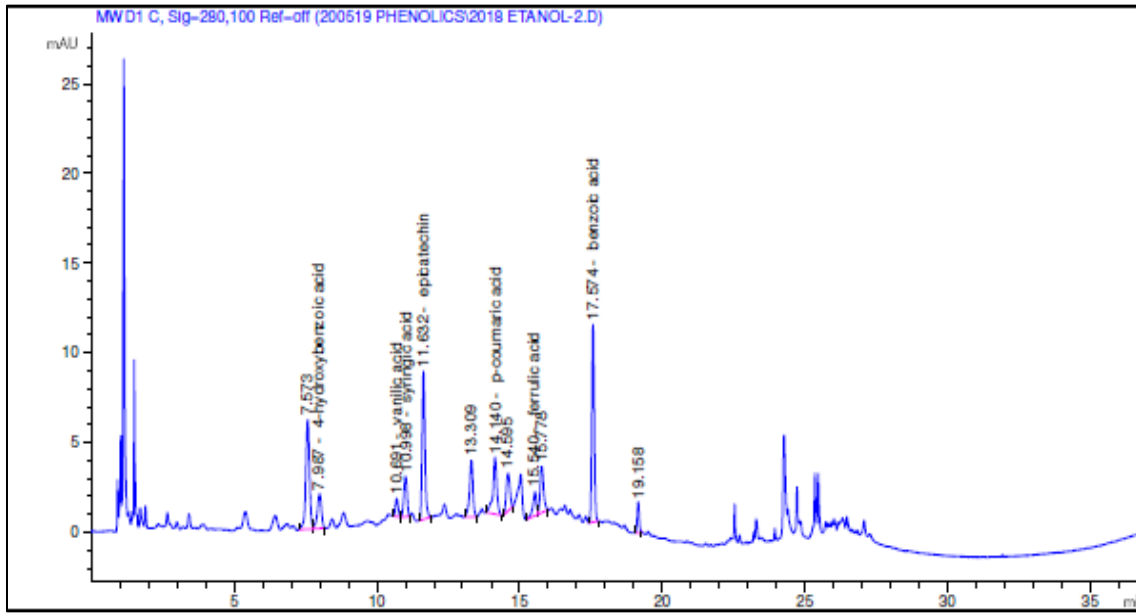
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3. Örneklerin etanol ve metanol ekstraktlarının HPLC kromatogramları (a: 2017 Hasat yılında Etanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi sine ait fenolik bileşiklere ait kromatogram; b: 2017 Hasat yılında Metanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi sine ait fenolik bileşiklere ait kromatogram; c: 2018 Hasat yılında Etanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi sine ait fenolik bileşiklere ait kromatogram; d: 2018 Hasat yılında Metanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi sine ait fenolik bileşiklere ait kromatogram)

Figure 3. HPLC chromatograms of ethanol and methanol extracts of samples (a: chromatogram of phenolic compounds of Siberian kiwifruit extracted with Ethanol in 2017 harvest year; b: chromatogram of phenolic compounds of Siberian kiwifruit extracted with Methanol in 2017 harvest year; c: chromatogram of phenolic compounds of Siberian kiwifruit extracted with Ethanol in 2018 harvest year, d: chromatogram of phenolic compounds of Siberian kiwifruit extracted with Methanol in 2018 harvest year)

Çalışmamıza benzer olarak, Montanaro ve ark. (2007)'na göre, kivi nin başlıca fenolik bileşenleri hidroksisünamik asit, flavonol ve kateşin grubunda yer almaktadır. Kim ve ark. (2009) tarafından kivi meyvesinin etinde saptanan başlıca fenolikler ise kateşin, klorojenik asit, rutin, epikateşin ve kuersetindir.

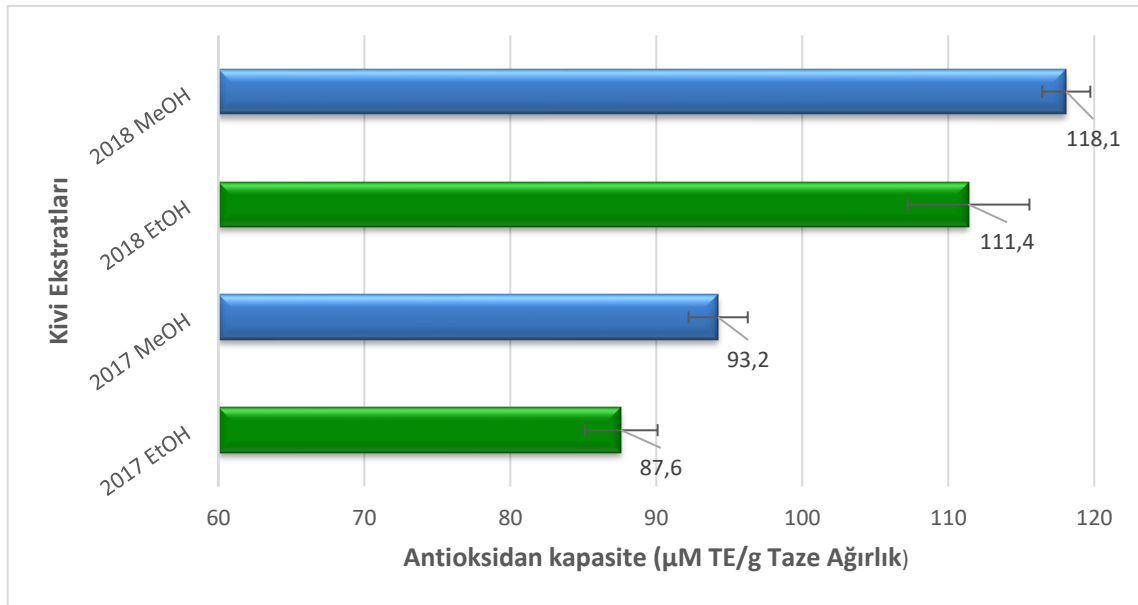
Antioksidan kapasite analizleri

Antioksidanlar, aktif radikalleri bağlayarak birçok hastalıktan (kalp, damar, kanser, Alzheimer, katarakt vb.) korunmaya yardımcı olan bileşik grubunun adıdır. Bu grupta; polifenoller, antosiyaninler, karotenoidler, C vitamini, tokoferoller gibi çok sayıda gıda bileşeni yer almaktadır (Langseth, 1995). Çalışmamıza ait, 2017 ve 2018 yıllarında toplanan ve etanol ve metanol gibi iki farklı çözücü ile ekstrakte edilen Sibirya kivi örneklerine ait ABTS antioksidan kapasite sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda toplam antioksidan kapasitesi üzerinde hasat yılı ve kullanılan çözücü çeşidinin etkileşimi istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur ($p \leq 0.05$). Kivi örnekleri

arasında en yüksek antioksidan kapasitesi 2018 yılında toplanan ve metanol ile ekstrakte edilen Sibirya kivi sine (118.1 $\mu\text{M TE.g}^{-1}$ TA) alınmıştır. En düşük antioksidan kapasitesi ise 2017 yılında toplanan ve etanol ile ekstrakte edilen kivi örneğinden (87.6 $\mu\text{M TE.g}^{-1}$ TA) elde edilmiştir. Genel olarak 2018 yılında toplanan kivi örneklerinin 2017 yılında toplanan kivi örneklerine göre daha yüksek antioksidan kapasite değerine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı yıl içinde yapılan etanol ve metanol çözümlerine bağlı olarak yapılan karşılaştırmada metanol ile ekstrakte edilen kivi örneklerinin etanol ile ekstrakte edilen kivi örneklerinden daha yüksek antioksidan kapasite değerinin saptandığı görülmektedir. Çalışmamıza benzer olarak, Park ve ark. (2011) tarafından 4 farklı kivi varyetesinde belirlenen antioksidan kapasite ABTS yöntemine göre 22.9-109 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılara göre, antioksidan kapasite esas olarak C vitamini ve polifenollerden kaynaklanmaktadır. Ekşi ve Özen (2012)' e göre, Antioksidan kapasitesi en yüksek olan çeşit

Bidan'dır. Bunu Haenam, Daeheung ve Hayward izlemektedir. Wang ve ark. (1996)'a göre, kivi antioksidan kapasitesi ile öne çıkan bir meyve değildir. Fakat, literatür bulgularına göre kivin

antioksidan kapasitesi nar, çilek, portakal ve siyah üzümüne göre düşük olmakla birlikte beyaz üzüm, muz, elma, armuta göre oldukça yüksektir.



Şekil 4. ABTS yöntemi kullanarak farklı Sibiryası kivi ekstraktlarının antioksidan kapasitesi ($\mu\text{M TE} \cdot \text{g}^{-1}$ TA)
Figure 4. Antioxidant capacity of different Siberian kiwi extracts using ABTS method ($\mu\text{M TE} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)

Disk difüzyon yöntemine göre antimikrobiyal etkinin tespitinde, 6-9 mm inhibisyon çapı çok düşük inhibisyon, 9-12 mm inhibisyon çapı düşük inhibisyon, 12-15 mm inhibisyon çapı ortalama inhibisyon ve 15 mm ve üzeri yüksek inhibisyon olarak değerlendirilmektedir (Engin ve ark., 2019). Bu değerlendirmeye göre kivi ekstraktlarının hiç biri yüksek inhibisyon göstermemiştir. Çizelge 2'de de görüldüğü üzere, 2018 yılının hasatı olan kivi etanol ekstraktlarının *Listeria monocytogenes*'e (13.5 ± 0.7 mm) karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi 40 μL emdirilen disk ile gösterdiği tespit edilmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü üzere, 2017 yılının hasatı olan kivi metanol ekstraktlarının en yüksek antimikrobiyal etkiyi *Vibrio parahemolyticus*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella Typhimurium* ve *Proteus vulgaris*'e (12.5 ± 0.7 mm) 40 μL emdirilen disk ile gösterdiği tespit edilmiştir. Tablolarda da görüldüğü gibi tespit edilen antimikrobiyal etki, muamele edilen ekstrakt dozu ile ilişkilidir. Artan

dozlarda antimikrobiyal etkinin gözlemlendiği zon çaplarında artış gerçekleşmiştir. *S. aureus*'un ise, her iki hasat yılı ve farklı ekstrakt kullanımlara karşı en dirençli bakteriyel şus olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antimikrobiyal etkinin tespit edildiği mikroorganizmalar Şekil 5'de gösterilmiştir.

Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesi

Çalışmada, etanol ve metanol ile ekstrakte edilen kivi meyvelerinin (2017 ve 2018 yılı hasatları) insan ve gıda patojeni olduğu bilinen bazı mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışmada, disk difüzyon yönteminin kullanılmış, farklı konsantrasyonlarda (20, 30 ve 40 μL) ekstraktların disklerle ilave edilmesi sonrasında sürdürülen inkübasyon ile meydana gelen zon çaplarının ölçülmesiyle antimikrobiyel etki tespit edilmiştir. Ekstraktların antimikrobiyal etkileri sonucu oluşan zon çapları Çizelge 2 ve Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Kivi meyvesinin etanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri (mm)
Table 2. Antimicrobial activities of kiwi fruit ethanol extracts (mm)

Mikroorganizmalar <i>Microorganisms</i>	Zon çapları (mm) <i>Inhibition zone diameters (mm)</i>					
	Ekstraktlar (Extracts)					
	2017-KE* (µL)			2018-KE*(µL)		
	20	30	40	20	30	40
<i>Bacillus cereus</i>	NI ^a	7.0±0.0 ^b	8.0±0.0 ^b	NI ^a	7.5±0.7 ^b	8.5±0.7 ^b
<i>Escherichia coli</i>	7.0±0.0 ^a	9.5±0.7 ^b	10.5±0.7 ^b	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	11.0±0.0 ^c
<i>Staphylococcus aureus</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a
<i>Staphylococcus epidermis</i>	7.0±0.0 ^a	10.5±0.7 ^b	12.5±0.7 ^c	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	10.5±0.7 ^c
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^{ab}	9.0±0.0 ^b
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^{ab}	9.0±0.7 ^b	7.0±0.0 ^a	10.5±0.7 ^{bc}	11.5±0.7 ^c
<i>Listeria monocytogenes</i>	7.0±0.0 ^a	8.0±0.0 ^a	9.5±0.7 ^b	7.0±0.0 ^a	10.5±0.7 ^b	13.5±0.7 ^c
<i>Enterococcus faecalis</i>	7.0±0.0 ^a	8.0±0.0 ^a	9.5±0.7 ^b	7.5±0.0 ^a	8.5±0.7 ^{ab}	12.5±0.7 ^b
<i>Salmonella Typhimurium</i>	NI ^a	NI ^a	7.0±0.0 ^b	NI ^a	7.5±0.7 ^b	8.5±0.7 ^{bc}
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	NI ^a	7.5±0.7 ^b	8.5±0.7 ^{bc}	NI ^a	7.5±0.7 ^b	8.5±0.7 ^{bc}
<i>Proteus vulgaris</i>	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	10.5±0.7 ^c	NI ^a	7.5±0.7 ^b	9.5±0.7 ^c

*Ortalama ± std. sapma; a-c: aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (p ≥ 0.05); 2017-KE: 2017 yılı hasatı Kivi meyvesinin etanol ekstraktı; * 2018-KE: 2018 yılı hasatı Kivi meyvesinin etanol ekstraktı; NI: İnhibiyon yok.

Çizelge 3. Kivi meyvesinin metanol ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri (mm)
Table 3. Antimicrobial activities of kiwi fruit methanol extracts (mm)

Mikroorganizmalar <i>Microorganisms</i>	Zon çapları (mm) <i>Inhibition zone diameters (mm)</i>					
	Ekstraktlar (Extracts)					
	2017-KM* (µL)			2018-KM*(µL)		
	20	30	40	20	30	40
<i>Bacillus cereus</i>	7.0±0.0 ^a	9.0±1.4 ^b	12.0±1.4 ^c	NI ^a	7.5±0.7 ^b	8.0±0.0 ^b
<i>Escherichia coli</i>	7.0±0.0 ^a	9.0±1.4 ^b	11.5±0.7 ^c	7.0±0.0 ^a	9.5±0.7 ^b	11.5±0.7 ^c
<i>Staphylococcus aureus</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a
<i>Staphylococcus epidermis</i>	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	10.5±0.7 ^c	7.0±0.0 ^a	10.5±0.7 ^c	11.5±0.7 ^c
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	NI ^a	9.5±0.7 ^b	12.5±0.7 ^c	7.0±0.0 ^a	8.0±0.0 ^b	10.5±0.7 ^c
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	10.5±0.7 ^c	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	10.5±0.7 ^c
<i>Listeria monocytogenes</i>	7.5±0.7 ^a	8.5±0.7 ^a	12.0±1.4 ^b	7.0±0.0 ^a	7.5±0.7 ^a	9.5±0.7 ^b
<i>Enterococcus faecalis</i>	7.0±0.0 ^a	9.5±0.7 ^b	12.5±0.7 ^c	NI ^a	8.5±0.7 ^b	9.5±0.7 ^c
<i>Salmonella Typhimurium</i>	7.0±0.0 ^a	9.5±0.7 ^b	12.5±0.7 ^c	NI ^a	7.5±0.7 ^b	9.0±1.4 ^c
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	7.0±0.0 ^a	8.5±0.7 ^b	12.0±1.4 ^c	NI ^a	7.0±0.0 ^b	8.5±0.7 ^c
<i>Proteus vulgaris</i>	7.5±0.7 ^a	9.0±0.0 ^b	12.5±0.7 ^c	NI ^a	NI ^a	7.0±0.0 ^b

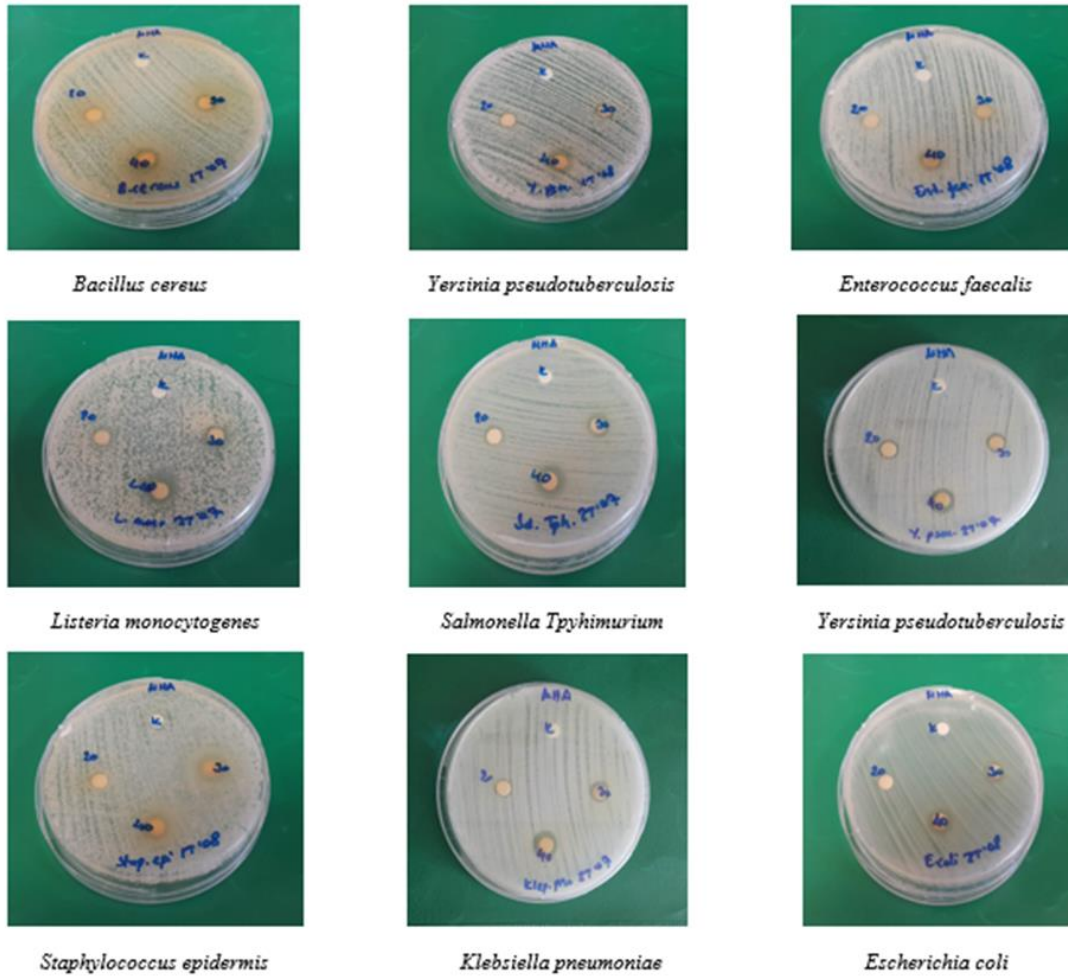
* Ortalama ± std. sapma; ; a-c: aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (p ≥ 0.05); 2017-KM: 2017 yılı hasatı Kivi meyvesinin etanol ekstraktı; * 2018-KM: 2018 yılı hasatı Kivi meyvesinin etanol ekstraktı; NI: İnhibiyon yok.

Çizelge 2 ve 3'te de görüldüğü üzere, kivi meyvesinin metanol ekstraktları, etanol ekstraktlarına kıyasla daha yüksek bir antimikrobiyal etki göstermiştir. Çalışma sonuçlarımıza benzer olarak Mishia ve ark. (2010) kivi metanol ekstraktlarının daha yüksek

antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Nessma Ahmed (2015) kivi ekstraktlarının en yüksek antimikrobiyal etkiyi *S. aureus*, *K. pneumoniae* ve *C. albicans*'a karşı gösterdiğini bildirmişlerdir. Farklı ekstraktların farklı antimikrobiyal etkilere sahip olması, farklı

içerikleri ve aktif bileşikleri ile patojen bakterilerin gelişmesini önleyici mekanizmalara sahip olmaları ile açıklanabilir (He ve ark., 2002). Bu nedenle farklı çözümler kullanılarak daha fazla çalışma yapılmalıdır. Mann ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise kivi ekstraktlarının gösterdiği antimikrobiyal etki içerdiği flavonoidlerle ilişkilendirilmiştir. Çalışmamız bulgularının aksine araştırmacılar, ekstrakt içeriğindeki flavonoidlerin, *S. aureus* ile ilişkili enfeksiyonun tedavisinde vankomisininden gelen

benzer antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle *S. aureus*'a potansiyel bir alternatif ilaç olabileceği öne sürmüşlerdir. Çalışmamızın antimikrobiyal analiz sonuçları, yaygın olarak tüketilen kivi meyvelerinin umut verici antimikrobiyal aktiviteler içerebileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bu çalışma *in vitro* veriler sunmaktadır. Bu *in vitro* bulguları doğrulayabilen yeni antimikrobiyal bileşiklerin izolasyonu ve *in vivo* çalışmaların yapılması önerilmektedir.



Şekil 5. Kivi meyvesinin etanol ve metanol ekstraktlarının bazı patojen bakterilere karşı gösterdiği antimikrobiyal etkiler
Figure 5. The antimicrobial effects of kiwi fruit's ethanol and methanol extracts against some pathogenic bacteria

Sonuçlar

Sonuç olarak, bu çalışmada Trabzon bölgesinde yetişen Sibiry kivi (*A. arguta*) meyvelerine ait ekstraktların biyoaktif özellikleri ilk defa rapor edilmiştir. Bu bağlamda, çalışılan ekstraktların konsantrasyon miktarları artışı ile önemli gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkinliğin arttığı tespit edilmiştir.

2017 hasat yılında etanol ile ekstrakte edilen kivi örneklerindeki en yüksek fenolik bileşikler p-kumarik asit ve kuersetin olurken tespit edilebilen en düşük fenolik bileşikler şiringik asit ve kafeik asit olmuştur. Aynı şekilde 2017 yılında metanol ile ekstrakte edilen kivi örnekleri için en yüksek fenolik bileşikler p-kumarik asit ve kuersetin olurken, tespit edilen en düşük fenolik bileşikler vanilik ve gallik asit olmuştur. Absisik asit 2017

yılında hasat edilen ve her iki çözgen ekstraktında tespit edilirken 2018 yılı ekstraktlarında bulunamamıştır. Ekstraktların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinin içerdikleri majör ve minör bileşenlerin birlikte oluşturduğu etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir. Analiz sonuçlarına göre taşıdığı biyoaktif özelliklerle Sibiryaya kivisinin, sağlıklı bir beslenmenin fonksiyonel bir ögesi olarak öneminin ve tüketiminin artış göstermesi beklenmektedir.

Ekler

Bu çalışma Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nce maddi olarak desteklenmiştir (Proje No: FEN-BAP-A-230218-07).

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

Yazar Katkısı: Mustafa R. OTAĞ çalışmayı planlayarak denemeleri kurmuş, Selin KALKAN, Mustafa R. OTAĞ ve M. Soner ENGİN çalışmayı yürütmüş, Mustafa R. OTAĞ ve M. Soner ENGİN verileri analiz etmiş, Selin KALKAN, Mustafa R. OTAĞ ve M. Soner ENGİN makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Akmeşe, O., Acet, T., & Özcan, K. (2020). Elazığ İlinde Yetişen *Morus nigra* L.'nin Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin ve Antibiyotiklerle Sinerjistik Etkisinin Belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4), 983-995.
- Alonso Borbalán, Á.M., Zorro, L., Guillén, D.A. & García Barroso, C. (2003). Study of the polyphenol content of red and white grape varieties by liquid chromatography-mass spectrometry and its relationship to antioxidant power. *Journal of Chromatography A*, 1012 (1), 31-38.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56, 317-333.
- Bridle, P. (1996). A simple technique for the detection of red wine adulteration with elderberry pigments. *Food Chemistry*, 55, 111-113.
- Briviba, K., & Sies, H. (1994). *Natural Antioxidants in Human Health and Disease*. London: Academic Press.
- Chang, L.C., & Kinghorn, A.D. (2001). Flavonoids as cancer chemopreventive agents. In C. Tringali (Ed.),

- Bioactive Compounds from Natural Sources*. London/New York: Taylor & Francis.
- Chesonien, L., Daubaras, R. & Viskelis, P. (2004). Biochemical composition of Berries of some Kolomikta Kiwi (*Actinidia kolomikta*) cultivars and detection of Harvest maturity. *Acta Horticulturae*, 663, 305-308.
- Cordell, G.A., Lemos, T.L.G., Monte, F.J.Q. & de Mattos, M.C. (2007). Vegetables as chemical reagents. *Journal of Natural Products*, 70(3), 478-492.
- Çelik, A., Ercisli, S. & Turgut, N. (2007). Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv Hayward. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58, 411-418.
- Davidson, P.M., & Naidu, A.S. (2000). *Natural food antimicrobial systems*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Dimitrios, B., (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(9), 505-512.
- Du, G., Li, M., Ma, F., & Liang, D. (2009). Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chemistry*, 113(2), 557-562.
- Ekşi, A. & Özen, İ.T. (2012). Kivi meyvesinin kimyasal bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 54-67.
- Elliot, J.G. (1999). Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technology*, 53, 46-48.
- Engin, M. S., Kalkan, S., & Otağ, M.R. (2019). Gojiberry (*Lycium barbarum* L.) Meyvesinin Farklı Çözgenlerden Elde Edilen Ekstraktlarının Toplam Fenolik İçerikleri İle Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Karşılaştırılması. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 359-365.
- Erkoç, Ş., Erkoç, F., & Keskin, N. (2003). Theoretical investigation of quercetin and its radical isomers. *Journal of Molecular Structure:THEOCHEM*, 631(1-3), 141-146.
- Fabre, N., Rustan, I., de Hoffmann, E., & Quetin-Leclercq, J. (2001). Determination of flavone, flavonol, and flavanone aglycones by negative ion liquid chromatography electrospray ion trap mass spectrometry. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 12(6), 707-715.
- Ferguson, A.R. (1984). Kiwifruit: A botanical review. *Horticultural Reviews*, 6, 1-64.
- Ferguson, A.R. (1990). The genus *Actinidia*. In I.J. Warrington and G.C. Weston (Ed.) *Kiwifruit Science and Management* (pp. 15-35). Auckland: Richards Publisher.
- Frankel, E.N., (1999). Food antioxidants and phytochemicals: present and past. *Fett/ Lipid*, 101, 450-455.
- Fridovich, I., (1999). Fundamental aspects of reactive oxygen species, or what's the matter with oxygen? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 893, 13-18.
- Gorinstein, S., Poovarodom, S., Kruszewska, H., Leontowicz, M., Namieśnik, J., & Vearasilp, S., (2010). Antioxidant properties and bioactive constituents of some rare exotic Thai fruits and comparison with conventional fruits: In vitro and in vivo studies. *Food Research*

- International*, 44, 2222-2232.
- Gorinstein, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Jesion, I., Namiesnik, J., Drzewiecki, J., & Trakhtenberg, S. (2011). Influence of two cultivars of persimmon on atherosclerosis indices in rats fed cholesterol-containing diets: Investigation in vitro and in vivo. *Nutrition*, 27, 838-846.
- Gülçin, I., Oktay, M., Kirecci E., & Küfrevioğlu Ö.I., (2004). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. *Food Chemistry*, 83, 371-382.
- Gümüşay, Ö. A., & Yalçın, M. Y. (2019). Effects of Freeze-Drying Process on Antioxidant and Some Physical Properties of Cherry Laurel and Kiwi Fruits. *Akademik Gıda*, 17(1), 9-15.
- He, B., Chen, X. X., & Chen, Y. (2002). Protective Effects of Tea Polyphenol on Cerebral Ischemia Reperfusion Injury in Rats and Its Scavenging Oxy-radical and Anticerebral Lipid Peroxidation Effects. *Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences*, 11(4), 167-171.
- Hou, D.X. (2003). Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. *Current Molecular Medicine*, 3,149–159.
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- Kabaluk, A.K., Kempler, C., & Toivonen, P.M.A. (1997). *Actinidia arguta*- characteristics relevant to commercial production. *Fruit varieties journal*, 51, 117-122.
- Kalkan, S. (2016). Probiyotik Laktik Asit Bakterilerinin *Staphylococcus aureus*'a Karşı Antimikrobiyal Etkilerinin Farklı Matematiksel Modeller ile Analizi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2), 155-164.
- Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of Food Science*, 70, R11–R19.
- Kamei, H., Kojima, T., Hasegawa, M., Koide, T., Umeda, T., & Yukawa, T., (1995). Suppression of tumor cells by anthocyanins in vitro. *Cancer Investigation*, 13, 590-594
- Karaivanova, M., Drenska, D., & Ovcharov, R.A. (1990). Modification of the toxic effects of platinum complexes with anthocyanins. *Ekspierimentalna meditsina i morfologija*, 29, 19-24.
- Kim, J.G., Beppua, K., & Kataokaa, I. (2009). Varietal differences in phenolic content and astringency in skin and flesh of hardy kiwifruit resources in Japan. *Scientia Horticulturae*, 120(4), 551-554.
- Kong, J.M., Chia, L.S., Goh, N.K, Chia, T.F., & Brouillard, R. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64, 923-933.
- Krupa, T., Latocha, P.& Liwińska A. (2011). Changes of physiological quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae*, 130, 410-417
- Langseth L., (1995). *Oxidants, antioxidants and disease prevention*. Brussels: ILSI Europe.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., & Billot, J. (1990). *Fruit Phenolics*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 390 p.
- Mann, S., Sharma, A., Biswas, S., & Gupta, R. K. (2015). Identification and molecular docking analysis of active ingredients with medicinal properties from edible *Baccaurea sapida*. *Bioinformation*, 11(9), 437-443.
- Matich, A.J., Young, H., Allen, J.M., Wang, M.Y., Fielder, S., McNeilage, M.A., & MacRae, E.A. (2003). *Actinidia arguta*: volatile compounds in fruit and flowers. *Phytochemistry*, 63, 285-301.
- Mishra, N., Dubey, A. Singh, N. & Gupta, P. (2010). Antimicrobial, antioxidant and chemopreventive potential of vitamin C rich fruits. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 1(3), 915-920.
- Montanaro, G., Treutter, D., & Xiloyannis, C. (2007). Phenolic compounds in young developing kiwifruit in relation to light exposure: Implications for fruit calcium accumulation. *Journal of Plant Interactions*, 2(1), 63-69.
- Mulero, J., Pardo, F., & Zafrilla, P. (2010). Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(6), 569–574.
- Nessma, A. (2015). Antioxidant, Antitumor, Antimicrobial Studies and Quantitative Phytochemical Estimation of Ethanolic Extracts of Selected Fruit Peels. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(5), 298-309.
- Ohashi, H., (1989). *Actinidiaceae*. In Y., Satake, H., Hara, S., Watari, T. Tominari, (Ed.), *Wild Flowers of Japan: Woody plants* (pp.135–137). Tokyo: Heibonsha Ltd.,
- Park, Y.S., Jung, S. T., Kang, S.-G., Drzewiecki, J., Namiesnik, J., Haruenkit, R., & Gorinstein, S. (2006). In vitro studies of polyphenols, antioxidants and other dietary indices in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 57, 107-122.
- Park, Y.S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Namiesnik, J., Suhaj, M., Cvikrov, M., & Gorinstein, S. (2011). Comparison of the contents of bioactive compounds and the level of antioxidant activity in different kiwifruit cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 963-970.
- Pietta, P.G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63, 1035-1042.
- Prasain, J.K., Wang, C.C., & Barnes, S., (2004). Mass spectrometric methods for the determination of flavonoids in biological samples. *Free Radical Biology and Medicine*, 37 (9), 1324-1350.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C.A., (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9–10), 1231-1237.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., & Paganga, G., (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20 (7), 933-956.
- Roginsky, A.B., Ujiki, M.B., Ding, X.Z., & Adrian, T.E. (2005). On the potential use of flavonoids in the treatment and prevention of pancreatic cancer. *In Vivo*, 19,61-67.
- Rush, E. C., Patel, M., Plank, L. D., Ferguson, L. R. (2002). Kiwifruit promotes laxation in the elderly. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 11(2), 164–168.

- Samancı, H., (1990). *Kivi (Actinidia) Yetistirciliği*, Yalova :TAV Yayınları.
- Schuster, B., & Herrmann, K. (1985). Hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acid derivatives in soft fruits. *Phytochemistry*, 24, 2761-2764.
- Shahidi, F., & Naczki, M. (1995). Antioxidant Properties of Food Phenolics. In F. Shahidi & M. Naczki (Ed.), *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects and Applications* (pp. 235–277). PA: Technomic Publishing Co.
- Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1997). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49–55.
- Spacil, Z., Novakova, L., & Solich, P. (2008). Analysis of phenolic compounds by high performance liquid chromatography and ultra performance liquid chromatography. *Talanta*, 76(1), 189-199.
- Stanley, R. Wegrzyn, T. & Saleh, Z. (2006). Kiwifruit processed product. *Acta Horticulturae*, 753, 795-800.
- Strik, B., & Hummer, K., (2006). Ananasnaya' hardy kiwifruit. *Journal of the American Pomological Society*, 60, 106-112.
- Suschetet, M., Siess, M.H., Le Bon, A.M., & Canivenc-Lavier, M.C. (1998). Anticarcinogenic properties of some Flavonoids. In J. Vercauteren, C. Cheze & J. Triau *Polyphenols* 96 (pp. 165-204). Paris: INRA.
- Türkkkan M., Erper I., Kılıçoğlu M.Ç., Yazıcıoğlu E. & Özcan, M. (2018). Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from kiwifruit in the Middle and Eastern Black Sea region of Turkey. *Journal of Phytopathology* 166(11-12), 761-774.
- Velioğlu, Y.S., Ekici, L., & Poyrazoğlu, E.S., (2006). Phenolic composition of European Cranberry bush (*Viburnum opulus* L.) berries and astringency removal of its commercial juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1011–1015.
- Williams, M.H., Boyd, L.M., McNeilage, M.A., MacRae, E.A., Ferguson, A.R., Beatson, R.A., & Martin, P.J., (2003). Development and commercialization of 'Baby Kiwi' (*Actinidia arguta* Planch). *Acta Horticulturae*, 610, 81–86.
- Wollgast, J., & Anklam, E. (2000). Review on polyphenols in Theobroma cacao: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 33, 423-447.
- Yonat, H., & Kolören, O. (2017). Determination of Weed Species in Kiwifruit Orchards of Ordu Province-Turkey. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21, 155-163.



Keçiboynuzu unu (*Ceratonia siliqua* L.) kullanımının eriştelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi

Effects of carob flour (Ceratonia siliqua L.) on physical, chemical and sensory properties of noodles

İlkay YILMAZ¹ , Burçin Başarık ŞEN^{2*} 

¹Başkent Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Ankara, Türkiye
²İstanbul Ayrınsaray Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, İstanbul, Türkiye,

¹<https://orcid.org/0000-0001-5938-3112>; ²<https://orcid.org/0000-0001-8618-7248>

To cite this article:

Yılmaz, İ. & Şen, B.B. (2021). Keçiboynuzu unu (*Ceratonia siliqua* L.) kullanımının eriştelerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3):
DOI: 10.29050/harranziraat.864946

***Address for Correspondence:**
Burçin Başarık ŞEN
e-mail:
burcin.basarik@adu.edu.tr

Received Date:

20.01.2021

Accepted Date:

28.07.2021

© 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 araştırmada, eriştelerin pişme, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini geliştirmek amacıyla formülasyonda keçiboynuzu unu kullanım imkanı araştırılmıştır. Keçiboynuzu unu (KU) erişte formülasyonuna un ağırlığı üzerinden %0, %5, %7.5, %10 oranlarında ilave edilmiştir. Erişte örneklerinin pişme sürelerinde önemli ($p=0.024$) bir fark bulunmazken, hacim artışı (%) değerlerinde keçiboynuzu unu oranı arttıkça artış gözlemlenmiştir. Ağırlık artışı (%), suya geçen madde (SGM) (%) ve toplam organik madde (TOM) (%) değerlerinde keçiboynuzu oranı arttıkça anlamlı bir azalış ($p<0.05$) gözlemlenmiştir. Kontrol örneği ve %5 KU ilaveli örnekte nem miktarlarında anlamlı farklılık bulunmuş ($p=0.015$) ve keçiboynuzu unu miktarı arttıkça artış gözlemlenmiştir. Keçiboynuzu unu ilavesi erişte örneklerinin kül (%) miktarı ve protein (%) miktarında da anlamlı farklılıklara neden olmuş ($p=0.015$) ve ilave oranı arttıkça artışlar gözlemlenmiştir. Keçiboynuzu unu ilavesi ile eriştelere ait L^* , a^* ve b^* değerlerinin her birinde önemli ($p<0.05$) bir azalış saptanmıştır. Eriştelere uygulanan duyuşal analizler sonucunda %10 keçiboynuzu unu katkılı eriştelerde genel beğeni, lezzet ve koku açısından diğer eriştelere göre anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Duyuşal olarak en beğenilen erişte %10 keçiboynuzu unu katkılı erişte olmuştur. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde keçiboynuzu ununun %10 orana kadar erişte formülasyonuna ilave edilmek suretiyle daha besleyici bir ürün üretiminin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Erişte, Keçiboynuzu Unu, Fonksiyonel Gıda

ABSTRACT

In this research, the possibility of using carob flour in the formulation was investigated in order to improve the cooking, physical, chemical and sensory properties of noodles. Carob flour (CF) was added to the noodle formulation in the proportion of 0%, 5%, 7.5%, 10% by weight of the flour. While there was no significant difference ($p = 0.024$) in the cooking times of the noodle samples, it was observed that volume (%) values increased while the changing of carob flavour proportion in the ratio. A significant decrease was observed ($p < 0.05$) as the carob ratio increased in weight gain (%), substance passing into water (SGM) (%) and total organic matter (TOM) (%) values. A significant difference was found in the moisture content of the control sample and the sample with 5% KU ($p = 0.015$) and an increase was observed as the amount of carob flour increased. The addition of carob flour caused significant differences in the amount of ash (%) and protein (%) of the noodle samples ($p = 0.015$) and increases were observed as the addition rate rised. A significant ($p < 0.05$) decrease was found in each of the L , a and b values of noodles with the addition of carob flour. As a result of the sensory analysis applied to the noodles, a significant increase was observed in the noodles with 10% carob flour

compared to the other noodles in terms of general taste, taste and smell. The most favored noodles for the senses have been the noodles with 10% carob flour. When all results are evaluated, it is concluded that it is possible to produce a more nutritious product by adding carob flour up to 10% to the noodle formulation.

Key Words: Noodles, Carob Flour, Functional Food

Giriş

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek için temel ihtiyaçların başında beslenme gelmektedir. Bir kişinin günlük alması gereken enerjinin %40-70'ini tahıllar karşılamaktadır. Ekmek ve makarna başta olmak üzere irmik, bisküvi, fırın ve pastacılık ürünleri çok bilinen ve tüketilen tahıl ürünleridir (Yıldırım ve Değer, 2021). Erişte, tahıl ve tahıl ürünleri arasında evde veya endüstriyel olarak yüksek miktarda üretimi yapılan bir gıda ürünüdür. Yapıldığı bölgeye, hammaddeye ve yapılış biçimine göre farklılık içermektedir (Gulia ve ark., 2014). Erişte yüksek miktarda karbonhidrat içerdiği halde pişme sırasında miktarında azalma görülebilmektedir (Öncel, 2017). Tüketicilerin doğal katkılı ve fonksiyonel özellik gösteren sağlıklı ürünlere talebi, gıda alanında yürütülen bilimsel çalışmaların bu yönde ilerlemesine sebep olmuştur (Köten ve Ünsal, 2021). Erişte için de pişme sırasında ortaya çıkan kayıpların azaltılması, ürünün besinsel olarak zenginleştirilmesi ve fonksiyonelliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması gereği ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarla farklı içeriğe sahip zengin ürünler üretmek, ürünün besin değerini artırmak hedeflenmektedir (Eyidemir, 2006).

Dünyada bulunan en eski bitkiler arasında keçiboynuzu bitkisi (*Ceratonia siliqua* L.) bulunmaktadır (Medjekal ve ark., 2018). Keçiboynuzunun ilk kullanım yerinin Mısır olduğu ve yaban balı olarak tüketildiği bilinmektedir. Harnup, harup, boynuz isimleri ile de bilinmektedir. Keçiboynuzu ağacının dikiminden sonra meyve vermesi için olgunluğa erme zamanı ortalama 15 yıldır ve bunun sonunda ağaç meyve vermeye başlar. Keçiboynuzu meyvesi olgunlaşmadan önce açık yeşil, olgunluğu süresinde kahverengi renkte olur (Tunalıoğlu ve Özkaya, 2003). Dünya'da keçiboynuzu yaklaşık

200.000 hektarlık bir alanda üretilmektedir. Avrupa'da ise 148.000 ha şeklindedir. Türkiye'de de üretim alanı 13.000 hektardır (Battle ve Tous, 1997). Üretimin %96'sı Akdeniz kıyılarında yapılmaktadır ve toplam üretim miktarı 14.500-ton civarındadır (Durmuş ve Yiğit, 2003). Keçiboynuzu meyvesi yaklaşık 10-15 adet çekirdek içermektedir. Yapılan araştırmalara göre keçiboynuzunun çekirdeklerinin ortalama olarak birbirine yakın gramajlarda olduğu bilindiği için Osmanlı dönemi ve Selçuklu döneminde ağırlık ölçü birimi ve mücevher satışında hassas ölçüme gerek duyulduğu için kullanılmıştır ve günümüzde de mücevher ölçü birimi 'karat' ismi buradan gelmektedir (Şenay, 2009).

Türkiye, keçiboynuzu ağacının kendiliğinden yetiştiği ender ülkeler arasında bulunmaktadır. Ancak, keçiboynuzu meyvesini tüketilebilir bir ürün haline getirebilen yeterli sayıda işletme bulunmamaktadır (Tunalıoğlu ve Özkaya, 2003). Ülkemizde keçiboynuzu meyvesinden çıkarılan çekirdekler işlem görmeden ihraç edilmekte ve keçiboynuzu gamı üretimi ülkemizde yapılamadığı için de ithal edilmektedir. Bu nedenle ülkemiz ekonomik kazanım sağlayamamaktadır (Yılmaz, 2009). Keçiboynuzu gamı gıda sanayiinde katkı maddesi olarak stabilize edici ve hacim verici (kabartıcı), kıvam verici olarak kullanılır. Ürünün bayatlama süresini geciktirmek amacıyla ve yumurta yerine kullanılarak ürüne parçalanmadan kesilebilme özelliği kazandırmak amacıyla kek ve bisküvilerde kullanılmaktadır. Kakao ve kahve ürünü içeren her türlü mamülde ikame olarak değerlendirilmektedir. Keçiboynuzu meyvesi şeker kamışından daha fazla oranda şeker içermektedir. Çekirdeğinden ayrılmış olan keçiboynuzu meyvesinin eteni (yemişlerin yenilen bölümü), ağırlığının %52'si kadar şeker içerir (Tunalıoğlu ve Özkaya, 2003; Benkovic ve ark., 2019).

Keçiboynuzu unu bitkisel ve doğal bir ürün olma özelliğindedir. Keçiboynuzu meyvesinden

üretilen unun maliyetinin düşük olması ve ülkemizde yüksek miktarda yetişebilme olanağı ve içerdiği yüksek oranda doğal şeker, protein, diyet lifi, mineral ve vitamin içeriği ile eriştenin zenginleştirilmesi ve fonksiyonelliğinin artırılmasında önemli bir maddedir. Fonksiyonel ürünler elde etmek ve bu ürünlerin değişik gıdalara karıştırılması üzerine birçok çalışma bulunmaktadır (Yağcı ve ark., 2006). Keçiboynuzu çekirdek özü ve protein yapısı ayrıntılı incelendiğinde, esansiyel olmayan amino asitlerin yüksek olduğu görülmüştür. Keçiboynuzu meyvesinin içeriğinde bulunan glutamin ve arjinin amino asitlerinin yüksek olması nedeni ile, keçiboynuzu meyvesinin çekirdek tohumlarından üretilen ürünler, sporcu beslenmesi bakımından ve sporcu performansını yükseltici yönde dikkat çekici olduğu görülmektedir (Yılmaz, 2009). Keçiboynuzu çekirdeği tohumlarının içerisinde, buğday glutenine benzerlik gösteren caroubin isimli protein çeşidini içermektedir (Fidan ve ark., 2019). Beslenme ve fonksiyonel gıdalarda kullanılan en önemli gıda bileşenlerinden biri diyet lifidir. Epidemiyolojik çalışmalarda, gastrointestinal hastalıklarda diyet lifi tüketimini arttırmanın hastalıklarda azalma olduğunu göstermiştir Diyet lifinin glisemik indeksi düşük olduğu için kan şekerini yavaş yavaş düşürür. Keçiboynuzu meyvesi içerdiği yüksek lif oranı sayesinde uzun süreli tokluk hissi sağlar ve sindirimi çok yavaştır. Lif içeriği yüksek olduğu için ishal önleyici ve kabızlık şikâyetlerini önleyici besindir. Beslenme öğünlerine eklenen keçiboynuzu diyet lifi, kalp ve damar hastalığı bulunan kişilerde kolesterol seviyesini düşürücü yönde etkisi vardır. Yüksek kolesterol tanısı olan gönüllü hastalar üzerinde yapılan bir araştırmada, 6 hafta süre ile hastaların normal diyetine ek olarak besinlerine eklenen keçiboynuzu lifi araştırma sonucunda, plasebo grubuna göre LDL ve toplam kolesterolda lif verilen hasta grubunda düşüş gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, diyet lifi kullanım oranındaki artış ile sindirim sistemi, çeşitli hastalıklara ve yüksek kolesterole iyileştirici etki gösterdiğini rapor edilmiştir (Papaefstathiou ve ark., 2018). Günümüzde keçiboynuzunda

bulunan d-pinitol'ün diyabet ve çeşitli kanser tipleri üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Dünyada beslenme kaynaklı hastalıkların görülme sıklığı artmaktadır. Beslenme alışkanlıklarının işlenmemiş gıdaları tüketme yönünde değişmesi bu tip hastalıkların önlenmesinde önem taşımaktadır (Pazır ve Alper, 2018).

Bu çalışmada, keçiboynuzu unu (KU) ile besin değeri yüksek ve tüketicilerin ilgisini çekebilecek katkılı eriştelerin üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan keçiboynuzu ununun, bitkisel ve doğal bir ürün olmasının yanında maliyetinin düşük olması ve ülkemizde yüksek miktarda yetişebilme olanağı etkinlik ve uygulanabilirlik açısından önemlidir.

Materyal ve Metot

Materyal

Erişte üretiminde; Söke marka makarnalık buğday unu kullanılmıştır. Erişte denemelerinde kullanılan keçiboynuzu unu Bağdat Baharatları Gıda San. Tic. Ltd. Şti., Sincan, Ankara'dan temin edilmiştir. Her iki un kullanıma kadar serin ortamda ve kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir. Ayrıca üretimde kullanılan tuz ve yumurta Aydın'daki yerel bir marketten satın alınmıştır.

Metot

Deneme planı

Denemeler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Keçiboynuzu unu erişte formülasyonuna un ağırlığı bazında 4 farklı oranda (%0, 5, 7.5, 10) ilave edilmiştir. Formülasyona unun kullanım miktarı üzerinden %0.5 tuz ve yeterli miktarda su eklenmiştir.

Keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneklerinin hazırlanması

Erişte üretiminde kullanılan formülasyon Çizelge 1'de verilmiştir. Keçiboynuzu unu erişte formülasyonuna un ağırlığı bazında 4 farklı oranda (0, 5, 7.5 ve 10) buğday unu ile yer değiştirilerek ilave edilmiştir. Erişte üretiminde Aydın (2009)'ün erişte üretim metodu kullanılmıştır.

Çizelge 1. Keçiboynuzu unu ilaveli erişte üretim formülasyonu**Table 1 Noodle production formulation with carob flour added**

Buğday Unu:Keçiboynuzu Unu (%) Wheat Flour: Carob Flour (%)	Su (%) Water(%)	Tuz (%) Salt(%)	Yumurta (%) Egg(%)
100:0	50	0.5	0.5
90:10	50	0.5	0.5
92.5:7.5	50	0.5	0.5
95:5	50	0.5	0.5

Kimyasal analizler

Erişte örneklerinin nem (metot 44.01), kül (metot 08.01) ve protein (metot 46.12) içeriklerinin belirlenmesinde AACCI metotları kullanılmıştır (AACCI, 2010). Protein değerlerinin hesaplanmasında azot çevirim faktörü 5.75 alınmıştır.

Pişme Analizleri**Pişme süresi**

Pişme süresi Köksel ve ark. (2000) tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır. Pişme süresi tayini için, ısıtıcı üzerinde kaynama noktasına gelmiş olan 200 ml saf suya 25 g erişte katılmış ve kaynayınca kronometre çalıştırılmıştır. Pişme süresinin belirlenmesi için her 1 dakika da bir, erişte şeritleri iki adet lam arasına sıkıştırılmış, eriştelerin ortasındaki beyaz çizgiler yok olana kadar tekrarlanmıştır. Beyaz renkli çizgilerin yok olduğu zamana kadar geçen süre optimum pişme süresi olarak kaydedilmiştir.

Hacim artışı

Analiz için, çiğ ve pişmiş erişte örnekleri içerisinde belirli miktarda damıtılmış su bulunan dereceli bir silindire konulmuş ve su seviyesindeki artış ölçülmüştür. Hacim artışı denklem 1 kullanılarak hesaplanmıştır (Demir, 2008).

$$\text{Hacim artışı (\%)} = 100 \times \frac{[(\text{pişmiş erişte hacmi} - \text{çiğ erişte hacmi})/\text{çiğ erişte hacmi}]}{1} \quad (1)$$

Ağırlık artışı (Su absorpsiyonu)

Analiz için 25 g erişte örneği belirlenen süre boyunca pişirilmiştir. Pişirme işleminin ardından süzülen erişteler 5 dk. bekletilmiştir. Erişte örneklerinde bulunan su tamamen ayrıldıktan

sonra tartım yapılmıştır. Pişirme öncesi ve sonrası erişte tartılmış ve ağırlık artışı denklem 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Lai, 2001).

$$\text{Hacim artışı (\%)} = 100 \times \frac{[(\text{pişmiş erişte hacmi} - \text{çiğ erişte hacmi})/\text{çiğ erişte hacmi}]}{1} \quad (2)$$

Pişme kaybı (Suya geçen madde)

AACC Standart metodu (metot no: 66-50) baz alınarak yapılmıştır. Buna göre 250 ml saf su 500 ml'lik beher içerisinde Soxhlet cihazında kaynatılmış ve içerisine 25 g erişte örneği ilave edilip 20 dk. süreyle pişirme işlemi yapılmıştır. Pişen erişte bunher hunisi yardımıyla 500 ml'lik beherlere süzümüştür. Süzme işlemi sonrası erişteler 90 ml saf su ile yıkanmıştır. Erişteler bu işlemin ardından bunher hunisinden tekrar süzümüştür. Toplam yıkama ve pişirme suyunun hacmi 350 ml'ye tamamlanmış ve karıştırma çubuğu yardımı ile iyice karıştırılmıştır. Bu sudan daha önceden sabit tartıma getirilmiş beherlere 50'şer ml alınmıştır. Beherlerin içerisindeki su, su banyosunda kaybolana kadar buharlaştırma işlemi yapılmıştır. Beher içeriği daha sonra 135°C'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve desikatörde bekletildikten sonra tartılmıştır. Suya geçen madde miktarı denklem 3 yardımıyla hesaplanmıştır (Lai, 2001).

$$\text{Suya geçen madde miktarı (\%)} = \frac{[(M_{x28})/(100 - R)] \times 100}{3} \quad (3)$$

Toplam organik madde (TOM)

TOM miktarının belirlenmesi D'Egidio ve ark. (1982)'nin bildirdiği metoda göre yapılmıştır. Yöntem, erişte örneğini pişirdikten sonra bir miktar su ile yıkayıp, örnek yüzeyindeki organik maddelerin suya geçmesini sağlamak ve sonra yıkama suyundaki organik madde miktarını kimyasal yöntem ile belirleme esasına dayanmaktadır. Buna göre; 25 g erişte kaynamakta olan 250 ml distile suda, pişme süresi kadar pişirilmiştir, süre sonunda pişen erişte gözenek açıklığı 2 mm olan süzgeçten süzümüştür. Sonrasında örnek 5 dk. dinlendirilerek içinde 500 ml distile su bulunan behere konulmuş ve 12 dk. bekletilmiştir. Bu süre

içerisinde her 4 dakikada bir karıştırılmıştır. Süre bitiminde yıkama suyundan 5 ml alınarak 600 ml hacmindeki erlene aktarılmış ve 80°C'de 2 saat evaporasyona bırakılmıştır. Evaporasyon tamamlandıktan sonra örnek üzerine 10 ml, 1 N potasyum dikromat ve 20 ml %96'lık sülfürik asit ilave edilerek 1 dakika karıştırılmış ve sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için 30 dakika beklenmiştir. Süre sonunda 200 ml distile su ile seyreltme işlemi yapılmış ve sonrasında 1 ml %0.5'lik difenilamin çözeltilisinden ilave edilerek 0.5 N demir amonyum sülfat çözeltisi ile mor menekşe renkten koyu yeşil renk oluşuncaya kadar titrasyon işlemi yapılmıştır. Sonuç 100 g örnekten yıkama suyuna geçen nişastanın gram olarak miktarı şeklinde ifade edilmiştir. TOM miktarı denklem 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TOM = [(B - S) \times (20/B) \times 3.75 \times 0.9 \times 1.0283] / 2.5 \quad (4)$$

TOM: Toplam organik madde miktarı

B: Şahit için harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ miktarı (ml)

S: Örnek için harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ miktarı (ml)

20: 10 ml K₂Cr₂O₇ çözeltisine karşılık gelen Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ miktarı (ml)

3.75: 1 ml 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisine karşılık gelen glukoz miktarı (mg)

2.5: Seyreltme faktörü

Fiziksel Analizler

Renk analizi

Keçiboynuzu unu katkılı kuru erişte örneklerinin rengine, katkı dozunun etkisini araştırmak amacıyla, Colorflex RZ Quick Start Guide cihazı kullanılmıştır. Sonuçlar CIE sistemine göre 'L' parlaklık [(0) siyah- (100) beyaz], "a" kırmızılık/yeşillik [(+) kırmızı, (-) yeşil], "b" sarılık mavilik [(+) sarı, (-) mavi]] olarak verilmiştir. Öğütülmüş olan erişte numuneleri kurutma kabına, kabın taban alanında hiçbir boşluk

kalmayacak şekilde özenle dökülmüştür. Üç farklı noktadan ölçüm alınarak değerler kaydedilmiştir. Daha sonra ortalamaları alınmıştır (Bakker ve ark., 1986).

Duyusal analiz

Eriştelerin duyu analizlerinde 30-40 yaşları arasındaki 6 eğitimsiz / yarı eğitimli panelist yer almış ve her bir panelistin erişte için verdiği değerlerin ortalaması alınmıştır. Analizlerde koku, lezzet, görünüm, çiğnenebilirlik ve genel beğeni parametreleri kullanılmış ve pişmiş eriştelelerde duyu analiz Köksel ve ark. 1992'ye göre yapılmıştır.

İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen tüm veriler istatistiksel analize tabi tutulmuştur. İstatistiksel analizler SPSS 22 paket programı ile yapılmıştır. Betimleyici istatistiklerden ortalama ve standart sapma kullanılmıştır. Her bir veri grubunun normal dağılıma uygunluk gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile yapılmıştır. Normal dağılım göstermeyen grupların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise, Duncan çoklu karşılaştırma testi ile (p < 0.05) kıyaslanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kimyasal özellikler

Gıdalarda raf ömrü nem miktarından etkilenmekte; kimyasal ve mikrobiyolojik etkileri olabilmektedir (Köten ve ark., 2014). Çizelge 2'de verilen sonuçlara göre; en yüksek nem içeriği kontrol eriştesinde tespit edilmiştir. %9.40 ortalama nem miktarıdır.

Çizelge 2: Erişte örneklerinde nem, kül ve pretein miktarı sonuçları (%)

Table 2. Moisture, ash and protein content results in noodle samples (%)

Erişte Örnekleri Noodle Samples	Nem analizi (%) Moisture analysis(%)	Kül analizi(%) Ash analysis(%)	Protein analizi (%) Protein analysis (%)
Kontrol Control	9.49 ±0.04 ^a	1.24 ± 1.05 ^d	13.50 ± 0.07 ^{ab}
%5 KU eklenmiş erişte Noodles with 5% CF added	9.34 ±0.04 ^a	1.41 ± 0.02 ^c	13.62 ± 0.11 ^{ab}
%7.5 KU eklenmiş erişte Noodles with 7.5% CF added	9.71 ±0.04 ^a	1.65 ± 0.13 ^b	13.92 ± 0.03 ^{bc}
%10 KU eklenmiş erişte Noodles with 10% CF added	9.09 ±0.62 ^b	1.75 ± 0.14 ^a	14.16 ± 0.19 ^{cd}

-Parametreler kuru madde üzerinden verilmiştir. Protein 5.75 faktörü ile hesaplanmıştır

-The parameters are given in dry matter. Protein calculated with a factor of 5.75

-Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P <0.05), aynı harf taşıyan ortalamalar farksızdır (p >0.05).

-Averages with different letters on the same row are different from each other (P <0.05), averages with same letter are not different (p >0.05).

Çizelge 2'ye göre nem değerleri, kontrol (%0) örneğinde miktarı %9.49, %5 KU ilaveli örnekte %9.34, %7.5 KU ilaveli örnekte %9.71, %10 KU ilaveli örnekte %9.09 olarak kaydedilmiştir. Uygulanan varyans analizi sonucunda, grup ortalamaları arasında fark anlamlıdır (p<0.05, p=0.015). %0 ve %5'lik numunelerde istatistiksel olarak açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir. En az nem değeri %5'lik KU numunede görülmüştür. Bir çalışmada erişteteye muz unu ilave edilmiş ve nem oranı %10.07-8.67 olarak bulmuştur. Muz unu katkısı nem miktarını azaltmıştır (Ritthiruangdej, 2011). Kayısı çekirdeği unu ile yapılan başka bir çalışmada örneklerin % nem içerikleri kontrol örneğinden anlamlı olarak düşük kaydedilmiştir (Eyidemiir, 2006). Başka çalışmada ise kinoa unu erişteteye katılmış, hem un hem su miktarı arttırılınca son üründe de nem içeriği kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur (Ene, 2017). Erişte yapımında keten tohumu kullanılan bir çalışmada ise nem oranlarında azalma görülmüştür (Yüksel ve ark, 2018).

Farklı dozlarda keçiyoynuzu unu ilave edilmiş erişte kontrol (%0) için kül %1.24, %5 keçiyoynuzu unu ilaveli erişte örneği için %1.41, %7.5 keçiyoynuzu unu ilaveli %1.65 ve %10 keçiyoynuzu unu ilaveli örnek %1.75 olarak kaydedilmiştir ve aralarında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (p<0.05, p=0.015). Eriştelerin kül içerikleri keçiyoynuzu unu ilavesine bağlı olarak artmıştır. En düşük değer kontrol

örneğinde %1.24, en yüksek %1.75 ile %10 keçiyoynuzu unu ilavesiyle üretilen eriştelerde bulunmuştur. %0 ve %10 keçiyoynuzu unu ilaveli erişteler arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir (p<0.05, p=0.015). Keçiyoynuzu unu ilavesi artıkça kül miktarının artmasında keçiyoynuzu ununun zengin mineral içeriğinin etkisi olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, keçiyoynuzu ununun sahip olduğu yüksek kül miktarından kaynaklandığı söylenebilir. Çalışmamızda üretilen keçiyoynuzu unu katkılı eriştetenin yüksek kül miktarına sahip olması aynı zamanda yüksek mineral madde içermesi ile ilgili olması yönünden de besleyici bir gıda maddesi olarak günlük beslenmemizde değerlendirilebilir.

Chillo ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada amarant üzerine kinoa ilaveli makarna örneklerinin kül miktarının (%2.24), kontrol eriştetesine (%0.81) kıyasla daha yüksek olduğunu ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli bulunduğunu tespit etmişlerdir. Rosa ve ark. (2015), karabuğday eriştelerine amarant ve piriç ununun etkilerini araştırdıkları çalışmalarında tüm ikame oranlarının kontrol örneğinden (%100 karabuğday) daha yüksek kül içeriğine sahip olduğunu ve en yüksek kül içeriğinin %15 amarant + %15 piriç unu ikameli erişte örneklerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Man ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptıkları çalışmada kül miktarının %25 karabuğday unu ilavesiyle %1,43'e yükseldiğini tespit etmişler ve buğday

ununa karabuğday unu ikame oranı arttıkça eriştelerin kül miktarının da arttığını bildirmişlerdir (Man ve ark., 2016). Aydın'ın (2009) yaptığı çalışmada yulaf unu ilavesinin kül miktarını arttırdığını tespit etmiştir, yaptığımız çalışma ile sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Farklı dozlarda keçiyoynuzu unu ilave edilmiş erişte örnekleri için protein değerleri (%) şöyle bulunmuştur: Kontrol (%0) örneği için protein miktarı %13.5, %5 KU ilaveli erişte örneği için % 13.62, % 7.5 KU ilaveli erişte örneği için %13.92 ve %10 keçiyoynuzu unu ilaveli erişte örneği için protein miktarı %14.16 olarak kaydedilmiştir ($p<0.05$, $p=0.0015$). Kontrol (%0) eriştesi ve %10 keçiyoynuzu unu ilaveli erişte arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Fakat kontrol eriştesinin, keçiyoynuzu ilaveli örnekler göre düşük protein değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Keçiyoynuzu unu ilave oranı arttıkça protein miktarının arttığı gözlemlenmiştir ($p<0.05$, $p=0.015$).

Yapılan bir çalışmada hindistan ceviz unu katkı

eriştede protein değerleri kontrol örneğinde %11.2 olarak belirlenirken, %10, %20, %30 ilaveli örneklerde sırasıyla %12, %14 ve %19 olarak tespit edilmiştir (Gunathilake ve Abeyrathne, 2008). Ginting ve Yulifanti (2015), yaptıkları çalışmada turuncu etli patates unu katkı eriştelerin protein miktarını, kontrol örneğine göre daha düşük bulmuşlardır. Yapılan çalışmada amaçlanan, protein kalitesi düşük olan ekmek, makarna, erişte gibi unlu mamulleri göz önünde bulundurarak; protein kalitesi iyileştirilmiş, günlük diyetle yer verilebilecek, fonksiyonel özellikte bir ürün olarak keçiyoynuzu unu ilaveli erişte üretimini araştırmaktır. Elde edilen veriler kapsamında bu ürünün kabul edilebilir olduğu da görülmektedir.

Fiziksel özellikler

Erişte örneklerinin L*, a*, b* renk değerleri ve gruplar arası tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları Çizelge 3 'de gösterilmektedir.

Çizelge 3. Erişte örneklerinin renk analizi sonuçları

Table 3. Color analysis results of noodle samples

Erişte Örnekleri	Renk analizi			
Noodle Samples	Color analysis	L*	a*	b*
Kontrol		68.39±0.20	5.72±0.02	20.96±0.07
Control				
%5 KU eklenmiş erişte		37.87±1.19	4.87±0.13	10.22±0.25
Noodles with 5% CF added				
%7.5 KU eklenmiş erişte		35.11±3.58	5.12±0.06	10.25±0.11
Noodles with 7.5% CF added				
%10 KU eklenmiş erişte		32.49±1.47	4.73±0.07	08.53±0.14
Noodles with 10% CF added				

- L: Parlaklık; a (+): Kırmızılık; b (+): Sarılık

- istatistiksel açıdan önemsizdir ($p<0.001$).

L: Brightness; a (+): Redness; b (+): yellowness

- statistically insignificant ($p<0.001$).



Kontrol (100:0) örneği



%5 KU Katkılı Erişte



%7,5 KU Katkılı Erişte



%10 KU Katkılı Erişte

Şekil 1. Renk analizinde kullanılan erişte örnekleri
Figure 1. Noodle samples used in color analysis

Renk analizi sonucuna göre L değerleri, kontrol (%0) örneği için 68.39, %5 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için, %37.87, %7.5 keçiboynuzu unu ilaveli örnek için %35.11 ve %10 keçiboynuzu unu ilaveli örnek için, %32.49 olarak kaydedilmiştir. a değerleri kontrol (%0) örneği için, 5.72 %5 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için %4.87, %7.5 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için 35.11, %10 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için %4.73 olarak kaydedilmiştir. b değerleri kontrol (%0) örneği için 20.96, %5 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için %10.22, %7.5 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için %10.25,

%10 keçiboynuzu unu ilaveli erişte örneği için %8.53 olarak kaydedilmiştir. İstatistiki analiz ile grup ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$, $p=0,05$).

Pişme özellikleri

Erişte ve makarnalarda pişme kalitesinin belirlenmesinde ağırlık artışı, hacim artışı ve suya geçen madde miktarı (SGM) gibi analizler bu ürünlerin kalite yönünden değerlendirilmesinde önemli kriterlerdendir (Köten ve ark., 2013). Üretimi yapılan erişte örneklerinin pişme testi sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Erişte örneklerine uygulanan pişme analizi sonuçları
Table 4. Cooking analysis results applied to noodle samples

Erişte örnekleri Noodle samples	Hacim artışı (%) Increase of volume	Ağırlık artışı(%) Increase of weight	SGM (%) Quantities of substance in water
Kontrol Control	245.00 ± 12.40 ^a	286.47 ± 16.07 ^a	2.30 ± 0.38 ^d
% 5 KU eklenmiş erişte Noodles with 5% CF added	298.33 ± 18.97 ^a	262.70 ± 18.97 ^{ab}	1.70 ± 0.43 ^c
% 7.5 KU eklenmiş erişte Noodles with 7.5% CF added	334.12 ± 29.15 ^{ab}	281.81 ± 29.15 ^{bc}	1.36 ± 0.14 ^a
% 10 KU eklenmiş erişte Noodles with 10% CF added	335.79 ± 27.80 ^{ab}	273.56 ± 27.80 ^{bd}	1.17 ± 0.15 ^{ab}

-SGM: Suya geçen madde miktarı

- SGM: Quantities of substance in Water

-Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

- In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level

Eriştelere ağırlık artışı 262.7-286.47, hacim artışı 245-335.79 ve suya geçen madde miktarı ise 1.17-2.30 değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. Pişme işlemi sırasında eriştelerin kütle ve hacim artışının yüksek olması beklenmektedir. Zayıf su bağlama kapasitesi kütle artışının az olmasına ve eriştenin sert olmasına sebep olabilmektedir (Wandee ve ark., 2014). Erişte daha az su çekerse de hacim artışı az ve sert bir erişte oluşmasına neden olabilmektedir (Bhattacharya ve ark., 1999).

Ağırlık artışı erişte örneklerinde, Çizelge 4 'den anlaşılacağı üzere %262.7- 286.47 değişmiştir. Ağırlık artışı en fazla kontrol (%0) eriştesinde görülmüştür. Ağırlık artışı keçiyoynuzu unu eklenmesi ile %5KU ve %10KU ilaveli erişte örneklerinde azalırken, %7.5KU ilaveli erişte örneğinde artış göstermiştir. Bu farklı değişim oranına yoğurma işlemi aşamasında farklılık, homojen şekilde keçiyoynuzu ununun buğday ununa karışmamış olmasının neden olduğu ve keçiyoynuzu unu miktarı arttıkça moleküller arası protein ve su bağlama özelliklerinin değişmesi gibi nedenlerden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir. Kruskal walls testi sonuçlarına göre KU ilavesiyle eriştelere ağırlık artışı kontrole göre önemli düzeyde ($p < 0.05$, $p = 0.016$) azalma göstermektedir. KU miktarı arttıkça gruplarda ağırlık artışında azalma görülmektedir. Buğday ununda yapısında bulunan gluten proteini yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğundan keçiyoynuzu ununun aşamalı olarak buğday

unuyla yer değiştirmesinden ötürü gluten içeriği seyreilmekte ve erişte hamurunun yapısı gluten bakımından zayıflamaktadır.

Yapılan diğer benzer çalışmalar incelendiğinde bulunan sonuçlar şöyledir; Kayısı çekirdeği ununun eklendiği erişte örneklerinde % ağırlık artışı kayısı çekirdeği unu arttıkça azalmıştır. % ağırlık artışındaki azalmaya neden, kayısı çekirdeği unu arttıkça pişme süresinin kısalması olarak görülmüştür. Yani pişme süresi artması ile eriştelerin su absorplaması artmakta, dolayısıyla ağırlıkları artış göstermektedir (Eyidemi, 2006). Başka bir çalışmada erişte formülasyonuna yulaf unu ilavesi de % ağırlık artışını yükseltmiştir (Aydın, 2009). Bu sonuçlara paralel olarak kinoa unu eklenmiş erişte örneklerinde de kinoa unu miktarı arttıkça, % ağırlık artışının yani su absorpsiyonunun arttığı gözlenmiştir. Bunun sebebi, erişte formülasyonunda buğday unu dışındaki bileşenlerin, gluten proteinlerinin ağ yapısında kopukluklar yaratması olduğu belirtilmiştir (Eyidemi, 2006).

Erişte örneklerinde Çizelge 4'dan de anlaşılacağı gibi ortalama hacim artışı 303.31±21.92 olarak saptanmıştır. En yüksek hacim artışı 335.79 ile %10 KU ilaveli örneğinde saptanırken, en düşük hacim artışı 245 ile kontrol (%0 ilaveli erişte) örneğinde görülmüştür. Kruskal walls testi sonuçları incelendiğinde keçiyoynuzu unu ilaveli hacim artışında belirgin ($p < 0.05$, $p = 0,001$) bir artış gözlemlenmiştir. Çalışmada analiz sonuçlarına göre üretilen eriştelerin iyi

kaliteli olduğu da gözlemlenmiştir.

Erişte örneklerinde pişme kaybı yapışkan bir yapıya sahip olmasına neden olur. Üretilen erişteelerde suya geçen madde miktarı ortalama 1.17-2.30 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda SGM oranı 2.30 iken %10 KU ilaveli erişte örneğinde 1.17 belirlenmiştir ($p<0.05$, $p=0,015$). Kontrol ile %10 KU ilaveli örnekte anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Keçiboynuzu unu oranı arttıkça erişte örneklerinde SGM oranı azalmaktadır. SGM %6'dan az ise çok iyi kalitede erişte, %8'den fazla olması erişte kalitesinin çok düşük olduğunu gösterir (Köksel ve ark., 2000). Çalışmamızda suya geçen madde miktarı azalma göstermiştir. Verilen değer aralıklarına göre ise üretilen keçiboynuzu unu katkılı erişteelerin yüksek kalitede olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5: Erişte örneklerinin optimum pişme süreleri (saniye)

Table 5: Optimum cooking times of noodle samples (seconds)

Erişte örnekleri Noodle samples	Pişme süresi (Saniye) Cooking times(Second)
Kontrol Control	513 ± 1.43
%5 KU eklenmiş erişte Noodles with 5% CF added	547 ± 1.44
%7.5 KU eklenmiş erişte Noodles with 7.5% CF added	600 ± 0.00
%10 KU eklenmiş erişte Noodles with 10% CF added	633 ± 1.43

Erişte ve makarna gibi ürünlerin pişme özellikleri hem besinsel kalite hem de tüketici kabul edilebilirliği açısından önem taşımaktadır. Optimum pişme süresinin belirlenmesi ürünün pişme özelliklerini de doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada geleneksel yöntemler ile üretilen ev erişte formülasyonuna, buğday unu ağırlığı üzerinden; %0 (Kontrol), %5, %7.5 ve %10 miktarlarında keçiboynuzu unu ilave edilmiştir. Kontrol eriştesinin 8 dakika 33 saniye, %5 KU ilaveli erişte örneği 9 dakika 7 saniye, %7.5 KU ilaveli erişte örneği 10 dakika, %10 KU ilaveli erişte örneği ise 10 dakika 33 saniyede pişmiştir. Erişte örneklerinin optimum pişme süreleri belirlendikten sonra bu verilere kruskal walls analizi uygulanmıştır ($p<0.05$, $p=0,024$). Sonuç

olarak, erişte örneklerine buğday unu ağırlığı üzerinden %10 miktarına kadar keçiboynuzu unu ilave edilmesinin pişme süresi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir artış ya da azalış yaratmadığı görülmüştür. KU miktarı arttıkça pişme süresinin uzadığı tespit edilmiştir.

Toplam organik madde (TOM) miktarı, pişmiş makarnaların üst tabakasından bulunan organik bileşenlerin durulama suyu ile yıkanarak belirlenmesi kuralına dayanır (D'Egidio ve Nardi, 1996). Erişte örneklerinin keçiboynuzu unu miktarları tüm analizlerde esas alındığında %2.5 (kontrol) örneğinde %1.85, (%5 KU) ilaveli örnekte %1.5 ile (%7.5 KU) ilaveli örnekte %1.17 (%10 KU) ilaveli örnekte görülmüştür. Keçiboynuzu unu oranı arttıkça toplam organik madde miktarında düştüğü gözlemlenmiştir. %0 kontrol- %10 KU ilaveli örnek arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$, $p=0.015$). Bu bulgular ile glutensiz unların makarna üretim aşamasına ilave edilmesi gluten yapısının zayıflamasına neden olmuştur denilebilir. Sonuç olarak tüm yapının olumsuz etkilendiği belirlenmiştir.

Duyusal özellikler

Farklı oranlarda keçiboynuzu unu ilave edilerek yapılan erişte örneklerine duyu analizi testi uygulanmıştır. Duyusal analizde erişte numunelerinde renk, koku, lezzet, görünüm, çiğnenebilirlik ve genel beğeni parametreleri bakımından 5 puanlı bir skala üzerinden değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonucu tüm parametrelerde Kruskal Wallis analizi uygulanmıştır. Analiz sonucu elde edilen veriler Çizelge 6 ile gösterilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar şu şekilde kaydedilmiştir.

Renk parametresine ait duyu analiz verileri kontrol (%0) erişte örneği için 0.3 ± 4.4 , %5 keçiboynuzu unu katkılı erişte örneği için 4 ± 0.3 , %7.5 keçiboynuzu unu katkılı erişte örneği için 1.3 ± 0.8 , %10 keçiboynuzu unu katkılı erişte örneği için 4.3 ± 0.5 olarak belirlenmiştir. Koku parametresine ait duyu analiz verileri kontrol (%0) erişte örneği için 3.70 ± 0.66 , %5 keçiboynuzu unu katkılı erişte örneği için 3.83 ± 0.79 ,

%7.5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.5 ± 0.87 , %10 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.66 ± 0.54 olarak belirlenmiştir. Lezzet parametresine ait duyusal analiz verileri kontrol (%0) erişte örneği için 3.16 ± 1.22 , %5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 3.11 ± 0.79 , %7.5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.16 ± 0.42 , %10 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.83 ± 0.42 olarak belirlenmiştir. Görünüm parametresine ait duyusal analiz verileri kontrol (%0) erişte örneği için 3.66 ± 1.22 , %5

keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 3.33 ± 0.85 , %7.5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.33 ± 0.54 , %10 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.66 ± 0.54 olarak belirlenmiştir. Çiğnenebilirlik parametresine ait duyusal analiz verileri kontrol (%0) erişte örneği için 3.16 ± 0.79 , %5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4 ± 0.93 , %7.5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4 ± 0.66 , %10 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.33 ± 0.85 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6: Erişte örneklerine uygulanan duyusal analiz sonuçları ve Kruskal Wallis analizi sonuçları

Table 6: Sensory analysis results and Kruskal Wallis analysis results applied to noodle samples

Erişte Örnekleri Noodle Samples	Renk Color	Koku Smell	Lezzet Flavor	Görünüm Texture	Çiğnenebilirlik Chewiness	Genel beğeni Overall acceptability
Kontrol Control	0.3 ± 4.4^a	3.70 ± 0.66^{ab}	3.16 ± 1.22^{bc}	3.66 ± 1.22^{bc}	3.16 ± 0.79^d	3.33 ± 1.20^a
% 5 keçiyoynuzu unlu erişte Noodles with 5% CF added	0.3 ± 4.0^{ab}	3.83 ± 0.79^b	3.11 ± 0.79^a	3.33 ± 0.85^b	4.00 ± 0.93^c	3.66 ± 0.90^{ab}
% 7.5 keçiyoynuzu unlu erişte Noodles with 7.5% CF added	1.3 ± 0.8^{bc}	4.5 ± 0.87^c	4.16 ± 0.42^b	4.33 ± 0.54^a	4.00 ± 0.66^b	4.33 ± 0.60^{ab}
% 10 keçiyoynuzu unlu erişte Noodles with 10% CF added	4.3 ± 0.5^{bc}	4.66 ± 0.54^{cd}	4.83 ± 0.42^{bc}	4.66 ± 0.54^a	4.33 ± 0.85^a	4.88 ± 0.90^b
Ort (std) Avr (std)	1.55 ± 2.4	4.17 ± 0.71	3.8 ± 0.71	3.9 ± 0.78	3.87 ± 0.80	4.05 ± 0.90
Min- Maks Min- Max	0.3-4.3	3.70-4.66	3.11-4.83	3.33-4.66	3.16-4.33	3.33-4.88

Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level

Genel beğeni parametresine ait duyusal analiz verileri kontrol (%0) erişte örneği için 3.33 ± 1.2 , %5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 3.66 ± 0.9 , %7.5 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.33 ± 0.6 , %10 keçiyoynuzu unu katkıli erişte örneği için 4.88 ± 0.9 olarak belirlenmiştir.

Eriştelerin renk değerleri 0.3-4.3 arasında değişiklik göstermiştir. Renk değerlerine bakıldığında %10 KU ilaveli örnek en yüksek puanı almıştır. KU oranı azaldıkça renk skalası için verilen değerlerde düşüş gözlemlenmiştir. Kruskal walls testi sonuçlarına göre gruplarda renk puanı açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$, $p = 0.074$). Tüm KU ilaveli erişte

örneklerinin kabul edilebilir duyusal özellik puanlarına sahip olduğu, ancak %0 kontrol örneğine kıyasla koyu renge sahip olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç

Bu araştırma sonucunda erişte örneklerine KU ilave edilerek yeni ürün elde edilmesinin ve insan sağlığı açısından da besleyici özelliklerinin iyileştirilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir. Keçiyoynuzu ununun doğal bir katkı maddesi olarak belli oranlarda kullanılması ile kabul edilebilir nitelikte erişte

yapılabilmesi ve böylelikle keçiyoynuzu ununun gıda sanayine kazandırılmasıyla, lif yönünden zengin gıdalar, mevcut teknolojiyle ve düşük maliyetlerle üretilebilecektir. Sektöre yeni ve daha sağlıklı ürünler kazandırılmış olacaktır. Keçiyoynuzu meyvesinden üretilen unun erişteye ilave edilmesiyle, bu meyvenin yaygın olarak kullanması sağlanacaktır. Keçiyoynuzu meyvesi katkılı gıda maddeleri sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle daha çok tercih edilecektir. Aynı zamanda keçiyoynuzu yetiştiriciliği bu sayede önem kazanacak ve bu da tarım sektöründe keçiyoynuzu meyvesinin pazar payını arttıracaktır.

Ekler

Bu çalışma, Burçin Başarık ŞEN'in Yüksek Lisans Tezinden yararlanarak hazırlanmıştır. Bu çalışmanın özeti, 13-15 Kasım 2020 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen 5. Uluslararası Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi'nin bildiri kitabında yayınlanmıştır.

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

Yazar Katkısı: İlkay YILMAZ makalenin kavramsallaştırma, metodoloji, biçimsel analiz, yazma–orijinal taslak, yazma–inceleme, düzenleme ve görselleştirmesine katkı sunmuştur. Burçin Başarık ŞEN makaleye metodoloji, biçimsel analiz, istatistiksel analiz ve görselleştirme olarak katkı sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Kaynaklar

- AACCI. (2010). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of Analyses 11th Edition, The Association: St. Paul, MN.
- Anonim, (2002). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı, Resmi Gazete: 5 Mart 2002 – 24686, Türk Gıda Kodeksi, Makarna Tebliği, Tebliğ No: 2002/ 20, Ankara, 2002
- Aydın, E. (2009). Yulaf Katkısının Erişte'nin Kalite Kriterlerine Etkisi. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Bakker, J. P., Bridle, C. ve Timberlake, F. (1986). Tristimulus measurements (CIELAB 76) of portwine colour, *Vitis*,


25, 67-78.

- Battle, I., Tous, J. (1997). Carob Tree (*Ceratonia siliqua* L.), International Plant Genetic Resources Institute. *Via delle Sette Chiese*, (142), 00145.
- Benković, M., Bosiljkov, T., Semić, A., Ježek, D., ve Srećec, (2019). S. Influence of carob flour and carob bean gum on rheological properties of cocoa and carob pastry fillings. *Foods*, 8(2) ,66.
- Bhattacharya, M., Zee, S.Y. ve Corke, H. (1999). Physicochemical properties related to quality of rice noodles. *Cereal Chemistry*, 76, 861–867
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M., Nobile, M.A.D. (2008). Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. *Journal of Food Engineering*, 84, 101-107.
- D'Egidio, M. G., Nardi, S. (1996). Textural measurement of cooked spaghetti, (Eds: J. E. Kruger, R. B. Matsuo and J. W. Dick), *Pasta and noodles technology*, St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 133-156.
- D'Egidio, M.G., Stefanis, E.D., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D. & Bozzini, A. (1982). Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products. *Cereal Foods World*, 27(8), 367-368.
- Demir, B. (2008). *Nohut Ununun Geleneksel Erişte ve Kuskus Üretiminde Kullanım İmkânları Üzerine Bir Araştırma*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya
- Durmuş, E., Yiğit, A. (2003). Türkiye'nin meyve üretim yöreleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *Firat University Journal Of Social Science*, 13(2), ,23-54.
- Ene, S. (2017). *Kinoa'nın Erişte Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Eyidemi, E. (2006). *Kayı Çekirdeği İlaveseinin Erişte'nin Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Malatya.
- Fidan, H., Petkova, N., Sapundzhieva, T., Baeva, M., Goranova, Z., Slavov, A., ve Krastev, L. (2019). Carob Syrup and Carob Flour as Functional Ingredients in Sponge Cakes. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 11(1), 71-82.
- Ginting, E., Yulifanti, R. (2015). Characteristics of Noodle Prepared from Orange- fleshed Sweet Potato and Domestic Wheat Flour, *Procedia Food Science*, 3: 289-302
- Gulia, N., Dhaka, V., Khatkar, B.S. (2014). Instant Noodles: Processing, Quality, and Nutritional Aspects, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(10), 1386-1399.
- Gunathilake, K.D.P.P., ve Abeyrathne, Y.M.R.K. (2008). Incorporation of coconut flour into wheat flour noodles and evaluation of its rheological, nutritional and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, (32), 2008, 133-142.
- Köksel H, Sivri D, Özboy Ö, Bafman A, Karacan HD. (2000), Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fak. Yayın No: 47, Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Ankara

- Köksel, H., Atlı, A., Özkaya, H. (1992). Bazı durum buğday çeşitlerinde yetiştirme yerinin elektroforetik özellikler ve makarna pişme kalitesi üzerine etkileri. *Doğa- Turk J Agric For*, 16(3): 593-605.
- Köten, M. & Ünsal, A.S. (2021). Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2): 172- 184. DOI: 10.29050/harranziraat.850654
- Köten, M., Ünsal, S. ve Atlı, A. (2014). Türkiye’de Üretilen Makarnaların Bazı Kimyasal Bileşimlerinin ve Pişme Kalitelerinin Belirlenmesi, *Gıda Dergisi*, 39 (1): 33-40.
- Lai, H.M. (2001). Effects of Rice Properties and Emulsifiers on the Quality of Rice Pasta. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 203-216.
- Man, S., Păucean, A., Muste, S. and Mureşan, C. (2016). Influence of the different addition levels of buckwheat flour on pasta wheat flour, *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 73(1), 51-52.
- Medjekal, S., Bodas, R., Bousseboua, H., ve López, S. (2018). Evaluation of Carob (*Ceratonia siliqua*) and Honey Locust (*Gleditsia triacanthos*) Pods as a Feed for Sheep. 8(2), 247-256
- Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S., ve Kokkinofa, R. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products, *Food science & nutrition*, 6(8), 2151-2161.
- Pazır F., Alper Y. (2018). Carob Bean (*Ceratonia siliqua* L.) and Its Products. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28 (1), 108 - 112
- Ritthiruangdej, P., Parnbankled, S., Donchedee, S., ve Wongsagonsup, R. (2011). Physical, Chemical, Textural and Sensory Properties of Dried Wheat Noodles Supplemented with Unripe Banana Flour. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 45: 500 – 509.
- Rosa, C.S., Prestes, R.C., Tessele, K. ve Crauss, M. (2015). Influence of the different addition levels of amaranth flour and rice flour on pasta buckwheat flour, *International Food Research Journal*, 22(2), 691-698.
- Şenay, F. (2009). *Keçiboynuzundan Sıvı Şeker Üretimi*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Tunalıoğlu, R. ve Özkaya, M.T. (2003) Keçiboynuzu, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü- *Bakış Dergisi*, (3), 1-4.
- Uzunoğlu, N., (2002). *Erişte Kalitesini Etkileyen Bazı Faktörler*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Ankara
- Wandee, Y., Dudsadee, U., Santhanee, P., Chureerat, P., Vilai, R., ve Nuanchawee, W. (2014). Enrichment of rice noodles with fibre-rich fractions derived from cassava pulp and pomelo peel. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 2348–2355.
- Yağcı, S., Altan A., Göğüş, F. ve Maskan, M. (2006). Gıda Atıklarının Alternatif Kullanım Alanları, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26. Ankara
- Yıldırım, A. & Deger, Ö. (2021). Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2): 151-162. DOI: 10.29050/harranziraat.892966
- Yılmaz, M. Y. (2009). *Keçiboynuzu Suyu Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesi*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksel F., Akdoğan H. ve Çağlar S. (2018). Keten tohumu ile zenginleştirilmiş eriştelere, fizikokimyasal, duyuşal, pişme özellikleri ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi, *The Journal of Food*, 43(2), 222-230.

Tavuk eti marinasyonunda ardıç (*Juniperus communis* L.) ekstraktı kullanımının etkilerinin araştırılması

Investigation of the effects of using juniper extract (*Juniperus communis* L.) in marination of chicken meat

Hülya Serpil KAVUŞAN¹ , Burcu ÖZTÜRK KERİMOĞLU² , Elnaz SHAREFİABADI³ ,
Meltem SERDAROĞLU^{4*} 

^{1,2,3,4} Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2928-8020>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9777-8510>; ³<https://orcid.org/0000-0002-4382-0469>;
⁴<https://orcid.org/0000-0003-1589-971X>

To cite this article:

Kavuşan, H.S., Öztürk Kerimoğlu, B., Sharefiabadi, E. & Serdaroglu, M. (2021). Tavuk eti marinasyonunda ardıç (*Juniperus communis* L.) ekstraktı kullanımının etkilerinin araştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 390-405.
DOI: 10.29050/harranziraat.863985

*Address for Correspondence:
Meltem SERDAROĞLU
e-mail:
meltem.serdaroglu@ege.edu.tr

Received Date:
18.01.2021
Accepted Date:
05.08.2021

© 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 enjeksiyon yöntemi ile marine edilen tavuk göğüs kaslarının marinasyon çözeltisi formülasyonunda %0 (C), %0.5 (A-0.5), %0.75 (A-0.75) ve %1 (A-1) oranlarında ardıç ekstraktı (AE) kullanımının bazı kalite parametreleri ve depolama boyunca lipit oksidasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Enjeksiyon yöntemi ile marine edilen taze tavuk göğüs etleri +4°C'de 24 saat bekletilmiş ve vakum ambalajlanarak +4°C'de 14 gün boyunca depolanmıştır. AE ekstraktının kullanımının %0.5 oranının üzerine çıkması göğüs etlerinin marinasyon absorpsiyonu ve su tutma kapasitesi değerlerini düşürmüştür (p<0.05). AE ilavesi örneklerin nem, protein ve yağ miktarlarında önemli değişikliklere neden olmamıştır. Depolama süresi ve/veya antioksidan kullanım oranı interaksiyonunun pH değeri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (p<0.05). AE ilavesi tavuk göğüs etinde oksidasyon reaksiyonlarını yavaşlatıcı etki göstermiştir; ancak depolamanın 7. gününden itibaren %0.5'ten fazla AE kullanımı prooksidan etki göstererek TBARS değerlerini yükseltmiştir (p<0.05). AE kullanımının renk üzerindeki en belirgin etkisi örneklerin sarılık değerlerinde gözlenmiştir. Depolama süresi ve %1 AE kullanımı ambalaja sızıntı değerlerinde artışa neden olmuştur (p<0.05).

Anahtar Kelimeler: Ardıç, marinasyon, Lipit oksidasyonu, Doğal antioksidan, Kanatlı hayvan eti

ABSTRACT

In this study, the use of juniper extract (JE) at rates of 0% (C), 0.5% (A-0.5), 0.75% (A-0.75), and 1% (A-1) on some quality parameters and lipid oxidation throughout the storage were examined in chicken breast muscles marinated by injection method. Marinated chicken breasts were kept at + 4 °C for 24 h, packed under vacuum, and then stored at +4°C for 14 days. The use of JE more than 0.5% decreased marination absorption and water holding capacity of the breast meat (p<0.05). The addition of JE did not cause any significant changes in moisture, protein and fat content of the samples. The effect of storage time and/or antioxidant rate interaction on pH value was found to be significant (p<0.05). The addition of JE showed a deceleration effect on the oxidation reaction in chicken breast, however, the use of JE more than 0.5% increased the TBARS values showing a prooxidant effect after the 7th day of storage (p<0.05). The most significant effect of the incorporation of JE on color was observed in the yellowness values of the samples. Storage time and use of 1% JE resulted in an increase in purge losses (p<0.05).

Key Words: Juniper, Marination, Lipid oxidation, Natural antioxidant, Poultry meat

Giriş

Spor yapan veya düşük enerjili diyetle beslenmek isteyen bireyler; yüksek protein kalitesi, uygun fiyatı, kırmızı ete oranla daha düşük miktarlarda yağ ve daha sağlıklı bir yağ asidi profili içermesi nedeniyle tavuk eti tüketimini tercih etmektedirler (Brenes ve Roura, 2010; De Smet, 2012). Bu doğrultuda, günümüzde kanatlı endüstrisi, artan tüketim talebine katkı sağlamak amacıyla kalite özellikleri farklı yöntemler kullanılarak geliştirilmiş ürünlerin üretimi ile ilgili çalışmalara odaklanmıştır (OECD/FAO, 2016).

Doymamış yağ asitlerini yüksek oranda bulunduran kanatlı eti ürünlerinde acılaşıma, istenmeyen koku ve tat oluşumu ve renkte solma ile karakterize edilen bozulmanın başlıca nedeni lipitlerde meydana gelen ve raf ömrünü kısıtlayan oksidasyon reaksiyonlarıdır (Falowo ve ark., 2014; Candan ve Bağdatlı, 2017). Kaliteyi olumsuz yönde etkileyen bu tepkimeler sonucunda toksik bileşiklerin de oluşması, oksidasyon reaksiyonlarının önlenmesi ve/veya geciktirilmesi gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır (Amaral ve ark., 2018). Bu amaçla, peroksit zincir reaksiyonlarını engelleme, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneği gösteren bazı yapay antioksidanlar (bütillenmiş hidroksi anisol, bütillenmiş hidroksi toluen, tersiyer bütill hidrokinon, propil gallatlar, vb.) yağlar ve yağlı gıdaların formülasyonlarında kullanılmaktadır (Çelik ve ark., 2021). Ancak sentetik antioksidanlar, potansiyel toksik etkileri nedeniyle sağlık riskleri ile ilişkilendirildiğinden bu tip antioksidanların gıdalarda kullanımları ile ilgili katı yasal düzenlemeler söz konusudur (Dolatabadi ve Kashanian, 2010; Mira-Sánchez ve ark., 2020). Doğal antioksidan özellikte olan bileşenler, karışım halinde hazırlanan et ürünlerinde formülasyona doğrudan ilave edilebilmekte (Banerjee ve ark., 2012; Cho ve ark., 2015; Munekata ve ark., 2020), bütün parça halindeki et ürünlerinde ise bu bileşenler genellikle marinasyon çözeltisi içerisine ilave edilerek kullanılmaktadır (Kim ve ark., 2016; Ramli ve ark., 2020; Siroli ve ark., 2020).

Marinasyon; et ve et ürünlerinin ısı işlem öncesinde içerisinde fonksiyonel katkı maddeleri, baharatlar ve aroma vericilerin bulunduğu sıvılar ile muamele edilmesi işlemidir (Jeong ve ark., 2020). Farklı katkı maddeleri ile hazırlanan marinasyon çözeltilerinin etin içerisine daha hızlı nüfus etmesi amacıyla daldırma, çok iğneli enjeksiyon, masajlama veya tamburlama gibi çeşitli marinasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Gamage ve ark., 2017; Gómez-Salazar ve ark., 2018; Singh ve ark., 2020). Enjeksiyon yöntemi, en yaygın kullanılan marinasyon yöntemlerinden biridir ve endüstriyel uygulamalarda marinasyon çözeltileri et parçalarına çoklu iğneler kullanılarak enjekte edilmektedir (Alvarado ve McKee, 2007; Fadiloğlu ve Serdaroğlu, 2018). Bu uygulamanın diğer yöntemlere kıyasla avantajı, marinasyon sıvısının kas içine istenilen miktarda homojen olarak uygulanabilmesidir; ancak büyük et parçaları ile çalışılan bu yöntemde sızıntı nedeniyle oluşan kayıpların kontrol edilmesi önemlidir (Ergezer ve Gökçe, 2004). Literatür verileri incelendiğinde; son yıllarda et marinasyonunda kekik, biberiye ve ardıç (Siroli ve ark., 2020), misket limonu ve kerkede bitkisi (Malelak ve ark., 2017), çarkıfelek meyvesi kabuğu (Ramli ve ark., 2020), yeşil çay (Suradi ve ark., 2019), muz kabuğu (Hafez ve ark., 2018), kivi ve ananas (Kim ve ark., 2016), hurma, çay ve mum ceviz ağacı (İsmail ve ark., 2018), timol ve karvakrol (Karam ve ark., 2019) gibi farklı doğal antioksidanların kullanımının ürün kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği görülmektedir.

Ardıç (*Juniperus communis* L.), Kuzey Yarım Küre'de 70 kadar tür ve çok sayıda varyete ile geniş alanlarda yayılım göstermekte olan bir meyvedir ve Türkiye'de sekiz adet ardıç türü bulunmaktadır (Coşkun, 2019). Ardıç meyveleri; flavonoidler, glikozit, juniperin, kateşin, organik asitler, uçucu yağlar, terpenik asitler, lökoantosiyanidin lignanlar, kumarinler, seskiterpenler, abietan, labdan ve pimaran diterpenleri, biflavonoller, flavon glikozitleri ve taninleri içermektedir (Topçu ve ark., 1999; İnci ve ark., 2016). Kompozisyonunda bulunan fenolik bileşiklerin indirgeyici, metal şelatlayıcı ve/veya

serbest radikal temizleyici etkileri ile ardıç meyvesi ekstraktları önemli antioksidan etkiye sahiptir (Elmastaş ve ark., 2006; Vasilijević ve ark., 2018). Ardıç ekstraktının (AE) bahsedilen bu kuvvetli antioksidan özelliklerine rağmen et marinasyonunda kullanımına yönelik bir çalışma daha önce gerçekleştirilmemiştir. Mevcut çalışmada tavuk göğüs etinde marinasyon formülasyonunda farklı oranlarda AE kullanımın kalite özellikleri ve depolama boyunca oksidatif değişiklikler üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

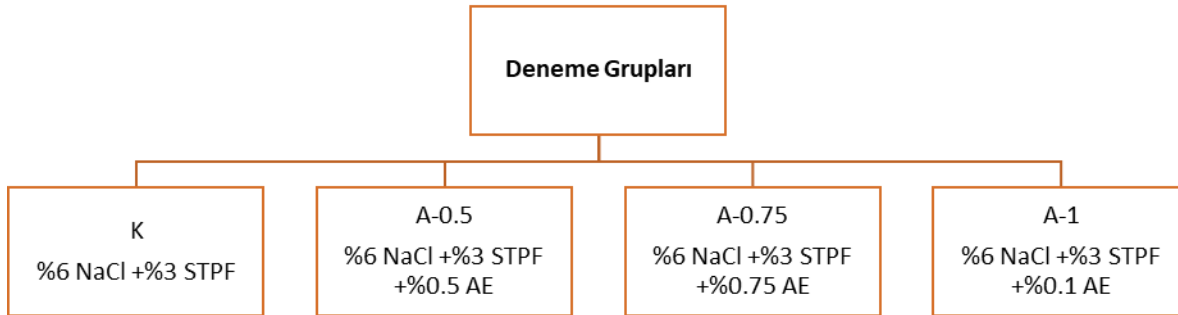
Hammadde ve kimyasal temini

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Teknolojisi Araştırma Laboratuvarları ve Pilot Tesisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan ölüm sertliğini tamamlamış 48 adet tavuk göğüs eti (%75.43 nem, %21.01 protein, %1.91 yağ ve %1.66 kül), İzmir ilinde bulunan yerel bir kasaptan sağlanmış ve 11 cm x 3 cm boyutlarında şeritler halinde porsiyonlanmıştır. Suda çözünür sıvı AE, Kimbiotek Kimyevi Maddeler San. Tic. A.Ş. (İstanbul)'den temin edilmiştir. Üretici tarafından sağlanan ticari spesifikasyona göre, bu ekstrakt ardıç ağacının fermente olmamış meyvelerinden

buhar destilasyonu yoluyla elde edilen, renksiz-açık sarı skalada bir renk tonuna sahip, sıvı formda, suda çözünebilir özellikte, karakteristik ve taze aromaya sahip bir ekstrattır (CAS no: 84603-69-0). Marinasyon işleminde kullanılan diğer katkı maddeleri gıdada kullanılabilir formda (food grade) A&D Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul)'dan satın alınmıştır. Analizler için tüm kimyasallar analitik saflıkta (Merck) kullanılmıştır.

Marine tavuk göğüs üretimi

Çalışma kapsamında; kontrol (K) grubu örnekleri için %6 (a/h) tuz (sodyum klorür) ve %3 (a/h) sodyum tripolifosfat (STPF) içeren içme suyu ile hazırlanan marinasyon çözeltisi Rimini ve ark. (2014)'a göre hazırlanmıştır. Marinasyon formülasyonunda tuz; arzu edilen lezzetin sağlanması, miyofibriler proteinlerin çözünerek suyun bünyede tutulmasının sağlanması ve etin gevrekleştirilmesi, STPF ise pH değerini izoelektrik noktadan uzaklaştırarak su tutma kapasitesinin arttırılması ve tuz ile birlikte protein çözünürlüğüne de katkı sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Diğer örnek grupları için ise bu formülasyona ilaveten sırasıyla %0.5 (a/a) (A-0.5), %0.75 (a/a) (A-0.75) ve %1 (a/a) (A-1) oranında AE ilave edilen marinasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmaya ait deneme deseni Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Marine tavuk göğüsü örneklerine ait deneme deseni
NaCl: Sodyum klorür, STPF: Sodyum tripolifosfat, AE: Ardıç Ekstraktı
Figure 1. Experimental design of marinated chicken breast samples
NaCl: Sodium chloride, STPF: Sodium tripolyphosphate, AE: Juniper Extract

Hazırlanan marinasyon çözeltileri, tavuk göğüs porsiyonlarına 1.4 mm x 15 mm ebatlarında enjektör ucuna sahip enjektör (Mika, Türkiye)

yardımıyla eşit aralıklara sahip üç farklı noktadan 1:1 (tavuk eti:marinasyon çözeltisi, a/h) oranında enjekte edilmiştir. Enjeksiyonu tamamlanan tavuk

etleri polietilen kilitli poşetlerde +4°C' de 24 saat boyunca marinyona bırakılmıştır. Süre sonunda marinyon veriminin ölçülmesi amacıyla örnekler tartılmış ve ardından vakum altında ambalajlanarak (PA/PE, 90 µm, oksijen geçirgenliği: 15 cm³ m⁻² d⁻¹ atm⁻¹) +4°C'de 14 gün depolanmıştır.

Marinyon absorpsiyonu (MA)

Marinyon işleminin verimi, marinyon öncesi ve marinyon sonrası (24 saat) ölçülen tartım ağırlıkları farklarından yararlanılarak hesaplanmıştır (Xiong ve ark., 2020).

Kimyasal kompozisyon

Marine tavuk göğüs örneklerinde kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla toplam nem (AOAC, 2012), protein (LECO nitrojen analizörü, St. Joseph, MI, ABD), yağ (Flynn ve Bramblet, 1975) ve kül (AOAC, 2012) analizleri gerçekleştirilmiştir.

pH

Örneklerin pH değerleri marinyon sonrası (24. saat, 0. gün) ve depolamanın 3., 7. ve 14. günlerinde penetrasyon probu bulunan batırma tip pH-metre (pH 330i/SET; WTW, Germany) kullanılarak ölçülmüştür.

Su tutma kapasitesi (STK)

STK tayini Hughes ve ark. (1997)'a göre uygulanmıştır. 10 g örnek tartılarak 90°C'lik su banyosunda 10 dk. boyunca ısıtma işlemi tabii tutulmuş, ardından soğutulmuş pamuklu sargı bezine sarılıp 1400 rpm'de 15 dk. boyunca santrifüjlenmiştir. Santrifüjleme sonunda sargı bezi uzaklaştırılarak tekrar tartım alınmış ve STK aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\% STK = (1 - T/M) \times 100 = (1 - (B - A)/M) \times 100$$

T: Isıtma ve santrifüjleme sonucu toplam su kaybı (g)

B: Isıtma öncesi örnek ağırlığı (g)

A: Isıtma ve santrifüjleme sonrası örnek ağırlığı (g)

M: Örnekteki toplam su (g)

Tiyobarbütirik asit reaktif maddeleri (TBARS) değeri

Deneme örneklerinde ve depolama boyunca lipid oksidasyonu son ürünlerini saptamak amacıyla TBARS analizi Witte ve ark.'a (1970) göre yapılmıştır. Buna göre, 20 g örnek üzerine 50 mL %20'lik TCA çözeltisi ilave edilerek homojenizatörde 2 dk. süreyle parçalanmıştır. Karışım üzerine 50 mL su konularak 1 dk. daha parçalama işlemi yapılmış ve 100 mL'lik balon jöjeye filtre kâğıdı yardımıyla süzölmüştür. Balon jöje 100 mL'ye 1:1 TCA/su çözeltisi ile tamamlanmıştır. 5 mL süzöntü 100 mL'lik balon jöjeden alınıp deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 5 mL 0.02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı şekilde 5 mL 1:1 TCA:su ve 0.02 M TBA ile kör numune hazırlanmıştır. Tüpler karıştırılmış, 35 dk. boyunca 80°C'deki su banyosunda bekletilmiş ve soğutulduktan sonra örneklerin absorbansı 532 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre ile ölçölmüştür. Absorbans değerleri 5.2 faktörü ile çarpılarak TBARS değeri mg malonaldehit/kg örnek cinsinden hesaplanmıştır.

Renk

Renk ölçümü portatif renk ölçüm cihazı (Konica Minolta, CR-400, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. Ölçümler oda sıcaklığında 4 farklı noktadan yapılmış, ölçüm sonuçları CIE aydınlık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) olarak ifade edilmiştir.

Ambalaja sızıntı miktarı

Örneklerde depolama boyunca vakum ambalaj içerisindeki sızıntının miktarı, 3., 7. ve 14. günlerde tartılan örnekler ile depolama başlangıcında tartılan örneklerin ağırlık farklarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 22.0 (IBM, ABD) paket programı kullanılarak %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir. Tüm deneme gruplarına (dört farklı formölasyon) ait üretimler iki tekerrürlü olarak yürütölmüş (üretim tekrarı farklı günlerde gerçekleştirilmiştir), her bir tekerrüre ait analizler ise en az üç paralel olarak

yapılmıştır. Çok değişkenli varyans analizi kullanılarak marine edilen tavuk göğüs etlerinde kalite parametrelerinin depolama süresi (D) ve antioksidan kullanım oranı (A) faktörleri bakımından farklılığı incelenmiş, bu faktörlerin bir arada etkileşimleri (D × A) analiz edilmiş ve deneme grupları arasındaki anlamlı farklılıklar Post-hoc (Duncan) testi ile tanımlanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

AE kullanımının MA ve STK üzerine etkisi

Marine tavuk göğüs örneklerinde AE kullanımının MA ve STK değerleri üzerine önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 1). Örneklerin MA değerleri %37.37-64.52, STK değerleri ise %53.60-64.79 arasında değişiklik göstermiştir. %0.5 oranında AE kullanılan A-0.5 grubu, kontrol (A-0) grubuna benzer MA ve STK değerleri sergilemiştir. Buna rağmen %0.75 ve %1 oranlarında AE kullanılan A-0.75 ve A-1 grubu örneklerinde MA ve STK değerlerinin A-0 örneklerinden önemli düzeyde düşük olduğu kaydedilmiştir ($p < 0.05$). Dolayısıyla, artan oranlarda AE kullanımının tavuk göğüs kaslarında hem marinasyon verimi hem de bünyede suyu tutma kabiliyetinin azalmasına yol açtığı görülmektedir. Benzer araştırmalarda, antioksidan karakterdeki ekstraktların kullanımının et

dokusunu veya miyofibrilleri zayıflatarak suyun yapıdan uzaklaşmasını kolaylaştırdığı öne sürülmüştür (Iqbal ve ark., 2016; Malelak ve ark., 2017). Çalışma bulgularından farklı olarak, %0.02 kekik, %0.03 biberiye ve %0.03 ardıç uçucu yağ karışımı ile marine edilen tavuk filetolarında başlangıçta marinasyon sıvısının daha yüksek miktarda absorbe edildiği görülmüş, depolama sırasında ise gruplar arası farklılık gözlenmemiştir (Siroli ve ark., 2020). Bu farklılığın nedeninin, marinasyon formülasyonunda kullanılmış olan diğer katkı ve marinasyon yöntemi farklılığından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Tartışılan bu noktalara ilaveten, örneklerin STK değerlerinde gözlenen azalmanın kullanılan ekstraktın marinatların pH değerini etkilemesinden kaynaklanabileceği de düşünülmektedir. Samples ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, ringa balığı filetolarının mürver, kızılık veya siyah frenk üzümü konsantre tozları ile marine edilmesi sonucunda kontrol gruplarına kıyasla daha düşük miktarda suyun tutulabildiği raporlanmıştır. Bir diğer çalışmada, tavuk göğüs filetolarının marinasyonunda üzüm çekirdeği ekstraktı kullanımı, benzer olarak STK değerlerinde önemli azalmaya neden olmuştur (Kang ve ark., 2017).

Çizelge 1. Ardıç ekstraktı kullanımının marine tavuk göğüslerin marinat absorpsiyonu (MA) ve su tutma kapasitesi (STK) üzerine etkisi

Table 1. The effect of juniper extract use on marination absorption (MA) and water holding capacity (WHC) of marinated chicken breasts

Varyans Kaynağı Variance source	Faktör Factor	MA (%)	P değeri (sig.) P value (sig.)	STK (%)	P değeri (sig.) P value (sig.)
		Ortalama ±standart sapma Mean ±standard deviation		Ortalama ±standart sapma Mean ±standard deviation	
A	0	58.18 ^{ab} ± 5.36	0.000*	64.79 ^a ± 0.93	0.002*
	0.5	64.52 ^a ± 1.30		61.07 ^{ab} ± 0.42	
	0.75	55.92 ^b ± 5.49		59.60 ^b ± 2.10	
	1	37.37 ^c ± 0.52		53.60 ^c ± 3.54	

a, b, c: Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($\alpha = 0.05$ seviyesinde).

*İstatistiksel olarak önemli farklılık var.

A: Antioksidan oranı

Different superscripts in the same column indicate statistically significant differences ($\alpha = 0.05$ level).

*Statistically significant difference

A: Antioxidant rate

AE kullanımının kimyasal kompozisyon üzerine etkisi

Farklı oranlarda AE içeren marinasyon çözeltileri ile muamele edilen tavuk göğüs etlerinin kimyasal kompozisyonu Çizelge 2'de sunulmuştur. Örneklerin nem, yağ, protein ve kül değerlerinin sırasıyla %74.98-76.31, %1.49-2.39, %19.69-20.56 ve %1.61-2.22 aralığında olduğu kaydedilmiştir. AE kullanımının nem, yağ ve protein miktarları üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisi bulunmamıştır ($p>0.05$). Yapılan bir çalışmada, manda etinin %1.5 zencefil ekstraktı veya %3 limon suyu ile marine edilmesinin örneklerin nem değerlerini etkilemediği bildirilmiştir (Kassem ve ark., 2009). Ergezer

(2005) ise hem bazık hem de asidik marinasyon uygulamalarında kanatlı etlerinin nem ve kül miktarlarının artış gösterdiğini, protein miktarının azaldığını, ancak yağ miktarının önemli ölçüde değişmediğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada, marinat formülasyonlarında kullanılan ekstrakt konsantrasyonunun oldukça düşük olmasından dolayı marine tavuk göğsü örneklerinde kimyasal kompozisyonun önemli düzeyde değişmediği görülmektedir. Bahsedilen çalışmalar incelendiğinde ise, ekstrakt kullanımından ziyade marinasyon çözeltilerinin karakteristiklerinin kimyasal kompozisyon üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Ardıç ekstraktı kullanımının marine tavuk göğüslerin kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi
Table 2. The effect of using juniper extract on chemical composition of marinated chicken breasts

Varyans Kaynağı Variance source	Faktör Factor	Nem (%) Moisture (%)		Yağ (%) Fat (%)		Protein (%) Protein (%)		Kül (%) Ash (%)	
		Ortalama ±standart sapma Mean ±standard deviation	P değeri (sig.) P value (sig.)	Ortalama ±standart sapma Mean ±standard deviation	P değeri (sig.) P value (sig.)	Ortalama ±standart sapma Mean ±standard deviation	P değeri (sig.) P value (sig.)	Ortalama ±standart sapma Mean ±standard deviation	P değeri (sig.) P value (sig.)
A	0	74.98 ±1.81	0.512	2.29 ±0.15	0.522	20.51 ±1.65	0.843	2.22 ^a ±0.06	0.007
	0.5	75.63 ±0.73		2.23 ±1.54		20.20 ±2.00		1.94 ^a ±0.21	
	0.75	75.88 ±0.17		1.49 ±0.12		20.56 ±0.13		2.07 ^a ±0.11	
	1	76.31 ±0.79		2.39 ±0.31		19.69 ±0.54		1.61 ^b ±0.18	

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

A: Antioksidan oranı

Different superscripts in the same column indicate statistically significant differences ($\alpha=0.05$ level).

A: Antioxidant rate

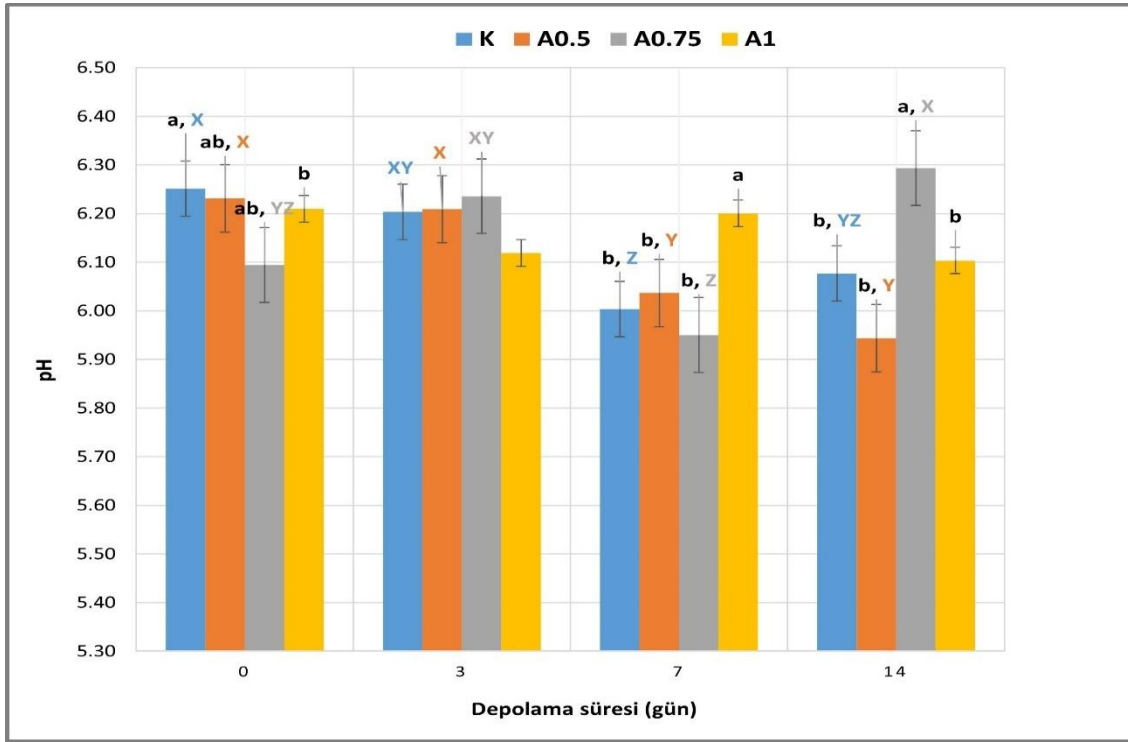
Depolama ve AE kullanımının pH üzerine etkisi

AE ile marine edilen ve 14 gün boyunca depolanan tavuk göğüs etlerinde depolama süresi ve AE kullanımının pH değerlerine etkisi Çizelge 3'te, depolama boyunca pH değerlerinin gruplar arasındaki değişimi ise Şekil 2'de verilmiştir. Depolama süresi (D) ve antioksidan oranı (A) interaksiyonunun (D x A) pH değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Örneklerin depolama başlangıcındaki pH değerleri 6.00-6.25 arasında değişiklik göstermiş olup depolama boyunca pH değerlerinde genel olarak

önemli azalmalar saptanmıştır ($p<0.05$). Depolama başlangıcında A1 örneklerinin pH değerinin kontrol örneklerinin pH değerlerinden daha düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu durumda marinasyon çözeltilerinde %1 oranında AE ilavesinin pH değerini düşürücü yönde bir etkiye neden olduğu görülmektedir. Benzer bir araştırmada, domuz filetoalarının meyve ekstraktları ile marinasyonu sonucu pH değerleri kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur (Kim ve ark., 2016). K ve A-0.5 gruplarında ise depolama boyunca benzer pH değerleri

ölçülmüştür. Benzer şekilde, ördek etinin %2.5, %5 ve %7.5 oranlarında yeşil çay ekstraktı ile marinasyonunun ardından örneklerin pH değerleri arasında farklılık bulunmamıştır (Suradi ve ark., 2019). Bununla birlikte depolama süresince farklı AE oranları ile formüle edilen marine tavuk göğüs örneklerinde pH değerlerinin değişim seyrinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Buna göre K ve A-0.5 gruplarına ait örneklerde

depolama sonunda ölçülen pH değerleri, başlangıç değerlerine göre önemli ölçüde azalma göstermiş ($p<0.05$), A-0.75 grubu örneklerinde depolama sonunda pH değerleri başlangıca kıyasla yükselmiş ($p<0.05$), A-1 grubu örneklerinde ise önemli düzeyde değişmemiştir. Dolayısıyla depolama süresince pH değerinin en stabil kaldığı örnekler, AE konsantrasyonunun en yüksek düzeyde kullanıldığı A-1 grubu örnekleridir.



Şekil 2. Marine tavuk göğsü örneklerinin depolama boyunca pH değerleri

K: AE içermeyen kontrol grubu, A0.5: %0.5 oranında AE içeren deneme grubu, A0.75: %0.75 oranında AE içeren deneme grubu, A1: %1 oranında AE içeren deneme grubu. Veriler, standart hata çubukları ile birlikte sunulmuştur. a, b, c: Aynı depolama gününde (farklı renkli sütunlar) gruplar arasındaki istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde). X, Y, Z: Aynı grup içerisinde (aynı renkli sütunlar) depolama süresi boyunca istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

Figure 2. pH values of marinated chicken breast samples during storage

K: Control group without AE, A0.5: The treatment that contained 0.5% AE, A0.75: The treatment that contained 0.75% AE, A1: The treatment that contained 1% AE. The data were presented with standard error bars. a, b, c: Indicates that the statistical difference is significant at the same storage day (the columns with different colors) within the treatments ($\alpha=0.05$ level). X, Y, Z: Indicates that the statistical difference is significant within the same treatment (the columns with same colors) throughout storage ($\alpha=0.05$ level).

Çizelge 3. Ardiç ekstraktı ve depolama süresinin marine tavuk göğüslerin pH değeri üzerine etkisi
 Table 3. The effects of juniper extract and storage time on pH value of marinated chicken breasts

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	Standart hata Standard error	P değeri (sig.)
Variance source	Factor	Mean		P value (sig.)
D	0	6.20 ^a	0.023	0.000*
	3	6.19 ^a		
	7	6.05 ^b		
	14	6.10 ^b		
A	0	6.13	0.023	0.415
	0.5	6.11		
	0.75	6.14		
	1	6.16		
D × A	-	-	-	0.000*

a, b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

*İstatistiksel olarak önemli farklılık var.

A: Antioksidan oranı, D: Depolama süresi

Different superscripts in the same column indicate statistically significant differences ($\alpha=0.05$ level).

*Statistically significant difference

A: Antioxidant rate, D: Storage time

Depolama ve AE kullanımının TBARS değeri üzerine etkisi

Farklı oranlarda AE eklenerek hazırlanan marine tavuk göğüs etlerinde depolama süresi ve AE kullanımının TBARS değerlerine etkisi Çizelge 4'te, gruplar arasındaki değişim ise Şekil 3'te gösterilmiştir. Örneklerin TBARS değerleri depolama süresi ile antioksidan kullanımından ve (D x A) interaksiyonundan önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın başlangıcında örneklerin TBARS değerleri arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Depolamanın 3. gününde gerçekleştirilen analizler sonucunda ise en düşük TBARS değerinin marinasyon çözeltisinde %1 AE kullanılan örneklerde (A-1) ait olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Dolayısıyla artan oranda AE kullanımının örneklerde oksidasyonu yavaşlatıcı bir etki gösterdiği bulgulanmıştır. TBARS değerlerinin daha düşük olmasının AE kompozisyonunda yer alan antioksidan özellikteki bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ünver Alçay ve ark. (2018), ardiç ekstraktında bulunan bileşiklerin α -pinen, β -pinen, apigenin, sabinen, β -sitosterol, kampesterol, limonen, cupressuflavone, flavonoidler, lignanlar ve tanninler olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, tavuk göğüs filetoları ile gerçekleştirilen bir marinasyon

çalışmasında, kekik ve portakal yağı karışımı kullanımı hem taze ette hem de dondurularak depolama boyunca oksidasyon reaksiyonlarını yavaşlatmıştır (Rimini ve ark., 2014). Bir diğer çalışmada, ördek etinin %5 ve %10 oranlarında zencefil ekstraktı ile marinasyonu sonucu 72 saatlik depolamanın süresince kontrol grubunda oksidasyon reaksiyonlarının daha hızlı ilerlediği saptanmıştır (Suryanti ve ark., 2014).

Depolamanın 3. gününde gözlenen sonuçların aksine, depolamanın 7. gününden itibaren %0.5 oranında AE içeren örneklerde (A-0.5) oksidasyon gelişiminin diğer örneklerle kıyasla daha yavaş olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). A-0.75 ve A-1 gruplarına ait örneklerde ise depolamanın 7. ve 14. günlerinde TBARS değerlerinin diğer grupların TBARS değerlerinden daha yüksek olduğu kaydedilmiştir ($p<0.05$). Benzer bir çalışmada, %1.5 ve %3 oranında defne yaprağı ile marine edilen dana etlerinin TBARS değerinin depolamanın 7. gününden itibaren artan defne yaprağı konsantrasyonu ile arttığı görülmüştür (Şeker ve ark., 2020). Üzüm çekirdeği ekstraktı (%0.05, %0.1, %0.3 ve %0.5) ile muamele edilen tavuk göğüs filetolarında depolamanın ilk üç gününde TBARS değerlerinin kontrol grubuna kıyasla daha düşük olması sağlanmış olmakla

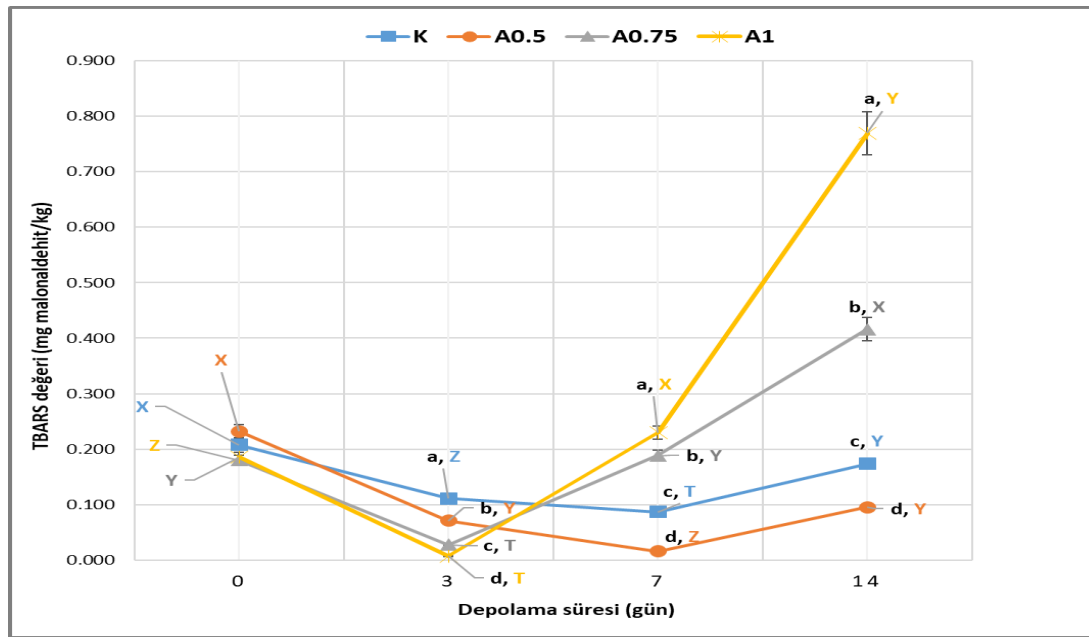
birlikte, depolamanın ilerleyen aşamalarında bu etki ortadan kalkmıştır (Kang ve ark., 2017). Dolayısıyla, artan oranlarda AE kullanımının TBARS değerlerinin azalması ve oksidasyon

seyrinin yavaşlatılması konusunda depolamanın erken dönemlerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4. Ardıç ekstraktı ve depolama süresinin marine tavuk göğüslerin TBARS değeri üzerine etkisi
Table 4. The effects of juniper extract and storage time on TBARS value of marinated chicken breasts

Varyans Kaynağı Variance source	Faktör Factor	TBARS değeri (mg malonaldehit/kg) TBARS value (mg malonaldehyde/kg)		
		Ortalama Mean	Standart hata Standard error	P değeri (sig.) P value (sig.)
D	0	0.20 ^b	0.007	0.000*
	3	0.05 ^d		
	7	0.13 ^c		
	14	0.34 ^a		
A	0	0.14 ^c	0.016	0.000*
	0.5	0.10 ^d		
	0.75	0.21 ^b		
	1	0.28 ^a		
D × A	-	-	-	0.000*

a, b, c, d: Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde). *İstatistiksel olarak önemli farklılık var. A: Antioksidan oranı, D: Depolama süresi
Different superscripts in the same column indicate statistically significant differences ($\alpha=0.05$ level).
*Statistically significant difference. A: Antioxidant rate, D: Storage time



Şekil 3. Marine tavuk göğsü örneklerinin depolama boyunca TBARS değerleri

K: AE içermeyen kontrol grubu, A0.5: %0.5 oranında AE içeren deneme grubu, A0.75: %0.75 oranında AE içeren deneme grubu, A1: %1 oranında AE içeren deneme grubu. Veriler, standart hata çubukları ile sunulmuştur.

a, b, c: Aynı depolama gününde (farklı renkli çizgiler) gruplar arasındaki istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

X, Y, Z: Aynı grup içerisinde (aynı renkli çizgiler) depolama süresi boyunca istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

Figure 3. TBARS values of marinated chicken breast samples during storage

K: Control group without AE, A0.5: The treatment that contained 0.5% AE, A0.75: The treatment that contained 0.75% AE, A1: The treatment that contained 1% AE. The data were presented with standard error bars.

a, b, c: Indicates that the statistical difference is significant at the same storage day (the lines with different colors) within the treatments ($\alpha=0.05$ level).

X, Y, Z: Indicates that the statistical difference is significant within the same treatment (the lines with same colors) throughout storage ($\alpha=0.05$ level).

Depolama süreci boyunca örneklerin TBARS değerlerinin aynı grup içindeki değişimi incelendiğinde, depolama süresi ilerledikçe tüm örneklerin TBARS değerlerinde önce azalma, ardından önemli düzeylerde artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama sırasında TBARS değerlerinde meydana gelen azalmalar, malonaldehitlerin polimerizasyon reaksiyonlarına veya aminoasit ve proteinlerle etkileşim göstermesi ile ilişkilendirilmektedir (Bhattacharya ve ark., 1988; Jamora ve Rhee, 2002). TBARS değerlerindeki artış ise ilerleyen depolama sürecinde birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitlerin, ikincil oksidasyon ürünleri olan malonaldehitlere dönüşümü ile açıklanabilmektedir (Huang ve ark., 2014). Mevcut çalışmada, marine tavuk göğüs eti örneklerinde en yüksek TBARS değeri depolama sonunda A-1 grubunda (0.69 mg malonaldehit/kg örnek) kaydedilmiş olmasına rağmen bu grupta dahi oksidasyon için kabul edilebilirlik sınır değeri olan 1 mg malonaldehit/kg örnek değeri (Ockerman, 1985) aşılmamıştır.

Depolama ve AE kullanımının renk üzerine etkisi

Marine tavuk göğüs etlerinin renk parametreleri üzerine depolama süresi ve AE kullanımının etkisi Çizelge 5'te, renk parametrelerinin gruplar arasında depolama boyunca gösterdiği değişim ise Şekil 4'te verilmiştir. Depolama süresi ve antioksidan kullanım oranı varyans kaynaklarının tekil etkileri, örneklerin tüm renk parametreleri üzerine etkili bulunmuştur ($p<0.05$). Bununla birlikte D x A varyans kaynağının göğüs etlerinin L* değerleri üzerine istatistiksel etkisi olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Depolamanın tekil etkisinin L* değeri üzerinde etkisi incelendiğinde, ilk üç depolama periyodu arasında farklılık bulunmamış olup ($p>0.05$), 14. günde örneklerin aydınlık değerinin diğer günlere kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda örneklerin ambalaja sızıntı miktarının artışı sonucunda yüzeyde daha fazla su bulunduğu ve yüzeydeki bu suyun ışığın daha çok yansımına

neden olarak aydınlık değerlerini artırdığı düşünülmektedir. Ayrıca antioksidan kullanım miktarı arttıkça L* değerlerinin artması ($p<0.05$), antioksidan kullanılan örneklerdeki düşük STK değerleri ile de ilişkilendirilebilir.

Göğüs etlerinin a* değerlerine AE kullanım oranının etkisi incelendiğinde, depolama başlangıcında en yüksek a* değerinin %0.5 oranında AE kullanılan örneklerde kaydedildiği görülmektedir ($p<0.05$). Diğer örneklerin a* değerleri ise depolama başlangıcında kontrol grubunun a* değerlerine benzerdir. Samples ve ark. (2020), mürver ve frenk üzümü konsantre tozları ile marine edilen ringa balığı filetolarında a* değerlerinin kontrol örneklerine göre daha düşük olduğunu raporlamıştır. Depolamanın sonunda kontrol örneklerinin a* değerleri başlangıca kıyasla önemli ölçüde düşmüş ($p<0.05$), A-1 gruplarında ise depolama değerleri tüm periyotlarda stabil kalmıştır.

Depolama başlangıcında marine tavuk göğüs örneklerinde %0.75 ve %1 oranında AE kullanımı b* değerlerinin yükselmesine neden olmuş ($p<0.05$); A-0 ve A-0.5 örneklerinin b* değerleri arasında ise önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Dolayısıyla artan oranda AE kullanımının, ekstraktın karakteristik rengine bağlı olarak sarılık değerini belirli bir konsantrasyonun üzerinde yükselttiği görülmektedir. Yapılan bir çalışmada, %1 ve %3 kerkede ekstraktı ile %1 ve %2 misket limonu ilavesiyle marine edilen füme sığır eti örneklerinde b* değerleri düşmüş, misket limonu ekstraktı seviyesi %3'e çıkarıldığında ise b* değerleri yükselmiştir (Malelak ve ark., 2017). Mevcut çalışmada depolamanın sarılık değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, A-0 ve A-0.75 grupları örneklerinde 14. gün ölçülen b* değerlerinin başlangıca kıyasla yükseldiği ($p<0.05$), A-0.5 ve A-1 grubu örneklerinde ise depolama başlangıcı ve sonunda ölçülen b* değerlerinin benzer olduğu bulunmuştur.

Çizelge 5. Ardiç ekstraktı ve depolama süresinin marine tavuk göğüslerin renk parametreleri üzerine etkisi

Table 5. The effects of juniper extract and storage time on color parameters of marinated chicken breasts

Varyans Kaynağı <i>Variance source</i>	Faktör <i>Factor</i>	Ortalama <i>Mean</i>	L*	P değeri (sig.) <i>P value</i> (sig.)	Varyans Kaynağı <i>Variance</i> <i>source</i>	Ortalama <i>Mean</i>	a*	P değeri (sig.) <i>P value</i> (sig.)	Varyans Kaynağı <i>Variance</i> <i>source</i>	Ortalama <i>Mean</i>	b*	P değeri (sig.) <i>P value</i> (sig.)
			L*				a*				b*	
			Standart hata <i>Standard</i> <i>error</i>				Standart hata <i>Standard</i> <i>error</i>				Standart hata <i>Standard</i> <i>error</i>	
D	0	43.47 ^b	0.616	0.000*	0	1.47 ^a	0.164	0.000*	0	4.33 ^c	0.528	0.000*
	3	42.86 ^b			3	1.53 ^a			3	6.32 ^b		
	7	43.76 ^b			7	1.30 ^a			7	7.92 ^a		
	14	44.98 ^a			14	0.38 ^b			14	6.96 ^{ab}		
A	0	44.23 ^{ab}	0.308	0.000*	%0	1.00 ^b	0.327	0.000*	%0	5.59 ^b	0.746	0.001*
	0.5	42.12 ^c			%0.5	2.23 ^a			%0.5	5.60 ^b		
	0.75	43.79 ^b			%0.75	0.38 ^c			%0.75	6.58 ^b		
	1	44.92 ^a			%1	1.06 ^b			%1	7.77 ^a		
D × A				0.072	0.001*				0.048*			

a, b, c: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

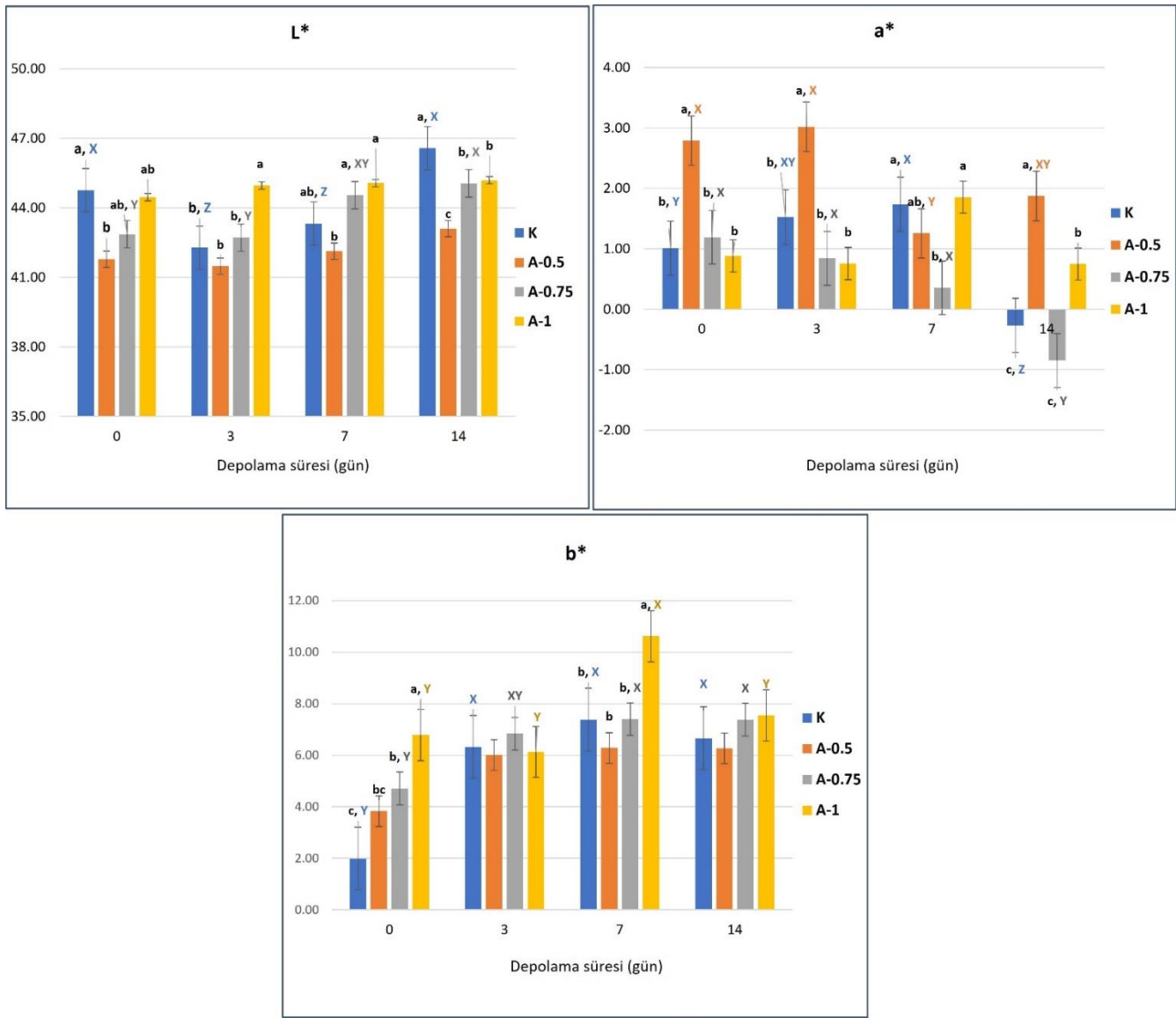
*İstatistiksel olarak önemli farklılık var.

A: Antioksidan oranı, D: Depolama süresi

Different superscripts in the same column indicate statistically significant differences ($\alpha=0.05$ level).

**Statistically significant difference*

A: Antioxidant rate, D: Storage time



Şekil 4. Marine tavuk göğsü örneklerinin depolama boyunca renk (L^* , a^* , b^*) parametreleri

K: AE içermeyen kontrol grubu, A0.5: %0.5 oranında AE içeren deneme grubu, A0.75: %0.75 oranında AE içeren deneme grubu, A1: %1 oranında AE içeren deneme grubu. Veriler, standart hata çubukları ile birlikte sunulmuştur. a, b, c: Aynı depolama gününde (farklı renkli sütunlar) gruplar arasındaki istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde). X, Y, Z: Aynı grup içerisinde (aynı renkli sütunlar) depolama süresi boyunca istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

Figure 4. Color (L^* , a^* , b^*) parameters of marinated chicken breast samples during storage

K: Control group without AE, A0.5: The treatment that contained 0.5% AE, A0.75: The treatment that contained 0.75% AE, A1: The treatment that contained 1% AE. The data were presented with standard error bars. a, b, c: Indicates that the statistical difference is significant at the same storage day (the columns with different colors) within the treatments ($\alpha=0.05$ level).

X, Y, Z: Indicates that the statistical difference is significant within the same treatment (the columns with same colors) throughout storage ($\alpha=0.05$ level).

Depolama ve AE kullanımının ambalaja sızıntı miktarı üzerine etkisi

Farklı oranlarda AE ile marine edilen tavuk göğüs etlerinde depolama süresi ve AE kullanımının ambalaja sızıntı miktarına etkisi Çizelge 6'da, depolama boyunca gruplar arasındaki değişim ise Şekil 5'te sunulmuştur. Depolama süresinin uzaması; vakum ambalaj içerisinde biriken sıvı miktarının artışına bağlı olarak ambalaja sızıntı miktarının artmasına

neden olmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 6). Antioksidan kullanım oranının tekil etkisi yalnızca %1 AE kullanılan örneklerde göze çarpmaktadır. Depolama süresi ve antioksidan kullanım oranının etkisi ambalaja sızıntı miktarı üzerine etkili bulunmamıştır ($p>0.05$). Tüm deneme gruplarında depolama süresinin sonunda ambalaja sızıntı miktarının, erken depolama günlerine kıyasla önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Depolama süresi

sonunda A-1 grubu örneklerinde diğer gruplara ait örneklerle kıyasla daha yüksek olan ambalaja

sızıntı miktarının bu örneklerin düşük marinasyon verimine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 6. Ardiç ekstraktı ve depolama süresinin ambalaja sızıntı miktarı üzerine etkisi

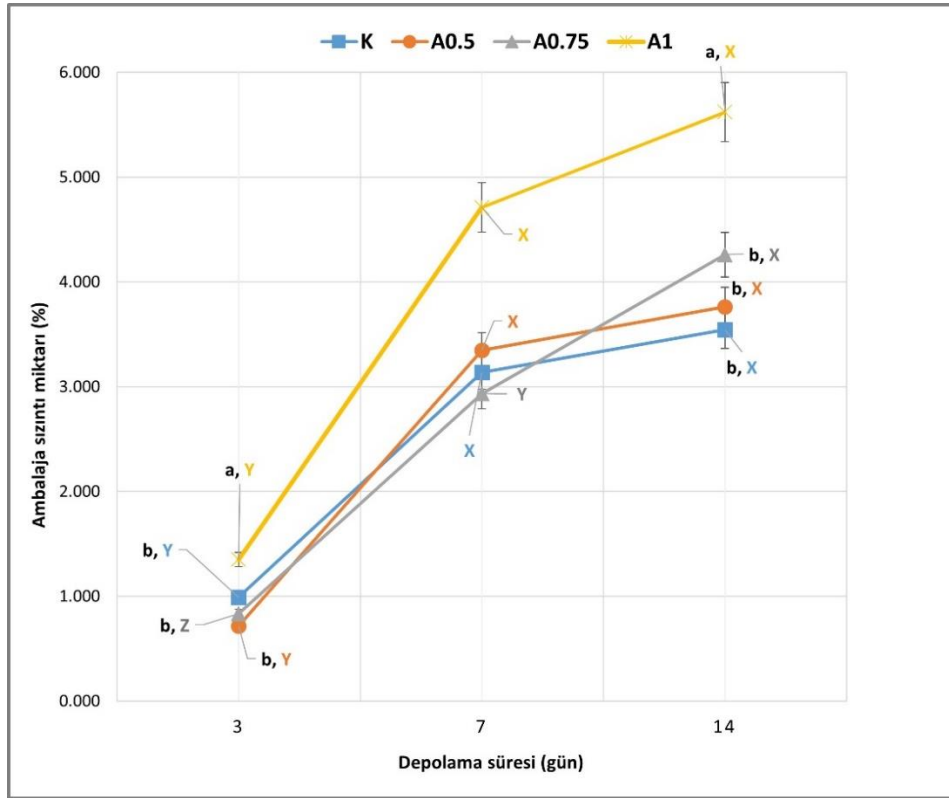
Table 6. The effects of juniper extract and storage time on purge loss

Varyans Kaynağı Variance source	Faktör Factor	Ortalama Mean	Ambalaja sızıntı miktarı (%) Purge loss (%)	
			Standart hata Standard error	P değeri (sig.) P value (sig.)
D	3	0.97 ^c	0.276	0.000*
	7	3.53 ^b		
	14	4.30 ^a		
A	0	2.56 ^b	0.712	0.025*
	0.5	2.61 ^b		
	0.75	2.68 ^b		
	1	3.89 ^a		
D × A				0.082

a, b, c: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde). *İstatistiksel olarak önemli farklılık var. A: Antioksidan oranı, D: Depolama süresi

Different superscripts in the same column indicate statistically significant differences ($\alpha=0.05$ level).

* Statistically significant difference. A: Antioxidant rate, D: Storage time



Şekil 5. Marine tavuk göğsü örneklerinin depolama boyunca ambalaja sızıntı miktarı (%)

K: AE içermeyen kontrol grubu, A0.5: %0.5 oranında AE içeren deneme grubu, A0.75: %0.75 oranında AE içeren deneme grubu, A1: %1 oranında AE içeren deneme grubu. Veriler, standart hata çubukları ile birlikte sunulmuştur. a, b, c: Aynı depolama gününde (farklı renkli çizgiler) gruplar arasındaki istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde). X, Y, Z: Aynı grup içerisinde (aynı renkli çizgiler) depolama süresi boyunca istatistiksel farkın önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($\alpha=0.05$ seviyesinde).

Figure 5. Purge loss of marinated chicken breast samples during storage

K: Control group without AE, A0.5: The treatment that contained 0.5% AE, A0.75: The treatment that contained 0.75% AE, A1: The treatment that contained 1% AE. The data were presented with standard error bars. a, b, c: Indicates that the statistical difference is significant at the same storage day (the lines with different colors) within the treatments ($\alpha=0.05$ level). X, Y, Z: Indicates that the statistical difference is significant within the same treatment (the lines with same colors) throughout storage ($\alpha=0.05$ level).

Sonuçlar

Bu çalışmanın sonucunda, marinasyon formülasyonunda %0.5 oranında AE bulunan tavuk göğüs etlerinde teknolojik özellikler, kimyasal kompozisyon ve renk üzerinde olumsuz etkilere yol açmadan lipit oksidasyon reaksiyonlarının önemli ölçüde yavaşlatıldığı tespit edilmiştir. İleride gerçekleştirilecek çalışmalarda, önemli bir potansiyeli bulunan ardıç bileşenlerinin farklı et ürünü formülasyonlarında da kullanım olanaklarının araştırılması, bu konuda ürünlerin daha uzun süreli soğutulmuş veya dondurularak depolama sürecinde oksidatif ve duyu kalitenin takibi konusundaki araştırmaların sürdürülmesi önerilmektedir.

Ekler

Çalışmanın gerçekleştirilmesi aşamasında üretimde ve analizler çalışmalarında verdikleri destekten dolayı Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans öğrencileri Nilü ÇETİNALP ve Esra PARLAKÇI'ya teşekkür ederiz.

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

Yazar Katkısı: Hülya Serpil KAVUŞAN, çalışma üretimi ve analizlerinin gerçekleştirilmesi, veri analizi, raporlama ve yazım; Burcu ÖZTÜRK KERİMOĞLU, çalışma tasarımı, deneme deseninin oluşturulması, üretim çalışmalarının gerçekleştirilmesi, veri analizi, makale yazım ve redaksiyonu; Elnaz SHAREFİABADİ, çalışma analizlerinin gerçekleştirilmesi; MELTEM SERDAROĞLU, çalışma tasarımı, deneme deseninin oluşturulması, çalışmanın yürütülmesi, verilerin değerlendirilmesi ve makale redaksiyonu konularında katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

Alvarado, C., & McKee, S. (2007). Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1):

- 113-120. DOI: <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.113>.
- Amaral, A. B., Silva, M. V. D., & Lannes, S. C. D. S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. *Food Science and Technology*, 38, 1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.32518>
- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis. 19th ed. Gaithersburg, MD, USA.
- Banerjee, R., Verma, A. K., Das, A. K., Rajkumar, V., Shewalkar, A. A., & Narkhede, H. P. (2012). Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science*, 91(2), 179-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.016>
- Bhattacharya, M., Hanna, M. A., & Mandigo, R. W. (1988). Lipid oxidation in ground beef patties as affected by time-temperature and product packaging parameters. *Journal of Food Science*, 53(3), 714-717. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb08938.x>
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1-2), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>
- Candan, T., & Bağdatlı, A. (2017). Use of natural antioxidants in poultry meat. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(2), 279-291. DOI: <https://doi.org/10.18466/CBAYARFBE.319752>
- Cho, H. S., Park, W., Hong, G. E., Kim, J. H., Ju, M. G., & Lee, C. H. (2015). Antioxidant activity of Allium hookeri root extract and its effect on lipid stability of sulfur-fed pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35(1), 41-49. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.1.41>
- Çelik, Ş., Doğru, E., Yakar, Y., & Ünver, N. (2021). Zeytin yaprağı ilavesinin zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 72-85. DOI: 10.29050/harranziraat.744568
- Coşkun, İ. (2019). *Ardıç meyvesinden elde edilen uçucu yağda biyolojik aktivite araştırmaları*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- De Smet, S. (2012). Meat, poultry, and fish composition: Strategies for optimizing human intake of essential nutrients. *Animal Frontiers*, 2(4), 10-16. DOI: <https://doi.org/10.2527/af.2012-0057>
- Dolatabadi, J. E. N., & Kashanian, S. (2010). A review on DNA interaction with synthetic phenolic food additives. *Food Research International*, 43(5), 1223-1230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.03.026>
- Elmastaş, M., Gülçin, İ., Beydemir, Ş., İrfan Küfrevioğlu, Ö., & Aboul-Enein, H. Y. (2006). A study on the in vitro antioxidant activity of juniper (*Juniperus communis* L.) fruit extracts. *Analytical Letters*, 39(1), 47-65. DOI: <https://doi.org/10.1080/00032710500423385>
- Ergezer, H. (2005). *Değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyu özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ergezer, H., & Gökçe, R. (2004). Kanatlı etlerinin marinasyon tekniği ile işlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 227-233.
- Fadıloğlu, E. E., & Serdaroğlu, M. (2018). Effects of pre and

- post-rigor marinade injection on some quality parameters of longissimus dorsi muscles. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(2), 325-337. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.2.325>
- Falowo, A. B., Fayemi, P. O., & Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022>
- Flynn, A. W., & Bramblett, V. D. (1975). Effects of frozen storage, cooking method and muscle quality on attributes of pork loins. *Journal of Food Science*, 40(3), 631-633. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb12544.x>
- Gamage, H. G. C. L., Mutucumarana, R. K., & Andrew, M. S. (2017). Effect of marination method and holding time on physicochemical and sensory characteristics of broiler meat. *The Journal of Agricultural Sciences*, 12, 172-184. DOI: <http://doi.org/10.4038/jas.v12i3.8264>
- Gómez-Salazar, J. A., Ochoa-Montes, D. A., Cerón-García, A., Ozuna, C., & Sosa-Morales, M. E. (2018). Effect of acid marination assisted by power ultrasound on the quality of rabbit meat. *Journal of Food Quality*, 5754930, DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/5754930>
- Hafez, A. M. A. T. A., & Eissawy, M. M. (2018). Effect of banana peel extract on sensory and bacteriological quality of marinated beef. *Archives of Nutrition and Public Health*, 1(1), 1-11.
- Huang, Y., Li, H., Huang, T., Li, F., & Sun, J. (2014). Lipolysis and lipid oxidation during processing of Chinese traditional smoke-cured bacon. *Food Chemistry*, 149, 31-39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.081>
- Hughes, E., Cofrades, S., & Troy, D. J. (1997). Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 45(3), 273-281. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(96\)00109-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00109-X)
- Inci, H., Ozdemir, G., Sengul, A. Y., Sogut, B., Nursoy, H., & Sengul, T. (2016). Using juniper berry (*Juniperus communis*) as a supplement in Japanese quail diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(5), 230-235. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000500004>
- Iqbal, S., Neelam, A., Alamgir, A., & Nawaz, S. (2016). In vitro effects of papaya (*Carica papaya*), lemon juice (*Citrus aurantifolia*), vinegar and yogurt as a meat tenderizer. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences (JCBPS)*, 6(2), 568-573.
- Ismail, M. A., Ibrahim, M. A., & Ismail-Fitry, M. R. (2018). Application of *Ziziphus Jujube* (Red Date), *Camellia Sinensis* (Black Tea) and *Aleurites Moluccana* (Candle Nut) marinades as beef meat tenderizer. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.14), 307-311.
- Jamora, J. J., & Rhee, K. S. (2002). Storage stability of extruded products from blends of meat and nonmeat ingredients: Evaluation methods and antioxidative effects of onion, carrot, and oat ingredients. *Journal of Food Science*, 67(5), 1654-1659. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08700.x>
- Jeong, H., Lee, S., & Han, G. D. (2020). The effect of s igumjang (Korean fermented barley bran) marination on the physicochemical properties of pork loin. *Food Science and Biotechnology*, 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00767-x>
- Kang, S. T., Son, H. K., Lee, H. J., Choi, J. S., Choi, Y. I., & Lee, J. J. (2017). Effects of grapefruit seed extract on oxidative stability and quality properties of cured chicken breast. *Korean journal for food science of animal resources*, 37(3), 429-439. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.3.429>
- Karam, L., Roustom, R., Abiad, M. G., El-Obeid, T., & Savvaidis, I. N. (2019). Combined effects of thymol, carvacrol and packaging on the shelf-life of marinated chicken. *International Journal of Food Microbiology*, 291, 42-47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.11.008>
- Kassem, G. M., Zahran, D. A., & Ali, F. H. (2009). Efficacy of different marinades on tenderness and overall quality of buffalo meat. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 55(121), 110-125.
- Kim, H., Kim, D., Kim, H. J., Kim, H. J., & Jang, A. (2016). Effect of marinating with fruits extracts on the quality and anti-oxidative peptide of pork loin. 62nd International Congress of Meat Science and Technology, 14-19th August 2016, Bangkok, Thailand.
- Malelak, G. E. M., Lalel, H. J. D., Kale, P. R., & Jelantik, I. G. N. (2017). The Sensory Properties, Color, Microbial, Lipid Oxidation, and Residual Nitrite of Se'i Marinated with Lime and Roselle Calyces Extracts. *Media Peternakan*, 40(3), 194-201. DOI: <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.3.194>
- Mira-Sánchez, M. D., Castillo-Sánchez, J., & Morillas-Ruiz, J. M. (2020). Comparative study of rosemary extracts and several synthetic and natural food antioxidants. Relevance of carnosic acid/carnosol ratio. *Food Chemistry*, 309, 125688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125688>
- Munekata, P. E. S., Rocchetti, G., Pateiro, M., Lucini, L., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes: An overview. *Current Opinion in Food Science*, 31, 81-87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.003>
- Ockerman, H. W. (1985). Quality control of post-mortem muscle tissue. Ohio State University; Columbus, Ohio, OH, USA.
- OECD/FAO. (2016). OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025, OECD Publishing, Paris. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/I5778E/I5778E.pdf>
- Ramli, A. N. M., Manap, N. W. A., Bhuyar, P., & Azelee, N. I. W. (2020). Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel powder extract and its application towards antibacterial and antioxidant activity on the preserved meat products. *SN Applied Sciences*, 2(10), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03550-z>
- Rimini, S., Petracci, M., & Smith, D. P. (2014). The use of thyme and orange essential oils blend to improve

- quality traits of marinated chicken meat. *Poultry Science*, 93(8), 2096-2102. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03601>
- Sampels, S., Åsli, M., Vogt, G., & Mørkøre, T. (2010). Berry marinades enhance oxidative stability of herring fillets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(23), 12230-12237. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf1017862>
- Singh, P., Yadav, S., Pathera, A., & Sharma, D. (2020). Effect of vacuum tumbling and red beetroot juice incorporation on quality characteristics of marinated chicken breast and leg meats. *Nutrition & Food Science*, 50(1), 143-155. DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2019-0079>
- Siroli, L., Baldi, G., Soglia, F., Bukvicki, D., Patrignani, F., Petracci, M., & Lanciotti, R. (2020). Use of essential oils to increase the safety and the quality of marinated pork loin. *Foods*, 9(8), 987. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9080987>
- Suradi, K., Gumilar, J., Ladyani, G. M. L., & Putri, N. S. W. (2019). The effect of duck meat marination with various concentrations of green tea extract (*Camellia sinensis*) on physical, microbiological and acceptability properties. *Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrări Ştiinţifice - Seria Zootehnie*, 72, 137-142.
- Suryanti, U., Bintoro, V. P., Atmomarsono, U., Pramono, Y. B., & Legowo, A. M. (2014). Antioxidant activity of Indonesian endogenous duck meat marinated in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) extract. *International Journal of Poultry Science*, 13(2), 102-107. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijps.2014.102.107>
- Şeker, İ. T., Hastaoğlu, E., & Saraç, M. G. (2020). Farklı aromatik bitkilerle marine edilip vakumlanarak saklanan dana etlerinin bazı özelliklerinin incelenmesi. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 2087-2101. DOI: 10.26677/TR1010.2020.468
- Topçu, G., Erenler, R., Çakmak, O., Johansson, C. B., Çelik, C., Chai, H. B., & Pezzuto, J. M. (1999). Diterpenes from the berries of *Juniperus excelsa*. *Phytochemistry*, 50(7), 1195-1199. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00675-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00675-X)
- Ünver Alçay, A., Akgül, C., Badayman, M., Dinçel, E. (2018). Ardiç meyve ve yağının kullanım alanları. *Aydın Gastronomy*, 2(2), 45-60. DOI: <https://dergipark.org.tr/en/pub/aydingas/issue/39037/457638>
- Vasiljević, B., Knežević-Vukčević, J., Mitić-Ćulafić, D., Orčić, D., Francišković, M., Srdic-Rajic, T., Jovanovic, M., & Nikolić, B. (2018). Chemical characterization, antioxidant, genotoxic and in vitro cytotoxic activity assessment of *Juniperus communis* var. *saxatilis*. *Food and Chemical Toxicology*, 112, 118-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.12.044>
- Witte, V. C., Krause, G. F., & Bailey, M. E. (1970). A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal of Food Science*, 35(5), 582-585. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1970.tb04815.x>
- Xiong, G., Fu, X., Pan, D., Qi, J., Xu, X., & Jiang, X. (2020). Influence of ultrasound-assisted sodium bicarbonate marination on the curing efficiency of chicken breast meat. *Ultrasonics Sonochemistry*, 60, 104808. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104808>



Şanlıurfa ilinde üretilen geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ve mevzuat açısından değerlendirilmesi

The microbiota of traditional yogurts produced in Şanlıurfa and evaluation of the yogurt in terms of legislation

Esra ÇETİN¹ , Şerafettin ÇELİK^{2*} 

^{1,2} Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Osmanbey Kampüsü, Haliliye-Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0002-4465-1062>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5605-5735>

To cite this article:

Çetin, E. & Çelik, Ş. (2021). Şanlıurfa ilinde üretilen geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ve mevzuat açısından değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 406-417.

DOI: 10.29050/harranziraat.863182

*Address for Correspondence:

Şerafettin ÇELİK

e-mail:

scelik69@harran.edu.tr

Received Date:

18.01.2021

Accepted Date:

07.08.2021

© 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, Şanlıurfa il merkezinde tüketime sunulan geleneksel yoğurtların mikrobiyotası ile bazı kimyasal özellikleri çalışılmış ve mevzuat açısından değerlendirilmiştir. Geleneksel yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği %0.76±0.45 LA, pH değeri 3.96±0.04, kurumadde oranı %13.69±0.81, yağ oranı ise %2.30±1.27 olarak hesaplanmıştır. Yoğurt örneklerinde çubuk şekilli laktik asit bakteri sayısı 6.02±0.10, log kob g⁻¹ kok şekilli laktik asit bakteri sayısı 5.79±0.14 log kob g⁻¹, maya-küf sayısı 4.55±0.17 log kob g⁻¹, koliform grubu bakteri sayısı 1.48±0.15 log kob g⁻¹ ve *E. coli* sayısı 1.05±0.04 log kob g⁻¹ olarak bulunmuştur. Ayrıca, geleneksel yoğurt florasından alınan toplam 167 adet laktik asit bakteri izolatından 45 adedi *Lactococcus* sp., 3 adedi *Leuconostoc* sp., 53 adedi *Enterococcus* sp., 10 adedi *Str. thermophilus*, 30 adedi homolaktik *Lactobacillus* sp. ve 26 adedi ise heterolaktik *Lactobacillus* sp. olarak tanımlanmıştır. Geleneksel yoğurtların araştırılan kimyasal özellikler bakımından ilgili mevzuat ile uygunluk arz ettiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel yoğurt, mikrobiyota, laktik asit bakterileri, gıda güvenliği, mevzuat

ABSTRACT

In this study, the microbiota and some chemical properties traditional yoghurts sold in Şanlıurfa city center were investigated and evaluated in terms of legislation. The average titratable acidity and pH of traditional yoghurt samples were calculated as %0.76±0.45 LA and 3.96±0.04, while the ratios of dry matter and fat of the yogurts were determined as 13.69±0.81% and 2.30±1.27%, respectively. On the other hand, the average counts of basil- and coke-shaped lactic acid bacteria, yeast-mold, coliform bacteria and *E. coli* the yogurts were found as 6.02±0.10 log cfu g⁻¹, 5.79±0.14 log cfu g⁻¹, 4.55±0.17 log cfu g⁻¹, 1.48±0.15 log cfu g⁻¹ 1.05±0.04 log cfu g⁻¹, respectively. In addition, a total of 167 lactic acid bacteria isolates from traditional yogurt flora defined as: 45 of them are *Lactococcus* sp., 3 of them are *Leuconostoc* sp., 53 of them are *Enterococcus* sp., 10 of them are *Str. thermophilus*, 30 of them are homolactic *Lactobacillus* sp. and 26 of them are heterolactic *Lactobacillus* sp. It was concluded that traditional yogurts comply with the relevant legislation in terms of the chemical properties investigated.

Key Words: Traditional yoghurt, microbiota, lactic acid bacteria, food safety, legislation

Giriş

Yoğurt, fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmekte ve beslenme açısından önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Yoğurdun

besleyicilik değeri, süt bileşenlerinin tamamı ile laktik asit bakterileri (LAB) tarafından gerçekleşen fermantasyon sonucu oluşan laktik asit, asetaldehit, aseton ve diasetil gibi çeşitli karbonil

bileşiklerin bağırsak florası üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, hastalıkların önlenmesi veya tedaviye katkı sağladığı bildirilmektedir (Rasic and Kurmann, 1978; Üçüncü, 2005). Ayrıca bu bileşikler, yoğurtta ekşimsi ve serinletici tat-aroma oluşumuna neden olmakta (Şenol ve Elvan, 2014), sentezlenen bakteriyosinler florada bulunabilecek patojen mikroorganizmaların gelişmesini inhibe etmekte, ekzopolisakaritler ise ürünün tekstürel özelliklerinin gelişmesine katkı sağlamaktadırlar (Axelsson, 2004; Şimşek, 2015).

Günümüz şartlarında, endüstriyel yoğurt üretiminde bileşimi ve karakteristik özellikleri bilinen ticari konsantre liyofilize starter kültür (*Str. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus*) kullanılmaktadır (Anonim, 2009; Yaygın ve Kılıç, 1993). Ancak geleneksel yoğurt üretiminde ise bir önceki üretimden alınan bir parça yoğurt starter kültür olarak kullanılmaktadır. Geleneksel üretimde starter kültür olarak kullanılan yoğurdun mikrobiyal florasının değişkenlik göstermesi nedeniyle, standart tat-aroma ve yapıda yoğurt üretimi gerçekleşmemekte ve yoğurdun raf ömrü değişkenlik göstermektedir (Ceylan ve Biberoglu, 2013; Demirci ve Elvan, 2020; Durak ve ark., 2008; Herdem, 2006; Hisoğlu, 2007; Koçak, 2013; Türkoğlu ve ark., 2003).

Geleneksel yoğurt üretiminde, yoğurda işlenecek süte değişen sürelerde kaynatma işlemi uygulanmakta, yaklaşık 40 °C'ye kadar soğuması beklenmekte ve bir önceki günden kalan yoğurt ile mayalama işlemi yapılmaktadır. Süte ilave edilecek yoğurt miktarı ile inkübasyon süresi kişisel tecrübeye göre değişmektedir. Inkübasyon sonrası, yoğurt soğuk bir ortama alınmakta ve çoğunlukla hijyenik şartlar oluşturulmadan soğutma, inkübasyon, inkübasyon ve soğutma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Inkübasyon ve sonrasında bulaşan çeşitli mikroorganizmalar, yoğurdun tekstür ve tat-aromasında istenmeyen değişikliklere neden olmaktadır (Bakırcı ve ark., 2015; Ceylan ve Biberoglu, 2013; Demirci ve Elvan, 2020; Durak ve ark., 2008). Endüstriyel yoğurt üretiminde ise, çiğ süte klarifikasyon, standardizasyon, homojenizasyon ve yüksek normda pastörizasyon uygulandıktan sonra,

inkübasyon sıcaklığına soğutulmakta, kontrollü ve hijyenik şartlarda inkübasyon ve inkübasyon sonrası yoğurt soğutulmaktadır (Üçüncü, 2005).

Bölgede yaygın bir şekilde tüketilen geleneksel yoğurtlara olan ilgi ve talep zamanla artmaktadır. Bu durumun, bölge tüketicilerinin damak zevki başta olmak üzere basında bu tür gıdalara olan eğilim ve yönlendirmeden kaynakladığı ifade edilebilir. Diğer taraftan endüstriyel yoğurtların, tat-aroma bakımından bölge tüketicilerinin isteklerini karşılamadığı, bu yoğurtların tatlımsı ve aroma bakımından yetersiz olarak algılandığı bilinmektedir (Bakırcı ve ark., 2015; Demirci ve Elvan, 2020). Bu bağlamda, kırsal kesimde geleneksel yoğurt üretiminde kullanılan ve bölgede kara maya olarak anılan bir gün önce üretilen yoğurdun mikrobiyotası ile mikrobiyotayı oluşturan LAB'nin tanımlanması önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, kırsal bölgelerde üretilen ve Şanlıurfa il merkezinde satışa sunulan inek sütünden üretilen geleneksel yoğurt örneklerinin bileşimi, asitlik ve mikrobiyal florasının tespit edilmesi, laktik florayı oluşturan bakterilerin cins düzeyinde tanımlanması ve Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2009) uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Şanlıurfa il merkezinde Ocak-Şubat aylarında satışa sunulan toplam 25 adet inek sütünden üretilen geleneksel yoğurt örneği (100 g) steril cam kavanozlara alınmış ve soğuk zincir muhafaza edilerek laboratuvara ulaştırılmıştır.

Metot

Bazı kimyasal parametreler

Geleneksel yoğurt örneklerinde kurumadde (KM) ve yağ oranları ile pH ve titrasyon asitliği (% laktik asit) tespit edilmiştir (Kurt ve ark., 2014).

Geleneksel yoğurtların mikrobiyotası

Yoğurt örneklerinden ilk dilüsyon direk yoğurttan 10 g örnek alınarak 90 mL steril peptonlu

su (%0.1'lik) ile hazırlanmıştır (Caridi, 2003; Gerasi et al., 2003). Daha sonra uygun dilüsyonların hazırlanması amacıyla steril peptonlu su kullanılmıştır.

Yoğurt florasından LAB yükü ve izolasyonu amacıyla, MRS (Merck) ve M17 agar (Merck) besiyerleri kullanılarak yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. *Lactobacillus* cinsi LAB için MRS agar besiyerine (37 °C'de 48 saat), kok şekilli LAB için ise M17 agar (37 °C'de 48 saat) besiyerine ekim yapılarak anaerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. Petri plaklarında gelişen bakteriler sayılmıştır. Koliform grubu bakteri sayımı için, dökme plak yöntemiyle VRBA (Merck) besiyerine ekim yapılmış, 35 °C'de 24 saat inkübe edildikten sonra kırmızı renkli koloniler sayılmıştır (Spencer ve de Spencer, 2001). *E.coli* varlığı ve sayımı için, dökme plak yöntemiyle TBX agar (Oxoid CM945) besiyerine ekim yapılmış, 30 °C'de 4 saat ve 44 °C'de 18 saat inkübe edilmiş ve yeşil renkli kolonilerin oluşumu gözlemlenmiştir (Vural ve ark., 2010). Maya-küf sayımı için, dökme plak yöntemiyle PDA (Merck) besiyerine (%10'lük tartarik asit ile pH 3.5'e ayarlanmış) ekim yapılmış, 20 °C'de 5 gün inkübe edilmiş ve oluşan maya-küf kolonileri sayılmıştır (Spencer and de Spencer, 2001).

Laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve cins düzeyinde tanımlanması

İnkübasyon sonrası, MRS ve M17 agar besiyerlerinden rastgele olarak en az 5 adet tipik koloni izolatu alınmıştır. Alınan her bir izolatu, taze hazırlanmış aynı besiyerine çizme plak yöntemiyle ekim yapılarak saflaştırılmıştır. Daha sonra her bir bakteri kolonisinden, gliserol (%25, w/v) içeren MRS broth (Merck, basiller için) ve M17 broth (Merck, koklar için) besiyerlerine ekim yapıldıktan sonra 24 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası kültürler, aseptik şartlarda 2 adet 2 mL'lik cryotüplere aktarılmış ve -20 °C'de dondurularak stok kültürler oluşturulmuştur (Caridi, 2003; Gerasi et al., 2003). Stok kültürler 25 ppm aktif klor içeren su banyosunda çözdürüldükten sonra takip eden analizler için kullanılmıştır. Stok MRS ve M17 broth besiyerlerinden, taze hazırlanmış aynı besiyerine

ekim yapılarak izolatların sıvı kültürleri (24 saat) oluşturulmuştur.

Gram reaksiyonu

Üzerine bir damla serum fizyolojik damlatılan temiz bir lamın üzerine Gram reaksiyonları incelenecek olan örneklerin saf kültürlerinden steril özeyle alınmış ve kültür lamın üzerinde öze yardımıyla yayılmıştır. Saf kültürler iyice kuruduktan sonra, lamın alt yüzeyi üç kez bunzen beki alevinden geçirilerek bakterilerin lamın üzerine fiksasyonu sağlanmıştır. Preparatın üzerine birkaç damla kristal violet damlatılarak 1-2 dakika bekletilmiştir. Daha sonra preparat lugol çözeltisi ile yıkanarak kristal violetten arındırılmış ve preparat lugol çözeltisi ile tekrar yıkanarak 1-2 dakika bekletilmiştir. Lugol çözeltisini uzaklaştırmak için damıtık su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir ve preparatın üzerine %95'lik etil alkol damlatılarak 10-15 saniye beklenmiştir. Ardından lam, damıtık su ile yıkanıp sulu fuksin çözeltisi damlatılmış ve 20-30 saniye beklenmiştir. Son kez damıtık su ile yıkanan preparat kurutulduktan sonra mikroskopta incelenmiştir. Mor renkli bakteriler Gram (+), pembe renkli bakteriler ise Gram (-) bakteriler olarak değerlendirilmiştir (Halkman, 2005). Gram boyama yapılan izolatlar ışık mikroskopunda morfolojik (kok, basil) olarak sınıflandırılmıştır (Sharpe, 1979).

Katalaz reaksiyonu

Sıvı veya katı besiyerlerinde geliştirilen bakteri kültürüne H₂O₂ ilave edildiğinde, serbest oksijenin gaz kabarcıkları halinde gözlenebilmesi, hidrojen peroksit ayrışmasını, dolayısıyla katalaz enziminin varlığını göstermektedir. Petri kutusundaki agarlı kültür yüzeyine 1 mL %3'lük H₂O₂ ilave edilerek gaz çıkışı olup olmadığı incelenmiştir. Gaz çıkışı gözlenmeyen koloniler Katalaz (-) negatif olarak değerlendirilmiştir (Whittenbury, 1964).

Farklı tuz konsantrasyonlarında gelişebilme

Bakteri izolatları 20, 40 ve 65 gr NaCl L⁻¹ içeren M17 broth (%1.7 bromkrezol purple) besiyerinde inoküle edilmiş ve 28 °C (mezofiller) veya 42 °C'de (termofiller) 4 gün süreyle inkübe edilerek gelişme

durumları test edilmiştir. Besiyerinin renginin sarıya dönmesi, pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir. Basil şekilli olanlar için böyle bir test uygulanmamıştır (Caridi, 2003; Gerasi et al., 2003; Veljovic et al., 2007).

Farklı sıcaklıklarda gelişebilme

Bir gecede geliştirilen (24 saat) kültürlerden 50 µl alıp 5 mL (%1.7 bromkrezol purple) M17 broth sıvı besiyerine inoküle edilerek inkübasyon (*Lactococcus* sp. ve *Enterococcus* sp. bakteriler için (%1.7 bromkrezol purple) 10 ve 45 °C'de 48-72 saat) sonunda gelişme durumları test edilmiştir. Besiyerinin renginin sarıya dönmesi, pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir. Basil şekilli olanlar için böyle bir test uygulanmamıştır (Caridi, 2003; Cogan et al., 1997; Gerasi et al., 2003; Veljovic et al., 2007).

Fermantasyon testi

Fermantasyon testi için, tüplerin içine ters bir şekilde Durham tüpü yerleştirilmiştir. MRS broth ve M17 broth içeren deney tüplerine ekim yapılarak 37 °C'de 48 saat inkübasyon sonrası gaz (CO₂) oluşumu test edilmiştir. Fermantasyon tipi bakımından test edilmiştir. Gaz oluşumu gözlenen besiyerlerinde, heterofermentatif bakteri varlığı kabul edilmiştir (Caridi, 2003; Gerasi et al., 2003; Veljovic et al., 2007).

İstatistiksel analizler

Yoğurt örneklerinde araştırılan parametrelere ait veriler, basit istatistiksel değerlendirme sonucunda ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır (Yıldız ve Bircan, 1994).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Geleneksel yoğurtların bileşimi

Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel inek yoğurdunun KM ve yağ oranları, pH ve titrasyon asitliği ile ilgili veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan geleneksel inek yoğurdunun ortalama KM oranı %13.69±0.81

olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Geleneksel yoğurdun KM oranının düşük olması, yağ oranının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Konya (Herdem, 2006), Ağrı (Hisoğlu, 2007), Erzurum ve Kars (Ceylan ve Biberoglu, 2013), Batman (Karahana, 2016) ve Erzurum (Karacaoğlu, 2018) illerinde yapılan çalışmalarda, bu illerde üretilen geleneksel yoğurtların KM oranı (%), sırasıyla 12.19, 14.37, 13.02, 13.70 ve 13.79 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen KM oranı, literatür bildirimleri ile uygunluk arz etmektedir. Genel olarak geleneksel yoğurtlarda KM oranı düşük bulunmuştur. Bu durum, yoğurt üretiminde kullanılan süt türü, üretim prosesinde bir miktar süt yağının çekilmesi veya KM standardizasyonunun yapılmaması gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Geleneksel yoğurdun yağ oranı %0.5-4.0 arasında değişmiş ve ortalama %2.30±1.27 olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Yapılan literatür araştırmasında, Konya (Herdem, 2006), Erzurum (Bakırcı ve ark., 2015), Batman (Karahana, 2016), Erzurum (Karacaoğlu, 2018), Van (Tolu, 2019) ve Balıkesir (Tavşanlı ve ark., 2020) illerinde üretilen geleneksel yoğurtların ortalama yağ oranları (%) sırasıyla 3.87, 2.87, 4.4, 2.90, 4.23 ve 3.06 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan geleneksel yoğurtların ortalama yağ oranı, literatür bildirimlerinden daha düşük bulunmuştur. Geleneksel yoğurt üretiminde, açık kazanda süte yüksek normda ısıl işlem (daha çok kaynatma işlemi) uygulanması nedeniyle, oransal olarak sütün yağ ve KM oranları yükselmektedir. Dolayısıyla, tam yağlı yoğurt üretilmesi beklenmektedir. Ancak, Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan yoğurdun bileşimindeki yağ oranının düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, yoğurt üretiminde kullanılan sütten bir miktar yağın alınmasından kaynaklandığı, bu bağlamda sütten alınan yağın, kaymak, tereyağı ve sadeyağ olarak değerlendirildiği düşünülmektedir. Şanlıurfa ilinde market ve perakende satış noktalarında kahvaltılık kaymak, tereyağı ve sadeyağ satışının yaygın olduğu gözlenmektedir.

Çizelge 1. Şanlıurfa ilinde satışa sunulan inek sütünden üretilen geleneksel yoğurtların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerine ilişkin en düşük, en yüksek ve ortalama değerler

Table 1. The lowest, highest and average values for some chemical and microbiological parameters of traditional yoghurts produced from cow milk offered for sale in the province of Şanlıurfa

Parametre Parameter	En düşük The lowest	En yüksek The highest	Ortalama Average
Kurumadde, % Drymatter, %	12.48	15.67	13.69±0.81
Yağ, % Fat, %	0.5	4.0	2.30±1.27
pH	3.64	4.32	3.96±0.04
Titrasyon asitliği, % laktik asit Titratable acidity, % lactic acid	0.40	2.17	0.76±0.45
Laktik asit bakterileri (M17 agar), log kob g ⁻¹ Lactic acid bacteria (M17 agar), log cfu g ⁻¹	4.52	6.97	5.79±0.14
Laktik asit bakterileri (MRS agar), log kob g ⁻¹ Lactic acid bacteria (M17 agar), log cfu g ⁻¹	5.00	6.70	6.02±0.10
Koliform grubu bakteriler, log kob g ⁻¹ Coliform bacteria, log cfu g ⁻¹	< 1	2.91	1.48±0.15
<i>E. coli</i> , log kob g ⁻¹ <i>E. coli</i> , log cfu g ⁻¹	< 1	1.96	1.05±0.04
Maya-küf, log kob g ⁻¹ Yeast and molds, log cfu g ⁻¹	2.88	6.03	4.56±0.17

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde (Anonim, 2009) yağ oranı bağlamında yoğurt, tam yağlı (süt yağı ≥ % 3.8), yarım yağlı (%2.0 > süt yağı ≥ %1.5) ve yağsız (süt yağı ≤ %0.5) yoğurt olarak sınıflandırılmış, ayrıca belirtilen sınıflar dışında kalan yoğurdun ise etiket üzerinde yağ oranının yazılması gerektiği belirtilmiştir. Anılan tebliğ bağlamında, Şanlıurfa ilinde tüketime sunulan geleneksel yoğurt örneklerinin %16'sı tam yağlı (4 örnek), %16'sı yarım yağlı (4 örnek), %5'i yağsız yoğurt (5 örnek) sınıfında, %0.08'i %1.0 yağlı (2 örnek), %40'ı ise %2.4-3.5 yağlı yoğurt (10 örnek) olduğu anlaşılmaktadır.

Geleneksel yoğurtların asitliği

Şanlıurfa il merkezinde perakende olarak satışa sunulan yoğurtlarda pH değeri 3.64-4.32 aralığında değişmiş, ortalama olarak pH 3.96±0.04 olarak bulunmuştur.

Türkoğlu ve ark. (2003) Şanlıurfa ilinde satışa sunulan yoğurdun pH değerini 3.31-4.16; Ceylan ve Biberoglu (2013) geleneksel yöntemlerle üretilen yoğurtların pH değerini 3.43-4.19; Çetin ve ark. (2014) Kırklareli ve civar illerde üretilen 26 adet yoğurt örneğinin pH değerini 3.90-5.25; Karahan (2016) Batman ili merkez köylerinden toplanan 20 yoğurt örneğinin ortalama pH değerini 3.88; Karacaoğlu (2018) yoğurt örneklerinin pH değeri

4.60-5.39 ve ortalama 4.95 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada, Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurda ait pH değeri, literatür bildirimleri ile benzerlik göstermektedir. Geleneksel olarak, kırsal kesimde üretilen yoğurtlarda soğuk zincirin kırılması veya yeterli düzeyde uygulanamaması, satış ortamında değişen sıcaklıklarda, uzun süre muhafaza edilmesi sonucu, yoğurdun pH değeri hızla azalmakta ve buna bağlı olarak raf ömrü kısalmaktadır.

Titrasyon asitliğinin yoğurdun tat-aromasını etkilediği ve yoğurdun tüketilebilme özelliğini kaybetmeden saklanabileceği sürenin belirlenmesinde etkili bir faktör olduğu bilinmektedir (Üçüncü, 2005). Geleneksel yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Herdem (2006) farklı yörelerden toplanan geleneksel yoğurt örneklerinin titrasyon asitliğini %0.96-1.73 LA; Demirkaya ve Ceylan (2013) Bilecik ilinde satışı yapılan 30 adet yoğurt örneğinin titrasyon asitliğini (% laktik asit) %0.72-1.17; Çetin ve ark. (2014) Kırklareli ve civar illerinde satışa sunulan 26 adet yoğurt örneğinin titrasyon asitliğini (% laktik asit) %0.10-1.88 aralığında bildirmişlerdir. Karahan (2016) Batman ili merkez köylerinden toplanan 20 yoğurt örneğinin titrasyon asitliğini (% laktik asit) ortalama %0.996 olarak bildirmiştir. Araştırmacı, yoğurt örneklerinin

%55'inin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği bağlamında kriterleri sağlamadığını belirlemiştir. Karacaoğlu (2018) tarafından yoğurt örneklerinin titrasyon asitliğinin %0.93-1.55 laktik asit arasında değiştiği ve ortalama %1.31 laktik asit olduğu bildirilmiştir. Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurdun titrasyon asitliği, literatür bildirimleri ile benzerlik göstermektedir. Yoğurt örneklerinde titrasyon asitliğinin geniş bir aralıkta değişim göstermesi, kullanılan geleneksel yoğurt kültürü (bir önceki günün yoğurdu) bakteri bileşiminin farklı olması, inkübasyon sıcaklığı ve süresinin farklılık göstermesi, üretim-satış aşamalarında muhafaza sıcaklığının değişkenlik göstermesinden kaynaklanmış olabilir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre titrasyon asitliğinin (% laktik asit) yoğurtta en az %0.6, en fazla ise %1.5 olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2009). Bu tebliğ bağlamında, analize alınan 25 adet yoğurt örneğinden 3 adet örneğin titrasyon asitliği (%laktik asit) >%1.5 değerinden büyük, 5 adet örneğin asitliği ise >%0.6 değerinden düşük olmak üzere, toplam 8 adet geleneksel yoğurt örneği kriteri sağlayamamaktadır.

Geleneksel yoğurtların laktik asit bakteri florası

Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurdun mikrobiyotası (log kob g⁻¹), Çizelge 1'de verilmiştir.

Şanlıurfa ili kırsal bölgelerde küçük ev işletmelerinde üretilen ve il merkezinde satışa sunulan yoğurtlarda kok şekilli (*Lactococcus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Streptococcus sp.* ve *Enterococcus sp.*) toplam LAB yükü (M17 agar) ortalama olarak 5.79±0.14 log kob g⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde, farklı yörelerden toplanan geleneksel yoğurt örneklerinin LAB (M17 agar) yükü 1.06x10⁵-1.31x10⁸ kob g⁻¹ (Herdem, 2006), Erzurum ilinde üretilen geleneksel yoğurdun LAB yükü ise 5.25-7.15 log kob g⁻¹ arasında değişmiş ve ortalama 6.20 log kob g⁻¹ (Karacaoğlu, 2018), başka bir çalışmada ise Erzurum bölgesinde üretilen geleneksel yoğurdun florasında ortalama *Str. thermophilus* sayısı 8.16 log kob g⁻¹ (Bakırcı ve ark., 2015) olarak

bildirilmiştir. Balıkesir ilinde geleneksel yöntemlerle üretilen yoğurt florasında *Lactococcus sp.* sayısı 7.89 log kob g⁻¹ olarak bildirilmiştir (Tavşanlı ve ark., 2020). Yapılan çalışmalar kıyaslandığında, genel olarak birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Şanlıurfa ilinde tüketime arz edilen geleneksel yoğurtların çubuk şekilli (*Lactobacillus sp.*) laktik asit bakteri yükü (MRS agar) 5.00-6.70 log kob g⁻¹ aralığında değişmiş ve ortalama 6.02±0.10 log kob g⁻¹ olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Güler-Akın (2005) yaptıkları çalışmada yoğurtta *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* sayısını 5.50x10⁸ kob g⁻¹, Herdem (2006) farklı yörelerden toplanan geleneksel yoğurt örneklerinde (MRS agar) LAB yükünü 5.22x10⁵-6.11x10⁸ kob g⁻¹, Bakırcı ve ark. (2015) Erzurum bölgesinde üretilen yoğurtta ortalama *Lb. bulgaricus* sayısını 8.50 log kob g⁻¹, Karacaoğlu (2018) yoğurt örneklerinde (MRS agar) LAB sayısını 3.09-7.25 log kob g⁻¹ ve ortalama 4.71 log kob g⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Balıkesir ilinde üretilen geleneksel yoğurtların ortalama *Lactobacillus sp.* sayısı, 7.64 log kob g⁻¹ olarak bildirilmiştir (Tavşanlı ve ark., 2020).

Ülkemizde, geleneksel yoğurt üretiminde genellikle bir gün önce üretilen ve tat-aroma bakımından beğenilen yoğurt, bir sonraki üretimde starter kültür olarak kullanılmaktadır (Kişisel görüşmeler). Geleneksel kültür olarak kullanılan yoğurdun özellikle inkübasyon sıcaklığı, süresi ve muhafaza sıcaklığı başta olmak üzere, üretim prosesi farklılık gösterdiğinden dolayı, doğal olarak LAB florası da değişkenlik gösterecektir (Cogan et al., 1997; Stiles and Holzapfel., 1997; Axelsson, 2004). Bu nedenle, ardışık olarak üretilen günlük yoğurtların tat-aroma ve yapısal özelliklerinin de farklılık göstermesi doğal olarak karşılanmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurt, fermantasyonda spesifik olarak *Str. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmış ve yoğurt florasında, toplam spesifik mikroorganizma sayısının (starter kültür bakterileri) en az 7 log kob g⁻¹ olabileceği hükme bağlanmıştır (Anonim, 2009). Bu bağlamda gerek M17 agar ve gerekse MRS agar

besiyerinde gelişen en yüksek LAB yükünün anılan tebliğde belirtilen limitin altında kaldığı, ortalama LAB yükünün ise $5.79 \pm 0.14 - 6.02 \pm 0.10$ log kob g^{-1} olduğu ve bu değerlerin tebliğde belirtilen en düşük yükün çok altında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, geleneksel yoğurt florasında ticari yoğurt starter kombinasyonunda yer alan bakteriler dışında diğer LAB ile istenmeyen kontaminantların da olmasından kaynaklanmıştır olabilir.

Geleneksel yoğurtların istenmeyen kontaminant varlığı

Koliform grubu bakteriler

Şanlıurfa ili kırsal bölgelerinde üretilen ve şehir merkezinde çeşitli satış noktalarında satışa sunulan geleneksel yoğurt florasında, koliform grubu bakteri sayısı $<1 - 2.91$ log kob g^{-1} , ortalama 1.48 ± 0.15 log kob g^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Türkoğlu ve ark. (2003) Şanlıurfa'da tüketilen 20 adet yoğurt örneklerinden sadece 1 adedinde 2.0×10^3 kob g^{-1} düzeyinde koliform bakteri bulunurken diğer örneklerde belirlenebilir seviyenin altında (<10 kob g^{-1}) koliform bakteri ile karşılaşmıştır. El-Diasty and El-Kaseh (2009) El-Bedia şehrinde toplanan yoğurt örneklerinde $1 \times 10^2 - 4.6 \times 10^4$ EMS g^{-1} arasında ve ortalama 6.0×10^3 EMS g^{-1} koliform bakteri saptanmıştır. Sömer ve Kılıç (2012) farklı illerde açık pazarlardan topladıkları süzme yoğurt örneklerinde $5.96 - 6.29$ log EMS g^{-1} koliform bakteri tespit etmişlerdir. Karacaoğlu (2018) ulusal düzeyde üretim yapan ticari firma yoğurtlarında koliform grubu bakterinin tespit edilmediğini, bölgesel olarak üretilen geleneksel yoğurt üretimi yapan firma yoğurt örneklerinin tümünde tebliğde bildirilen limitlerin üzerinde koliform grubu bakteri tespit edildiğini bildirmiştir. Tavşanlı ve ark. (2020) ise, Balıkesir ilinde geleneksel metotlarla üretilen ve halk pazarlarında satışa sunulan yoğurt örneklerinin yoğurt florasında ortalama olarak koliform sayısını 140 EMS g^{-1} olarak bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Konya yöresinde üretilen taze ev yapımı yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri bakımından ilgili mevzuat ile uyumluluk arz etmediği bildirilmiştir (Durak ve ark., 2008).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri yoğurt florasında, koliform bakteri yükünün 9-95 EMS g^{-1} olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2009). Geleneksel yoğurt örneklerden 7 adedi, anılan tebliğ ile uyumlu olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, üretim sonrası depolama, taşıma ve perakende satış aşamalarında kontaminasyonun olduğunu göstermektedir.

Escherichia coli yükü

Kırsal bölgelerde üretilen ve Şanlıurfa il merkezinde satışa sunulan 25 adet geleneksel yoğurdun florasında *E.coli* sayısı $<1 - 1.96$ log kob g^{-1} aralığında değişmiş ve ortalama 1.050 ± 0.04 log kob g^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Hisoğlu (2007) tarafından evlerde üretilen yoğurtların *E. coli* sayısı $<0.30 - 1.50$ EMS g^{-1} arasında tespit edilmiş ve ortalama 0.07 ± 0.22 EMS g^{-1} olarak bildirilmiştir. Bölgesel mandıralarda üretilen yoğurtların *E. coli* sayısı ise $<0.30 - 1.20$ EMS g^{-1} ve ortalama 0.12 ± 0.27 EMS g^{-1} olarak tespit edilmiştir. Koçak (2013) marketlerde satışa sunulan 14 ulusal, 6 yerel olmak üzere 20 yoğurt örneğinde *E.coli* bakterisine rastlanılmadığını bildirmiştir. Akarca ve Tomar (2019) Afyonkarahisar ili pazarlarında tam yağlı süzme veya kese yoğurt örneklerinin 8 adedinde *E. coli* tespit edildiğini, Tavşanlı ve ark. (2020) ise Balıkesir ilinde halk pazarlarında satışa sunulan geleneksel yoğurt örneklerinin *E. coli* sayısını ortalama 112 EMS g^{-1} olarak bildirmişlerdir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurt florasında, *E. coli* yükünün <3 EMS g^{-1} (10^{-1} 'lik dilüsyondan 3 tüpe yapılan ekimde bakteri sayılamaması) olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2009). Bu bağlamda, toplanan 25 adet geleneksel yoğurt örneğinden sadece 2 adet örneğin anılan tebliğ ile uyumlu olmadığı, başka bir ifade ile *E.coli* bakterisi içerdiği tespit edilmiştir. Bu durum, özellikle depolama, taşıma ve perakende satış aşamalarında kontaminasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Maya-Küf yükü

Şanlıurfa il merkezinde satışı sunulan 25 adet geleneksel yoğurt florasında maya-küf sayısı Çizelge 1’de verilmiştir. Yüksek sayıda maya-küf varlığı, geleneksel yoğurt üretiminde inkübasyon sonrası kontaminasyon olduğunu göstermektedir. Bu durumun, yoğurdun kalitesini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Herdem (2006) farklı yörelerden geleneksel yöntemlerle üretilen yoğurt örneklerinde küf-maya sayısı 1.56×10^6 - 4.67×10^7 kob g^{-1} arasında bulunmuştur. Demirkaya ve Ceylan (2013) Bilecik ilinde satışa sunulan 30 adet yoğurt örneğinde maya ve küf sayısını <1.00 - 5.87 log kob g^{-1} olarak bildirmişlerdir. Bakırcı ve ark. (2015) Erzurum bölgesinde satışa sunulan 40 adet yoğurt örneğinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerini araştırmışlardır. Yapılan mikrobiyolojik incelemelerde, ortalama maya ve küf sayısını 4.12 log kob g^{-1} olarak belirlemişlerdir. Karacaoğlu (2018) yapmış olduğu çalışmada, yoğurt florasında maya ve küf sayısının <1 - 2.37 log kob g^{-1} arasında değiştiğini bildirmiştir. Van ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurtların ortalama maya-küf sayısı 3.63 log kob g^{-1} olarak bildirilmiştir (Tolu, 2019).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde yoğurt florasında bulunmasına müsaade edilen maya ve küf yüklerinin en fazla 3 log kob g^{-1} olabileceği bildirilmiştir (Anonim, 2009). Geleneksel yoğurt örneklerinin maya ve küf yükleri açısından anılan tebliğ ile uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, yoğurt asitliğinin yükselmesi sonucu yoğurt florasında maya aktivitesinin artması, ayrıca yoğurtların açık ortamda perakende olarak satışa sunulması sonucu florada küf sayısının artması ile izah edilebilir.

Laktik asit bakteri florasının tanımlanması

Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurtların LAB florası, cins düzeyinde tanımlanmıştır (Cogan et al., 1997). Bu bağlamda, yoğurt örneklerinden izole edilen toplam 309 adet bakteri izolatından Gram (+) ve Katalaz (-) olan 167 adet LAB izolatının cins/tür düzeyinde dağılımı Çizelge 2’de verilmiştir.

Geleneksel yoğurt örneklerinden M17 ve MRS

agar besiyelerine ekim yapılarak 37 °C’de inkübasyona terk edilmiş ve farklı morfolojik özellikle toplam 309 adet LAB izolatı alınmıştır. Alınan bu izolatlar, Gram reaksiyonu ve katalaz testine tabi tutulmuştur. Bu izolatlardan 111 adet kok ve 56 adet basil olmak üzere toplam 167 izolat Gram (+) ve Katalaz (-) olarak tanımlanmıştır. Basil cinsi LAB’i, sadece fermantasyon tipi temelinde tanımlandığı için, farklı tuz konsantrasyonlarında gelişme durumu sadece kok şekilli izolatlara uygulanmıştır. Bu bağlamda, toplam 111 adet LAB izolatı, farklı tuz konsantrasyonları (20 , 40 ve 65 g NaCl L^{-1}) ve $\%1.7$ (g w^{-1}) bromkrezol purple içeren M17 broth besiyerinde (37 °C’de 4 gün) gelişme durumları test edilmiştir. Bu test sonucunda (kok şekilli), tüm izolatların (111 adet) 20 g NaCl L^{-1} içeren M17 broth besiyerinde geliştiği, $\%89.2$ (99 adet) izolatın 40 g NaCl L^{-1} içeren M17 broth besiyerinde geliştiği ve $\%47.8$ (53 adet) izolatın ise aynı zamanda 65 g NaCl L^{-1} içeren M17 broth besiyerinde geliştiği tespit edilmiştir.

Toplam 111 adet kok şekilli LAB izolatı, 10 °C’de 7 gün ve 45 °C’de 2 gün süre ile $\%1.7$ bromkrezol purple içeren M17 broth besiyerinde gelişme durumu test edilmiştir. İnkübasyon sonucunda besiyeri renginin sarıya dönmesi, pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir. Test sonucu, 111 adet kok şekilli bakteri izolatlarından $\%91$ (101 adet) izolat 10 °C’de ve $\%56.8$ (63 adet) izolat ise 45 °C’de gelişme göstermiştir.

Farklı sıcaklık (10 ve 45 °C) ve tuz konsantrasyonunda (2.0 , 4.0 ve 6.5 g NaCl L^{-1}) gelişme durumlarına bağlı olarak, kok şekilli izolatlar (*Lactococcus* sp., *Enterococcus* sp. ve *Streptococcus* sp.) ayırt edilebilmektedir (Carr et al., 2002; Schleifer et al., 1985). LAB izolatlarından 10 ve 45 °C’de ve 6.5 g NaCl L^{-1} ’de gelişme gösterenler *Enterococcus* sp. olarak tanımlanmaktadır (Cogan et al., 1997).

Fermentasyon testi ise hem kok hem de basil şekilli bakterilere uygulanmıştır. Bu bağlamda, 111 adet kok ve 56 adet basil şekilli olmak üzere toplam 167 adet bakteri izolatı, M17 (kok) ve MRS (basil) broth besiyerinde gaz oluşturma durumları test edilmiştir. Besiyerinde ters şekilde konumlandırılmış Durham tüpünde gaz varlığı

tespit edilen izolatlar heterofermentatif, gaz çıkışı gözlenmeyen izolatlar ise homofermentatif olarak değerlendirilmiştir (Caridi, 2003; Gerasi et al., 2003; Veljovic et al., 2007). Test sonucunda, %96.4

(107 adet) kok şekilli izolat ile %53.6 (30 adet) basil şekilli izolatın homofermentatif olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Şanlıurfa ilinde satışa sunulan inek sütünden üretilen geleneksel yoğurtların laktik asit mikrobiyotası
Table 2. Lactic acid microbiota of traditional yoghurts produced from cow's milk sold in the province of Şanlıurfa

Şekil /Shape	Fermentasyon tipi Fermentation type	Farklı tuz konsantrasyonunda gelişme (g L ⁻¹) Growth in different salt concentration (g L ⁻¹)			Farklı sıcaklıkta gelişme (°C) Growth in different temperature (°C)		İzolat sayısı Number of isolates	Tanımlama Identification
		20	40	65	10	45		
		Kok	-	+	+/-	-		
Kokobasil	+	+	+/-	-	+	-	3	<i>Leuconostoc</i> sp.
Kok	-	+	+	+	+	+	53	<i>Enterococcus</i> sp.
Kok	-	+	-	-	-	+	10	<i>Str. thermophilus</i>
Basil	-						30	<i>Homolaktik Lactobacillus</i> sp.
Basil	+						26	<i>Heterolaktik Lactobacillus</i> sp.

Uygulanan tüm bu testler sonucunda, Şanlıurfa il merkezinde perakende olarak satışa sunulan geleneksel yoğurtların LAB florasından izole edilen Gram (+) Katalaz (-) toplam 167 izolattan, %40.5 (45 adet) *Lactococcus* sp., %2.7 (3 adet) *Leuconostoc* sp., %47.7 (53 adet) *Enterococcus* sp., %9'u (10 adet) *Str. thermophilus*, %53.6 (30 adet) *homolaktik Lactobacillus* sp. ve %46.4 (26 adet) ise *heterolaktik Lactobacillus* sp. olarak tanımlanmıştır. Cins düzeyinde LAB'nin 17 gruptan oluştuğu, ancak bunlardan *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Streptococcus* cinsi bakterilerin fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan starter kültür kombinasyonlarında yer aldığı bilinmektedir (Albayrak, 2017; Stiles and Holzappel, 1997).

Fermente süt teknolojisi bakımından, *Lactococcus* cinsi bakterilerden sadece *Lc. lactis* türleri önem taşımakta, tereyağı, krema ve bazı peynir çeşitleri gibi ürünlerin üretiminde kullanılan starter kültür bileşimlerinde yer almaktadırlar (Samaržija et al., 2001; Schleifer et al., 1985; Stiles and Holzappel, 1997). Diğer taraftan heterofermentatif nitelikte olan *Leuconostoc* cinsi bakteriler, sitratı metabolize etmeleri nedeniyle, krema ve tereyağı üretiminde kullanılan starter kültür bileşimlerinde yer alırlar ve tereyağının hâkim aromasını oluşturan diasetili sentezlerler (Cogan et al., 1997). *Str. thermophilus* bakterisi ise,

yoğurt, Kaşar peyniri, bazı İtalyan ve İsviçre tipi sert peynir çeşitlerin üretiminde kullanılan starter kültür bileşiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Cogan et al., 1997; Nielsen et al., 2009). *Lactobacillus* cinsi bakterilerden homofermantatif olan *Lb. delbrueckii ssp. delbrueckii*, *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* ve *Lb. delbrueckii ssp. lactis* ile *Lb. helveticus* ve *Lb. acidophilus* türleri fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan starter kültür bileşimlerinde yer almaktadırlar (Cogan et al., 1997; Kitazawa et al., 2000; Mama et al., 2002).

Ticari starter kültür bileşimlerinde henüz yer almayan *Enterococcus* cinsi bakterilerden *E. faecium*, *E. faecalis* ve *E. durans* türleri, fermente süt ürünleri florasında yaygın olarak bulunmaktadır (Giraffa, 2003). Bu bakteriler, biyojen amin sentezlemeleri (Göncü ve ark., 2017), ortam asitliğine katkı yapmaları, sitratı metabolize etmeleri, proteolitik ve lipolitik aktiviteye sahip olmaları ve bakteriyosin sentezlemelerinden dolayı, fermente gıda ürünlerinde önem taşımaktadırlar (Moreno et al., 2006).

Ticari yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürlerin bileşiminde *Str. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* yer almaktadır. Yapılan bu çalışmada, anılan bu iki bakteri cinsi/türü dışında, LAB ile birlikte diğer mikroorganizmaların bulunma ihtimalinin yüksek olması beklenen bir durumdur. Nitekim, LAB gelişimine spesifik olan

M17 ve MRS agar kullanılmasına rağmen, bu besiyerlerinden elde edilen 309 adet izolatın toplam 167 adedinin LAB izolatı (G + ve K -) olması önem taşımaktadır. Bununla beraber, ticari starter kültür bileşiminde yer alan LAB dışında ticari yoğurt florasında termodürik *Enterococcus* sp. ile *Lactobacillus* sp. bakterilerinin olması da beklenmekte, ancak geleneksel yoğurtların florasında *Lactococcus* sp., *Leuconostoc* sp. ve *heterolaktik Lactobacillus* sp. bakterilerinin bulunması bir gün önce üretilen yoğurdun (geleneksel starter kültür) kullanılmasından kaynaklandığı ve bu bakterilerin de geleneksel yoğurtların tat aromaları üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Şanlıurfa ilinde satışa sunulan geleneksel yoğurtlar, yağ oranı bakımından Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen farklı sınıflar ile uygunluk arz ettiği, ancak süt yağının kısmi veya tamamen alınarak farklı şekilde değerlendirildiği sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan, kırsal kesimde üretilen geleneksel yoğurt florasının istenmeyen kontaminant yüklerinin yüksek, LAB yüklerinin ise düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kırsal kesimde yoğurt üretiminde kullanılan ve kara maya olarak bilinen bir önceki üretimden kalan yoğurt, aynı zamanda termofilik nitelikte geleneksel starter kültür tipidir (Sorun ve Çelik, 2018). İlgili mevzuat bağlamında (Anonim, 2011 ve 2017), kaliteli çiğ süttten üretilen kara maya (termofilik süt kültürü) ile ilgili bilimsel çalışmaların yapılması bölgesel yoğurt üretimi bakımından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, bölge tüketicisinin yoğun talebinden dolayı, standart kalitede üretimin yapılamayacağı bilinmekle beraber, hijyenik şartlarda üretilen kara mayanın küçük ölçekli yoğurt üretimlerinde kullanılması, depolama, taşıma ve dağıtım aşamalarında soğuk zincire uyulması durumunda, geleneksel yoğurdun kontamine olmasını engelleyecek ve güvenilir şekilde tüketicilere ulaştırılmasını sağlayacaktır.

Ekler

Bu çalışma, Harran Üniversitesi BAP tarafından desteklenen (Proje no: 19121) Esra ÇETİN'e ait Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

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

Yazar Katkısı: Şerafettin ÇELİK, araştırmayı tasarlayarak makalenin kavramsallaştırma, metodoloji, biçimsel analiz, yazma-inceleme ve istatistiksel analizine; Esra ÇETİN ise makaleye yazma-orijinal taslak, biçimsel analiz ve görselleştirmesine katkı sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Kaynaklar

- Akarca, G. & Tomar, O. (2019). Afyonkarahisar ili semt pazarlarında satılan süzme (kese) yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Akademik Gıda*, 17(2), 212-216.
- Albayrak, Ç. B. (2017). Antifungal Aktivite Üreten Laktik Asit Bakterileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Dergisi*, 14(1), 79-85.
- Anonim. (2009). Türk gıda kodeksi fermente süt ürünleri tebliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tebliğ no: 2009/25, Ankara.
- Anonim. (2011). Hayvansal gıdalar için özel hijyen kuralları yönetmeliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Resmi Gazete Sayı 28155, Ankara: Tarih.
- Anonim. (2017). Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Tebliğ No: 2017/20, Resmi Gazete Sayı: 30050, Ankara.
- Axelsson, L. (2004). Lactic acid bacteria: classification and physiology. In S. Lahtinen, A. C. Ouwehand, S. Salminen, A. Wright (Eds.), *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects* (Vol. 3, pp. 1-66). New York, USA: Marcel Dekker Inc.
- Bakırcı, İ., Tohma, G. Ş. & Yüksel, A. K. (2015). Erzurum piyasasında satışa sunulan yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Gıda*, 13(2), 127-134.
- Cardi, A. (2003). Identification and first characterization of lactic acid bacteria isolated from the artisanal ovine cheese Pecorino del Poro. *International Journal of Dairy Technology*, 56(2), 105-110.
- Carr, F. J., Chill, D. & Maida, N. (2002). The lactic acid bacteria: a literature survey. *Critical reviews in microbiology*, 28(4), 281-370.
- Ceylan, Z. & Biberöglü, Ö. (2013). Geleneksel olarak üretilen yoğurtların bazı kimyasal özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(1), 43-51.

- Cogan, T. M., Barbosa, M., Beuquier, E., Binchi-Salvadori, B., Conconcelli, P., Fernandes, I., Gomez, J., Gomez, R., Kalantzopoulos, G. & Ledda, A. (1997). Characterization of the lactic acid bacteria in artisanal dairy products. *Journal of Dairy Research*, 64(3), 409-421.
- Çetin, B., Atik, A. & Karasu, S. (2014). Kırklareli'nde üretilen yoğurt ve ayranların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi. *Akademik Gıda*, 12(2), 57-60.
- Demirci, A. & Elvan, O. (2020). Sağlıklı ve Kaliteli Yoğurt Nasıl Mayalanır? *Akademik Platform Helal Yaşam Dergisi*, 2(1), 14-22.
- Demirkaya, A. & Ceylan, Z. (2013). Bilecik'te tüketime sunulan yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(3), 202-209.
- Durak, Y., Keleş, F., Uysal, A. & Aladağ, M. O. (2008). Konya yöresi taze ev yapımı yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinin araştırılması. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(44), 113-117.
- El-Diasty, E. M. & El-Kaseh, R. (2009). Microbiological monitoring of raw milk and yoghurt samples collected from El-Beida city. *Arab journal of biotechnology*, 12(1), 57-64.
- Gerasi, E., Litopoulou-Tzanetaki, E. & Tzanetakis, N. (2003). Microbiological study of Manura, a hard cheese made from raw ovine milk in the Greek island Sifnos. *International Journal of Dairy Technology*, 56(2), 117-122.
- Giraffa, G. (2003). Functionality of enterococci in dairy products. *International Journal of Food Microbiology*, 88(2-3), 215-222.
- Göncü, B., Akin, M. S. & Akin, M. B. (2017). Peynirde Biyojen Amin Varlığı ve Tespit Edilme Yöntemleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1), 126-132.
- Güler-Akin, M. B. (2005). The effects of different incubation temperatures on the acetaldehyde content and viable bacteria counts of bio-yogurt made from ewe's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3), 174-179.
- Halkman, A. (2005). Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları: Başak Matbaacılık, Ankara, Türkiye, 358s.
- Herdem, A. (2006). *Farklı yörelerden toplanan geleneksel yöntemle üretilen yoğurt örneklerinin bazı niteliklerinin belirlenmesi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 97s.
- Hisoğlu, E. (2007). Ağrı İlinde Tüketime Sunulan Yoğurtların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van*, 102s.
- Karacaoğlu, Ş. (2018). *Mahalli ve Ulusal Düzeyde Üretilerek Erzurum Piyasasında Tüketime Sunulan Yoğurtların Bazı Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 51s.
- Karahan, L. E. (2016). Batman'da tüketime sunulan yoğurtların bazı kimyasal ve tekstürel özellikleri. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/2), 59-65.
- Kitazawa, H., Ishii, Y., Uemura, J., Kawai, Y., Saito, T., Kaneko, T., Noda, K. & Itoh, T. (2000). Augmentation of macrophage functions by an extracellular phosphopolysaccharide from *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. *Food Microbiology*, 17(1), 109-118.
- Koçak, K. (2013). *Tüketime Sunulan Yoğurtlarda Bazı Katkı Maddelerinin (Nişasta, Jelatin, Natamisin) Kullanımı Ve Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesine Yönelik Piyasa Araştırması*. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 96s.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. & Çağlar, A. (2014). *Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 18, 238 s., Erzurum*.
- Mama, V., Hatzikamari, M., Lombardi, A., Tzanetakis, N. & Litopoulou-Tzanetaki, E. (2002). *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* heterogeneity: The diversity among strains isolated from traditional Greek cheeses. *Italian Journal of Food Science*, 14(4), 351-362.
- Moreno, M. F., Sarantinopoulos, P., Tsakalidou, E. & De Vuyst, L. (2006). The role and application of enterococci in food and health. *International Journal of Food Microbiology*, 106(1), 1-24.
- Nielsen, M. S., Martinussen, T., Flambard, B., Sørensen, K. I. & Otte, J. (2009). Peptide profiles and angiotensin-I-converting enzyme inhibitory activity of fermented milk products: Effect of bacterial strain, fermentation pH, and storage time. *International Dairy Journal*, 19(3), 155-165.
- Rasic, J. & Kurmann, J. (1978). *Yoghurt, fermented fresh milk products: Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark*.
- Samaržija, D., Antunac, N. & Lukač Havranek, J. (2001). Taxonomy, physiology and growth of *Lactococcus lactis*: a review. *Mljekarstvo: časopis za unapređenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 51(1), 35-48.
- Schleifer, K., Kraus, J., Dvorak, C., Kilpper-Bälz, R., Collins, M. & Fischer, W. (1985). Transfer of *Streptococcus lactis* and related streptococci to the genus *Lactococcus* gen. nov. *Systematic and Applied Microbiology*, 6(2), 183-195.
- Sharpe, M. E. (1979). Identification Methods for Microbiologists. In F. Skinner D. Lovelock (Eds.), *Identification of the Lactic Acid Bacteria* (pp. 244-259). London: Academic Press.
- Soran, G. Ş. & Çelik, Ş. (2018). Telemesi Haşlanan Geleneksel Peynirlerimizin Üretimine Uygun Doğal Starter Kültür Geliştirilmesi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(1), 15-19.
- Sömer, V. F. & Kılıç, G. B. (2012). Microbiological, physicochemical properties and biogenic amine contents of the strained yoghurts from Turkish local markets. *African Journal of Biotechnology*, 11(78), 14338-14343.
- Spencer, J. F. & de Spencer, A. L. R. (2001). *Food microbiology protocols* (Vol. 14): Springer Science & Business Media.
- Stiles, M. E. & Holzapfel, W. H. (1997). Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, 36(1), 1-29.

- Şenol, K. & Elvan, O. (2014). Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. *Akademik Gıda*, 12(2), 101-107.
- Şimşek, Ö. (2015). *Denizli ilinden toplanan çiğ süt ve peynirlerden otolitik laktik asit bakterilerinin izolasyonu, tanımlanması ve otolitik özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, 95s.
- Tavşanlı, H., Gökmen, M. & Önen, A. (2020). Balıkesir ilinde semt pazarlarında satışa sunulan yoğurtların fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1), 318-326.
- Tolu, A. (2019). *Van İlinde Farklı Noktalarda Satılan Ev Tipi Yoğurtlar ile Fabrikasyon Yoğurtlar Arasındaki Fiziksel, Kimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerin Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van, 96s.
- Türkoğlu, H., Atasoy, A. F. & Özer, H. B. (2003). Şanlıurfa ilinde üretilen ve satışa sunulan süt yoğurt ve Urfa peynirlerinin bazı kimyasal özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3-4), 69-76.
- Üçüncü, M. (2005). *Süt ve Mamulleri Teknolojisi*: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 571s.
- Veljovic, K., Terzic-Vidojevic, A., Vukasinovic, M., Strahinic, I., Begovic, J., Lozo, J., Ostojic, M. & Topisirovic, L. (2007). Preliminary characterization of lactic acid bacteria isolated from Zlata cheese. *Journal of Applied Microbiology*, 103(6), 2142-2152. Retrieved from <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/j.1365-2672.2007.03450.x?download=true>
- Vural, A., Erkan, M. E. & Güran, H. Ş. (2010). The examination of the microbiologic quality in Örgü cheese (Braided cheese) samples. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16, S53-S58.
- Whittenbury, R. (1964). Hydrogen peroxide formation and catalase activity in the lactic acid bacteria. *Microbiology*, 35(1), 13-26.
- Yaygın, H. & Kılıç, S. (1993). *Süt Endüstrisinde Saf Kültür Kullanımı*: Altındağ Matbaacılık, İzmir, 108 s.
- Yıldız, N. & Bircan, H. (1994). *Araştırma ve Deneme Metotları*: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 697, II. Baskı, Erzurum, 277s.

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. İki kiden 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 şahıslarla 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